

**Establecimiento:** Universidad Nacional de La Pampa – Facultad de Ingeniería

**Título del trabajo:** Asesoramiento Crisba Cañerías

**Autor:** YANI, Carolina

**Título alcanzado:** Ingeniera Industrial

**Tutor:** CUELLO, Luis Félix

**Cátedra del tutor:** Proyecto Final de Ingeniería

**Lugar de presentación:** General Pico (La Pampa - Argentina)

**Año:** 2021

**Fecha de aprobación:** 13 de agosto de 2021

**Jurado de proyecto:**

- MANDRILE, Luis Alberto – Facultad de Ingeniería (UNLPam)
- SCHPETTER, Nicolás – Facultad de Ingeniería (UNLPam)
- DE CELIS, Federico – Facultad de Ingeniería (UNLPam)

**Resumen de proyecto:**

En este proyecto realizado como trabajo final de la carrera Ingeniería Industrial, se desarrolla una asesoría a una PyME de General Pico que se dedica a la fabricación de cañerías rígidas y flexibles para el automotor, la cuál exporta su producto hacia numerosos puntos de Argentina.

El trabajo consta de un eje relacionado a la seguridad e higiene de la planta y otro vinculado a la instalación eléctrica. Para ambos casos, se abordan las temáticas más relevantes de acuerdo a un análisis de las problemáticas actuales que presentan y, por ende, aquellas que desarrollarán en un futuro en caso de permanecer en la situación que atraviesan hoy en día y no implementar los cambios propuestos. Se provee además la programación del proyecto y los costos del mismo.

Aplicando las diferentes mejoras propuestas en ambos ejes, permite a la empresa un crecimiento productivo que se verá reflejado en puntos tales como volumen de producción, jornadas de trabajo con mayor rendimiento y totalidad

de empleados, bajo o nulo índice de accidentes dentro de la planta, aportes en materia de organización industrial (ejemplo: método 5 S), disminución de erogaciones de dinero por imprevistos/problemas en el flujo de fondos por situaciones no contempladas, etc.

**Palabras claves:**

- Seguridad
- Electricidad
- Productividad
- Inversión
- Planificar
- Analizar

**Abstract:**

In this project carried out as the final project of the Industrial Engineering degree, a consultancy is developed for a General Pico that is dedicated to the manufacture of rigid and flexible pipes for the automotive industry, which exports its product to many parts of Argentina.

The work consists of an axis related to the safety and hygiene of the plant and another related to the electrical installation. For both cases, the most relevant issues are addressed according to an analysis of the current problems they present and, therefore, those that will develop in the future if they remain in the situation they are going through today and do not implement the proposed changes. The project schedule and costs are also provided.

Applying the different improvements proposed in both axes, it allows the company a productive growth that will be reflected in points such as production volume, work days with higher performance and total number of employees, low or no accident rate within the plant, contributions in the matter of industrial organization (example: 5S method), reduction of money outlays due to events/problems in the cash flow to unforeseen situations, etc.

**Key words:**

- Security

- Electricity
- Productivity
- Investment
- Plannig
- Analyze

# Proyecto Final de Ingeniería Industrial

## Asesoramiento Crisba Cañerías

Alumna: Yani, Carolina

Carrera: Ingeniería Industrial

Empresa: Crisba Cañerías

**Facultad de Ingeniería – UNLPam**

**Año 2021**

## Índice

Introducción.....	1
Seguridad e Higiene.....	3
Personal de Seguridad e Higiene dentro de la empresa y capacitación .....	3
Iluminación.....	4
Iluminación interior diaria .....	4
Iluminación interior de emergencia .....	9
Protección contra incendios.....	10
Carga de fuego .....	10
Extintores .....	12
Medios de escape.....	17
Protección personal .....	20
Equipos de protección ocular .....	21
Protección de miembros inferiores.....	22
Protección de manos y brazos - Guantes de seguridad.....	23
Protección para caídas desde altura.....	27
Protección craneana .....	30
Protección auditiva.....	31
Escaleras .....	32
Ergonomía .....	33
Riesgos mecánicos.....	39
Instalación eléctrica.....	42
Demanda de potencia de la planta.....	42
Dimensionamiento de conductores y canalizaciones.....	50
Conductores.....	51
Conductor de protección .....	58
Canalizaciones.....	59

Selección de los dispositivos de protección .....	63
Interruptor automático .....	63
Interruptor diferencial .....	66
Caída de tensión en los circuitos .....	69
Protección contra las corrientes de cortocircuito.....	71
Corrientes de cortocircuito máximas en los dispositivos de maniobra y protección de los tableros .....	71
Protección de los circuitos frente a las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas.....	73
Protección de los interruptores diferenciales contra sobrecargas y cortocircuitos y su capacidad de ruptura asignada .....	79
Tableros eléctricos .....	80
Condiciones de instalación de los tableros .....	80
Ubicación de los tableros .....	81
Forma constructiva de los tableros .....	82
Dimensionado térmico del tablero.....	84
Proyecto de Inversión.....	88
Tiempos y recursos.....	88
Costos y presupuestos.....	92
Conclusión.....	96
Anexo I: Tablas de cálculo eléctrico .....	98
Anexo II: Diagrama de Gantt.....	110
Anexo III: Planos .....	111
Bibliografía .....	112

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Alturas cálculo de iluminación.....	5
Ilustración 2. Plano de mediciones de luminosidad en el sector de producción (planta baja). .....	7
Ilustración 3. Luminaria tipo galponera a colocar. ....	9
Ilustración 4. Luminaria tipo estancia a colocar.....	9
Ilustración 5. Tipo de extintor a colocar.....	17
Ilustración 6. Señalización tipo de extintor. ....	17
Ilustración 7. Cartelería a colocar para identificar caminos de salida hacia medios de escape.....	20
Ilustración 8. Cartelería a colocar en el medio de escape.....	20
Ilustración 9. Cartelería tipo para colocar en planta. ....	21
Ilustración 10. Cartelería tipo para colocar en el ingreso a la planta. ....	21
Ilustración 11. Gafas de montura universal.....	22
Ilustración 12. Pantalla de protección ocular.....	22
Ilustración 13. Tipos de calzado de seguridad. ....	23
Ilustración 14. Cartelería tipo a colocar. ....	23
Ilustración 15. Información que contienen los guantes de seguridad acerca de la protección.....	24
Ilustración 16. Guante de tela moteado.....	25
Ilustración 17. Clasificación de los guantes de cuero.....	26
Ilustración 18. Guante tejido bañado en nitrilo. ....	26
Ilustración 19. Guante de látex tejido bañado en látex.....	27
Ilustración 20. Clasificación de los guantes sintéticos.....	27
Ilustración 21. Cartelería tipo para uso de guantes.....	27
Ilustración 22. Anclaje dorsal.....	29
Ilustración 23. Anclaje esternal.....	29
Ilustración 24. Partes del casco.....	31
Ilustración 25. Cartelería tipo para protección craneana. ....	31
Ilustración 26. Clasificación de protectores auditivos. ....	32
Ilustración 27. Escalera señalizada y con goma antideslizamientos. ....	33
Ilustración 28. Cartelería tipo a colocar en escalera.....	33
Ilustración 29. Faja lumbar tipo. ....	35

Ilustración 30. Condiciones para levantamiento de cargas. ....	35
Ilustración 31. Indicaciones para levantamiento de cargas. ....	36
Ilustración 32. Cartelería para colocar en empresa y enseñar al trabajador los conceptos de SyH. ....	36
Ilustración 33. Distancias que se utilizan para indicar cómo levantar cargas. ...	37
Ilustración 34. Cartelería tipo a colocar en planta para protección ergonómica del trabajador. ....	38
Ilustración 35. Cartelería tipo a colocar en planta para protección ergonómica del trabajador. ....	38
Ilustración 36. Cubierta de rejillas en un compresor. ....	40
Ilustración 37. Distanciador tipo túnel. ....	40
Ilustración 38. Distanciador tipo perimétrico. ....	40
Ilustración 39. Caja exterior con dos tomacorrientes de 10 [A] a instalar. ....	45
Ilustración 40. Tomacorriente trifásico de 63 [A] tipo. ....	46
Ilustración 41. Tomacorrientes de 20 [A] tipo a instalar. ....	47
Ilustración 42. Tomacorriente trifásico aéreo tipo. ....	48
Ilustración 43. Tomacorriente trifásico mural tipo. ....	48
Ilustración 44. Tomacorriente monofásico mural tipo. ....	49
Ilustración 45. Modelo Roker de caja a utilizar y sus especificaciones técnicas. .....	61
Ilustración 46. Características de las bandejas portacables seleccionadas. ....	62
Ilustración 47. Curva de disparo de un magnetotérmico. ....	64
Ilustración 48. Curvas de disparo B, C y D. ....	65
Ilustración 49. Tipos de contacto. ....	66
Ilustración 50. Tolerancias de un ID. ....	67
Ilustración 51. Curvas de disparo ID. ....	68
Ilustración 52. ID tipo AC. ....	68
Ilustración 53. ID tipo A. ....	69
Ilustración 54. ID tipo F. ....	69
Ilustración 55. ID tipo B. ....	69
Ilustración 56. Curvas de limitación para interruptores Schneider modelo C120N. .....	75



Ilustración 57. Cartelería indicativa tipo a colocar en tableros eléctricos de riesgo eléctrico.....	81
Ilustración 58. Representación de tareas en una red.....	90
Ilustración 59. Diagrama de red .....	91

## Índice de tablas

Tabla 1. Cantidad de horas profesional mensual.....	3
Tabla 2. Carga de fuego por zona.....	12
Tabla 3. Riesgo del local en base a los elementos que contiene.....	13
Tabla 4. Potencial extintor mínimo para fuegos clase A.....	15
Tabla 5. Potencial extintor fuegos clase B. ....	15
Tabla 6. Agentes extintores, potencial extintor y capacidad.....	16
Tabla 7. Extintores a colocar por zona.....	16
Tabla 8. Ancho mínimo permitido para medios de escape según el edificio....	18
Tabla 9. Niveles de rendimiento según lesiones.....	24
Tabla 10. Resumen de los números mínimos de circuitos en inmuebles destinados a depósitos, transformación o elaboración de sustancias no inflamables.....	43
Tabla 11. Resumen de tipos de circuitos.....	44
Tabla 12. Demanda de potencia simultánea.....	49
Tabla 13. Coeficientes de simultaneidad.....	50
Tabla 14. Canalizaciones, conductores y cables permitidos según diferentes influencias externas.....	53
Tabla 15. Identificación de conductores.....	54
Tabla 16. Intensidad de corriente admisible [A], para temperatura ambiente de cálculo de 40°C.....	55
Tabla 17. Intensidad de corriente admisible [A], para temperatura ambiente de 40°C.....	56
Tabla 18. Secciones mínimas de conductores.....	57
Tabla 19. Factor de corrección para agrupamiento de más de un circuito monofásico o trifásico o más de un cable multipolar.....	58
Tabla 20. Sección nominal mínima de los conductores de puesta a tierra y protección.....	59
Tabla 21. Máxima cantidad de conductores por canalización.....	59
Tabla 22. (continuación).....	60
Tabla 23. Valores de GDC.....	71
Tabla 24. Valores de la variable k para los conductores de línea.....	73

Tabla 25. Valores máximos normalizados de energía específica para interruptores automáticos de hasta 16 [A], inclusive. ....	74
Tabla 26. Valores máximos normalizados de energía específica para interruptores automáticos entre 16 [A] y 32 [A], inclusive.....	74
Tabla 27. Valores de las máximas corrientes presuntas de cortocircuito previstas para los transformadores .....	76
Tabla 28. Potencia disipada por polo a corriente nominal.....	84
Tabla 29. Factor de simultaneidad (K) asignado para tableros que cumplen con IEC 60670-24. ....	85
Tabla 30. Tabla de selección para modelos de tableros de la serie MP. ....	86
Tabla 31. Tabla de selección para modelos de tableros modelo MP. ....	87
Tabla 32. Tareas a realizar dentro del proyecto.....	89
Tabla 33. Materiales - eje de SyH. ....	93
Tabla 34. MO y otros - eje SyH. ....	93
Tabla 35. Materiales – eje IE – Parte 1. ....	94
Tabla 36. Materiales - eje IE - Parte 2.....	95
Tabla 37. MO y otros - eje IE.....	95
Tabla 38. Consumos monofásicos de la planta.....	99
Tabla 39. Consumos trifásicos de la planta.....	100
Tabla 40. Distribución consumos en circuitos - Parte 1.....	101
Tabla 41. Distribución de consumos en circuitos - Parte 2.....	102
Tabla 42. Cálculos eléctricos - Parte 1.....	103
Tabla 43. Cálculos eléctricos - Parte 2.....	104
Tabla 44. Cálculos eléctricos - Parte 3.....	105
Tabla 45. Balance y cálculo de corriente para el TP. ....	106
Tabla 46. Balance y cálculo de corriente para el TS. ....	106
Tabla 47. Cálculos de corrientes de cortocircuito - Parte 1. ....	107
Tabla 48. Cálculo de corrientes de cortocircuito - Parte 2.....	108
Tabla 49. Determinación de la potencia a disipar dentro del TP. ....	109
Tabla 50. Determinación de la potencia a disipar dentro del TS. ....	109

## Introducción

En las páginas siguientes se desarrolla el Proyecto Final de Ingeniería por parte de una estudiante de la carrera Ingeniería Industrial, que consiste en el asesoramiento a una pequeña PyME de General Pico, ubicada en la calle 9 N° 2.482 denominada Crisba Cañerías S.R.L., que se dedica a la fabricación de cañerías rígidas y flexibles para el automotor. La planta cuenta con un total de 11 empleados.

Si bien la empresa presenta debilidades en diferentes temas que se han estudiado a lo largo de la carrera, al realizar un análisis de prioridades entre ellos, se opta por desarrollar dos ejes: uno correspondiente a Seguridad e Higiene y el otro a la parte de Instalación Eléctrica.

Se escoge la primera temática porque se considera un pilar fundamental que toda empresa debe tener presente, aplicado y por sobre todo en correcto funcionamiento; en el caso en consideración, se evidencia una gran deficiencia en varios puntos que competen a lo establecido por la Ley de Seguridad e Higiene en el trabajo.

El objetivo de este tema es eliminar todas las fuentes que provoquen accidentes, produzcan o no daños personales, eliminar la aparición de las enfermedades profesionales<sup>1</sup> por medio de la prevención, y reducción de las consecuencias en el caso de ocurrencia de estos hechos por existencia de fallas. El empleador al implementar estas recomendaciones va a tender a reducir sus costos de producción ya que se logra un aumento de la eficiencia, se reducen pérdidas directas o indirectas por accidentes, indemnizaciones por incapacidad, ausentismo y primas de seguro.

Se abordarán en este apartado los siguientes temas: requerimiento de personal profesional en materia de higiene y seguridad en la empresa, capacitación, iluminación, protección contra incendios, medios de escape, elementos de protección personal, escaleras, ergonomía, y riesgos mecánicos.

---

<sup>1</sup> Se entiende por enfermedad profesional a aquellas afecciones que sufre el trabajador, que son de aparición previsible, de manifestación lenta y gradual, originadas por las condiciones incorrectas en las que se realiza el trabajo.

El segundo eje se plantea por dos razones puntuales: una de ellas es la adquisición de un brazo robótico de soldadura que se encuentra actualmente sin uso porque la planta carece de potencia suficiente para montar su funcionamiento; y la otra razón es que se observan irregularidades en cuanto al tendido eléctrico y las conexiones existentes. Ambos motivos justifican la realización de una ampliación de potencia, que trae aparejados procedimientos que se realizan antes y después de la misma.

Por un lado, se requiere de un análisis basado en la superficie del inmueble (dato) y de los consumos, para conocer cuál es el nuevo valor de potencia que asegure el correcto funcionamiento de todos los elementos instalados y los futuros. Luego de ello, el proyecto debe presentarse a la Cooperativa Eléctrica de General Pico (CORPICO) para que los mismos aprueben el pedido realizado y procedan a cambiar la bajada de la planta. Culminadas estas etapas, hay que modificar internamente la instalación, lo que conlleva a cambios de conductores, protecciones y tableros, personal capacitado para realizar dichos cambios, paradas de planta, etc.

Enunciado lo anterior, el alumno va a desarrollar en el presente todos los ítems para que la empresa pueda presentar el proyecto y proceder a comenzar con su nueva instalación eléctrica, garantizándoles así utilizar todos los elementos que poseen y por sobre todo, en forma segura.

Para ambos temas elegidos, se desarrollará un diagrama de Gantt para presentar la programación del proyecto, es decir, un esquema que muestre los tiempos necesarios para la ejecución del mismo, y los costos de inversión requeridos.

## Seguridad e Higiene

### Personal de Seguridad e Higiene dentro de la empresa y capacitación

Según el Decreto 1338/96<sup>2</sup>, el Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo tiene como misión fundamental implementar la política fijada por el establecimiento en la materia, tendiente a determinar, promover y mantener adecuadas condiciones ambientales en los lugares de trabajo. Asimismo, deberá registrar las acciones ejecutadas tendientes a cumplir con dichas políticas.

Los empleadores deberán disponer de la siguiente asignación de horas-profesional mensuales en el establecimiento en función del número de trabajadores equivalentes<sup>3</sup> y de los riesgos de la actividad, definida según la obligación de cumplimiento de los distintos capítulos del Anexo I del Decreto N°351/79:

Cantidad trabajadores equivalentes	A (Capítulos 5, 6, 11, 12, 14, 18 al 21)	B (Capítulos 5, 6, 7 y 11 al 21)	C (Capítulos 5 al 21)
1 - 15	-	2	4
16 - 30	-	4	8
31 - 60	-	8	16
61 - 100	1	16	28

Tabla 1. Cantidad de horas profesional mensual.

En este caso, con un total de 7 trabajadores equivalentes y teniendo en cuenta los diferentes procesos realizados en la planta y sus derivados (materiales manipulados, herramental utilizado, etc.), se cumple la condición C. Por lo tanto, será necesario contar con 4 horas mensuales de un profesional.

Por otra parte, según lo establecido por el Capítulo 21 del Decreto 351/79, todo empleador está obligado a capacitar a su personal en materia de higiene y seguridad, en prevención de enfermedades profesionales y accidentes del trabajo, de acuerdo a las características y riesgos propios, generales y trabajo,

<sup>2</sup> Servicios de Medicina y de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Trabajadores equivalentes. Deróganse los Títulos II y VIII del Anexo I del Decreto N° 351/79.

<sup>3</sup> Trabajadores dedicados a las tareas de producción.

específicos de las tareas que desempeña. Para ello, el profesional diseñará un mapa de riesgos para cada puesto de trabajo y así conocer y capacitar al personal para cada uno de los peligros a los que se enfrenta a diario.

Todos los sectores del establecimiento en sus distintos niveles (gerencia, supervisores y/o encargados, administrativos y trabajadores de producción) recibirán capacitación, y se efectuará mediante charlas con complementadas con material educativo gráfico, avisos y carteles que indiquen las medidas de higiene y seguridad. Todos los integrantes de la empresa deben cumplir las medidas adoptadas por el personal de higiene y seguridad y cumplir con sus obligaciones.

## Iluminación

### Iluminación interior diaria

Para determinar las luminarias requeridas en el sector productivo, se utiliza lo dispuesto por el Anexo IV, correspondiente a los artículos 71 a 84 de la Reglamentación aprobada por Decreto N° 351/79 de la Ley N° 19.587, Ley de Higiene y Seguridad.

En el Anexo mencionado anteriormente se puede observar que en la Tabla N°14 que establece la Intensidad Media de Iluminación para Diversas Clases de Tarea Visual, para una tarea moderadamente crítica y prolongada, con detalles medianos (trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo), se necesita una iluminación sobre el plano de trabajo entre 300 y 750 lux.

Además, según la Tabla N°25 que proporciona la Intensidad mínima de iluminación (Basada en norma IRAM-AADL J 20-06), de acuerdo con el tipo de edificio, local y tarea visual, para una industria metalúrgica se requiere un valor mínimo de iluminación de 300 lux.

Ahora bien, en base a las medidas del local, podemos calcular cuántas luminarias se necesitan y para ello, lo que haremos es dividir el local en dos

---

<sup>4</sup> Ley 19.587 – Página N° 100

<sup>5</sup> Ley 19.587 – Página N° 105

zonas de muestreo porque una parte de la superficie está ocupada con oficinas. Entonces, se dividirá en una zona color verde (V) de:

$$largo = 28,2 [m](a)$$

$$ancho = 20 [m](b)$$

Y una de color rojo (R) de:

$$largo = 6,5 [m](a)$$

$$ancho = 8,7 [m](b)$$

Para ambas situaciones se tiene:

$$alto = 8 [m] \rightarrow \text{si lo considero plano son } 6 [m](H)$$

$$altura \text{ del plano de trabajo al suelo} = 0,85 [m](h')$$

$$altura \text{ entre el plano de trabajo y el plano de las luminarias} = 4,15 [m](h)$$

$$Altura \text{ entre el techo y el plano de las luminarias} = 1 [m](d')$$



Ilustración 1. Alturas cálculo de iluminación.

Si calculamos la altura mínima y óptima entre el plano de trabajo y las luminarias, obtenemos:

$$h_{\text{óptimo}} = \frac{4}{5}(H - h') = 4,12 [m]$$

$$h_{\text{mínimo}} = \frac{2}{3}(H - h') = 3,43 [m]$$



Como se puede observar, el valor propuesto se encuentra dentro de lo considerado como óptimo.

Con los datos recientemente obtenidos, debemos calcular el índice del local  $k$ , que nos sirve para saber cuántos puntos debemos medir para saber la iluminación con la que cuentan actualmente:

$$k_V = \frac{axb}{hx(a+b)} = \frac{28,2 \times 20}{4,15 \times (28,2 + 20)} = 2,8$$

$$k_R = \frac{axb}{hx(a+b)} = \frac{6,5 \times 8,7}{4,15 \times (6,5 + 8,7)} = 0,9$$

Como el número debe ser un entero y se aproxima más a 3 que a 2 para el sector verde y a 1 en el caso rojo, se adopta  $k_V = 3$  y  $k_R = 1$ .

Ahora bien, para continuar con el cálculo, debemos conocer el índice de refracción que tiene cada material del techo, suelo y pared. Mediante la observación de la instalación vemos que tiene un techo color aluminio mate, una pared de ladrillo claro y suelo de color gris claro.

*techo:* 0,55 – 0,6

*pared:* 0,3 – 0,4

*suelo:* 0,4 – 0,5

La tarea que se desarrolla dentro de la fábrica se consideró moderadamente crítica y prolongada, con detalles medianos (trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje), que requiere un nivel de iluminación medio ( $E_{med}$ ) y mínimo ( $E_{min}$ ) de:

$$300 [lux] \leq E_{med} < 700 [lux]$$

$$E_{min} = 300 [lux]$$

Con el índice del local calculado anteriormente, hallamos el número de puntos a medir como:

$$N^{\circ} \text{ puntos} = (k + 2)^2$$

Dónde:

$$N^{\circ} \text{ puntos}_V = (3 + 2)^2 = 25 \text{ puntos.}$$

$$N^{\circ} \text{ puntos}_R = (1 + 2)^2 = 9 \text{ puntos.}$$

77	17	60	37
28	50	24	63
79	120	95	33
53	74	34	65
34	44	108	98
	40	47	21
<b>Oficinas</b>	<b>Ingreso</b>	47	35
		38	48
		27	60

Ilustración 2. Plano de mediciones de luminosidad en el sector de producción (planta baja).

Se realiza mediante la siguiente ecuación el cálculo para corroborar que la iluminación es menor a lo que exige la norma:

$$E_{med} = \frac{\sum \text{valores medidos}}{\text{cantidad de puntos medidos}} [\text{lux}]$$

Entonces:

$$E_{medV} = \frac{1301}{23} = 56,56 [\text{lux}] < 300 [\text{lux}]$$

$$E_{medR} = \frac{306}{8} = 38,25[lux] < 300 [lux]$$

Se optará por diferentes luminarias para cada sector, para el verde se selecciona una luminaria de la marca Alic, línea Forza, de 95 [W] de potencia y un flujo luminoso de 9000 [lm] (código LAM6903), y para el rojo se utilizarán también de la marca Alic, línea ECO led, de 38 [W] de potencia y un flujo luminoso de 3300 [lm] (código LAM8937). Se opta por tecnología LED para que los costos sean menores ya estas tienen mayor vida útil y el consumo es menor a las luminarias convencionales.

Para cada sector se obtiene:

$$\Phi_{tV} = E_{med\ necesario} \times S = 300 \times (28,2 \times 20)[lm] = 169200 [lm]$$

$$\Phi_{tR} = E_{med\ necesario} \times S = 300 \times (6,5 \times 8,7)[lm] = 16965 [lm]$$

Donde:

$S$  = superficie del local considerada

El número de luminarias necesarias ( $N_l$ ) para el sector verde es:

$$N_{IV} = \frac{\Phi_{tV}}{\Phi_l} = \frac{169200}{9000} = 18,8 = 19 \text{ luminarias}$$

Y para el sector rojo:

$$N_{IR} = \frac{\Phi_{tR}}{\Phi_l} = \frac{16965}{3300} = 5,1 = 5 \text{ luminarias.}$$

Para el caso del sector verde, se decide adicionar una luminaria más, justificado por las condiciones de superficie a la hora de realizar la distribución y además que no presenta el ingreso de luz natural a través de ventanas, lo cual hace que en estaciones del año el lugar cuente con un bajo valor de iluminación.

Para el sector rojo también se decide colocar una luminaria más, pero se utilizarán 4 unidades de la marca seleccionada, y 2 unidades de la marca Italavia (ELT), tipo estanca led de 20 [W] y 2000 [lm] (código 82402000) amuradas a la pared y que iluminan directamente al plano de trabajo del personal que se encuentra allí. De esta forma, se evita el cansancio visual del empleado por el

reflejo de la luminaria en la pared blanca y que tenga a sus espaldas la luz, provocando el esfuerzo visual.

En el plano de la empresa (Ver Anexo III) se observa cómo es el emplazamiento de estas, que se define de acuerdo con las dimensiones de largo y ancho del local, y de la cantidad de luminarias.

Por otro lado, y relacionado al tema de iluminación, la empresa cuenta con un primer piso por encima del sector oficinas de 50 [m<sup>2</sup>], el cual se está destinando a depósito de determinada materia prima y de moldes obsoletos. En este espacio no se realizó el estudio del flujo luminoso ya que no posee luminarias, por lo cual se decidió colocar dos iguales a las del sector de producción color rojo que se emplazarán a la altura de seis metros desde planta baja.



Ilustración 3. Luminaria tipo galponera a colocar.



Ilustración 4. Luminaria tipo estancia a colocar.

### Iluminación interior de emergencia

Se recomienda además de la anterior, que exista iluminación de emergencia en la planta para aquellas situaciones en que se corte el suministro de energía

eléctrica, ya sea por motivo interno o externo. De esta forma, el personal puede observar la cartelería en caso de tener que utilizar los medios de escape, evitar algún tipo de accidente laboral por el hecho de no observar con claridad, o simplemente tener visualización para manejarse dentro de la misma hasta solucionar el problema o esperar el regreso de la energía.

Se sugiere optar por tecnología LED, y colocar tanto en producción como en oficinas.

### Protección contra incendios

Para este apartado, se utilizará lo indicado en el Capítulo 18 del Anexo VII correspondiente a los artículos 160 a 187 de la Reglamentación aprobada por Decreto N° 351/79.

Los objetivos por cumplimentar son:

1. Dificultar la iniciación de incendios.
2. Evitar la propagación del fuego y efectos de los gases tóxicos.
3. Asegurar la evacuación de las personas.
4. Facilitar el acceso y las tareas de extinción al personal de bomberos.
5. Proveer las instalaciones de detección y extinción.

### Carga de fuego

Este cálculo se realizará para determinar el número y clase de extintores a colocar, lo que permite evaluar el riesgo de incendio de un local. Para realizar el análisis se divide la planta en tres zonas, por un lado la parte productiva (planta alta y baja) y el sector oficinas e ingreso.

La carga de fuego se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$q_e = \frac{q}{P_C * S}$$

Donde:

$q_e$  [kg/m<sup>2</sup>] = carga equivalente

$q$  [Mcal] = carga de fuego del local

$P_c [Mcal/kg]$  = poder calorífico de la madera (se toma este valor para realizar la equivalencia)

$S [m^2]$  = superficie cubierta

Para poder realizar este cálculo, se relevan los elementos combustibles que posee el edificio y su cantidad (peso en kilogramos), que se muestran en la tabla 2, en donde además figura el cálculo de la carga de fuego del material  $q$ , que se obtiene mediante el producto entre su poder calorífico (en  $[Mcal/m^2]$  o  $[Mcal/m^2]$ ) y la cantidad que hay presente de dicho material (ya sea en  $[kg]$  o en  $[m^2]$ ). La carga de fuego del local es la suma de la carga de fuego de cada material involucrado.

Fuego	Zona	Cantidad	Mcal/kg	kg	Q [Mcal]
<b>Oficinas</b>					
<b>Clase A</b>	Escritorio de madera	3	4,4	10	132,00
	Mostrador de madera	1	4,4	35	154,00
	Muebles de madera	3	4,4	15	198,00
	Pared de madera	9	4,4	63	2.494,80
	Papel	1	4	20	80,00
	Cartón	1	4	2	8,00
<b>Clase C</b>	Cables	1	1,2	20	24,00
	Computadoras e impresoras	3	7	1,5	31,50
<b>Total:</b>					3.122,30
<b>Producción (PB)</b>					
<b>Clase A</b>	Papel	1	4	50	200,00
	Cartón	1	4	10	40,00
	PVC	1	5	50	250,00
	Polietileno	1	11	20	220,00
	Caucho	1	10	200	2.000,00
	Poliamida	3	10	20	600,00
	Madera	1	4,4	300	1.320,00
<b>Clase C</b>	Computadoras e impresoras	1	7	1,5	10,50
	Cables	1	1,2	1000	1.200,00
<b>Clase B</b>	Pintura	1	11,5	20	230,00
	Aceite lubricante/grasas	1	9,79	10	97,90
	Acetileno	1	12	2	24,00
	Alcohol	2	6,62	1	13,24
	Gas oil	1	10,63	5	53,15
	Nafta	1	10	5	50,00
<b>Total:</b>					6.308,79
<b>Producción (PA)</b>					
<b>Clase A</b>	Poliamida	1	30	50	1.500,00
	Caucho	1	15	700	10.500,00
	Cartón	1	4	2	8,00
<b>Clase B</b>	Cables	1	1,2	5	6,00
<b>Total:</b>					12.014,00

Tabla 2. Carga de fuego por zona.

Por lo tanto, la carga de fuego de la empresa es:

$$q_e = \frac{(3122,30 + 6308,79 + 12014)[Mcal]}{4,4 \left[ \frac{Mcal}{kg} \right] * 700[m^2]} = 6,96 \left[ \frac{kg}{m^2} \right]$$

### Extintores

Los extintores serán seleccionados por clase de fuego o riesgo, en concordancia con la aptitud que tiene el agente extintor que contienen; para determinar las

condiciones a aplicar, deberá considerarse el riesgo que implican las distintas actividades predominantes en los edificios, sectores o ambientes de los mismos.

A tales fines se establecen los siguientes riesgos, que se encuentran tabulados<sup>6</sup>:

Clasificación de los materiales según su combustión							
Actividad predominante	Riesgo 1 (Explosivo)	Riesgo 2 (Inflamable)	Riesgo 3 (Muy combustible)	Riesgo 4 (Combustible)	Riesgo 5 (Poco combustible)	Riesgo 6 (Incombustible)	Riesgo 7 (Refractarios)
Residencial; Administrativo	NP	NP	R3	R4	-	-	-
Comercial; Industrial; Depósito	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Espectáculos; Cultura	NP	NP	R3	R4	-	-	-

Tabla 3. Riesgo del local en base a los elementos que contiene.

La sigla “NP” que aparece en la tabla anterior, significa No permitido, y el Riesgo 1 “Explosivo”, se considera como fuente de ignición.

De acuerdo a la tabla, determinamos que el riesgo del local es del tipo “Muy combustible” (Riesgo 3), debido a los materiales que se encuentran enlistados en la Tabla 1 utilizada para calcular la carga térmica.

En segundo lugar, los extintores se elegirán según su mayor potencial extintor o su capacidad extintora. Los matafuegos se clasifican asignándoles una notación e identificación consistente en un número seguido de una letra, el número indica la capacidad relativa de extinción para la clase de fuego identificada por la letra. Este potencial extintor debe estar certificado por ensayos normalizados pues a mayor número, mayor capacidad extintora.

Por los materiales nombrados en la tabla, estamos en presencia de fuegos clase A: fuegos que se desarrollan sobre combustibles sólidos, como ser madera, papel, telas, gomas, plásticos y otros; fuegos clase B: fuegos sobre líquidos inflamables, grasas, pinturas, ceras, gases y otros; y fuegos clase C: fuegos sobre materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica. En base a lo expuesto, se utilizará un agente extintor de polvo

<sup>6</sup> Decreto 351/79, Anexo VII (Página N° 141)



químico que otorga una extinción rápida actuando como catalizador, inhibiendo la reacción de la combustión.

Para el caso de aplicación, el Artículo 178 de la Ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo establece que siempre que se encuentren equipos eléctricos energizados, se instalarán matafuegos de la clase C. Dado que el fuego será en sí mismo clase A o B, los matafuegos serán de un potencial extintor acorde con la magnitud de los fuegos clase A o B que puedan originarse en los equipos eléctricos y en sus adyacencias.

Por otra parte, el Artículo 176 de la Ley citada en el párrafo anterior exige que deberá instalarse como mínimo un matafuego cada 200 metros cuadrados de superficie a ser protegida, y la máxima distancia a recorrer hasta el matafuego será de 20 metros para fuegos de clase A y 15 metros para fuegos de clase B. Por lo tanto, la cantidad de matafuegos en cada sector se calculará como:

$$Cant.matafuegos = \frac{superficie\ del\ sector[m^2]}{200[m^2]}$$

Los extintores se ubicarán visiblemente donde sea de fácil acceso y se puedan manipular en forma inmediata en caso de incendio. Se ubicarán preferentemente en los pasillos de tránsito, incluyendo salida de sectores, y se instalarán en soportes, ménsulas o colocados en gabinetes de forma que su parte superior este a una altura comprendida entre los 1,2 y 1,5 metros del suelo para matafuegos de hasta 20 kg, y no mayor a 1 metro en el caso de superar los 20 kg<sup>7</sup>.

Con la carga equivalente obtenida, se determinará el potencial extintor requerido en base a las tablas siguientes:

---

<sup>7</sup> Requisitos establecidos por Norma IRAM 3517: Extintores (matafuegos) manuales y sobre ruedas, Parte 1 y 2).

Carga de fuego	Riesgo				
	R1	R2	R3	R4	R5
hasta 15 kg/m <sup>2</sup>	-	-	1A	1A	1A
16 a 30 kg/m <sup>2</sup>	-	-	2A	1A	1A
31 a 60 kg/m <sup>2</sup>	-	-	3A	2A	1A
61 a 100 kg/m <sup>2</sup>	-	-	6A	4A	3A
>100 kg/m <sup>2</sup>	A determinar en cada caso				

Tabla 4. Potencial extintor mínimo para fuegos clase A.

Carga de fuego	Riesgo				
	R1	R2	R3	R4	R5
hasta 15 kg/m <sup>2</sup>	-	6B	4B	-	-
16 a 30 kg/m <sup>2</sup>	-	8B	6B	-	-
31 a 60 kg/m <sup>2</sup>	-	10B	8B	-	-
61 a 100 kg/m <sup>2</sup>	-	20B	10B	-	-
>100 kg/m <sup>2</sup>	A determinar en cada caso				

Tabla 5. Potencial extintor fuegos clase B.

Tipo	Peso	Valor
Polvo químico ABC	10 KG	6A - 60B - C
Polvo químico ABC	5 KG	6A - 40B - C
Polvo químico ABC	2,5 KG	3A - 20B - C
Polvo químico ABC	1 KG	1A - 3B - C
Anhidrido Carbónico	2 KG	2 BC
Anhidrido Carbónico	3,5 KG	3 BC
Anhidrido Carbónico	5 KG	5 BC
Anhidrido Carbónico	7 KG	5 BC
Anhidrido Carbónico	10 KG	10 BC
Acetato de potasio - Clase K	6 y 10 L	2A - K
HCFC	5 KG	1A - 10B - C
Espuma AB	10 L	2A - 20B

[www.firensesoft.blogspot.com.ar](http://www.firensesoft.blogspot.com.ar)

Tabla 6. Agentes extintores, potencial extintor y capacidad.

Para cada sector se obtiene:

Zona	Q [Mcal]	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Carga de Fuego [kg/m <sup>2</sup> ]	Extintores	Pot. Extintor	Tipo	kg
<b>Oficinas</b>	3.122,30	73,03	9,72	1	3A-20B-C	Triclase	2,5
<b>Producción (PB)</b>	6.308,79	620,55	2,31	4	3A-20B-C	Triclase	2,5
<b>Producción (PA)</b>	12.014,00	50,5	54,07	1	3A-20B-C	Triclase	2,5

Tabla 7. Extintores a colocar por zona.

Se muestra a continuación el tipo de matafuego a instalar y su correspondiente señalización:



Ilustración 5. Tipo de extintor a colocar.



Ilustración 6. Señalización tipo de extintor.

## Medios de escape

Para calcular cuántos medios de escape y de qué medida deben ser, se deben utilizar datos que refieren a las personas que ocupan o podrían ocupar la planta fabril.

Según el uso del local, el punto 3.1.2 del Anexo VII<sup>8</sup>, establece el factor de ocupación para cada edificio en particular. En este caso, la empresa entra dentro de la categoría “edificio industrial”, y se establece que tiene un factor de ocupación “x” igual a 16 [m<sup>2</sup>], este factor nos permite conocer la cantidad máxima de personas que puede contener el edificio, según la fórmula siguiente:

$$\text{cant. personas} = \frac{\text{superficie}}{x}$$

<sup>8</sup> Decreto 351/79 (Página N° 143)

La empresa tiene una superficie de 710 [m<sup>2</sup>], por lo tanto:

$$\text{cant. personas} = \frac{710 \text{ [m}^2\text{]}}{16 \text{ [m}^2\text{]}} = 44,4 \rightarrow \text{se toma } 44$$

Luego, se deben calcular las unidades de ancho de salida, es decir, el espacio requerido para que las personas puedan pasar por una sola fila por el medio de escape en caso de una evacuación. Este valor se determina según lo establecido en el decreto 351/79, que se indica a continuación:

Ancho mínimo permitido		
Unidades	Edificios nuevos	Edificios existentes
2 unidades	1,10 [m]	0,96 [m]
3 unidades	1,55 [m]	1,45 [m]
4 unidades	2,00 [m]	1,85 [m]
5 unidades	2,45 [m]	2,30 [m]
6 unidades	2,90 [m]	2,80 [m]

Tabla 8. Ancho mínimo permitido para medios de escape según el edificio.

El ancho mínimo que puede tener un medio de escape es dos unidades de ancho de salida, que para calcularlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{100}$$

Donde:

$n$  = número de anchos de salida

$N$  = cantidad de personas a evacuar

Por lo tanto:

$$n = \frac{44}{100} = 0,44 \rightarrow \text{se toma } n = 1$$

Apelando a la Tabla 8, el ancho mínimo permitido para un edificio existente es dos anchos de salida es de 0,96 [m].

Luego, se determina según lo establece el Apartado 3.1.3.2 el número de escapes a través de la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ escapes} = \frac{n}{4} + 1$$

$$N^{\circ} \text{ escapes} = \frac{1}{4} + 1 = 1,25$$

Si bien el valor calculado como máximo de ocupantes es de 44 personas, se declara como límite que existirá una ocupación de 30 personas (la capacidad instalada de la planta en un futuro no puede admitir tanta ocupación por parte de personal), pero aun así se adopta 2 medios de escape y dos unidades de salida, porque la superficie tiene un gran porcentaje ocupado por máquinas y estanterías, y la distancia a recorrer hacia el medio de escape no debe superar los 40 [m]; por lo tanto si se desarrolla un incendio en el medio de la planta, que tanto despacho como producción pueden recurrir a un medio de escape cercano sin quedar atrapados.

Para producción se opta por realizar un medio de escape de dos anchos de salida en el portón existente que da hacia el patio, con barral antipánico, y continuar utilizando la salida actual que da hacia Calle 9 como salida de emergencia, propuesta por el personal que realizó el informe para habilitación de la empresa. La puerta de salida hacia el patio permanecerá sin llave durante la jornada laboral, pero la misma estará colocada en la cerradura, al igual que la que deriva en la línea municipal de Calle 9, con la diferencia que ésta si permanece con llave. De esta forma, en caso de evacuar el edificio se encuentran las llaves a disposición del personal.

Para el sector de oficinas y mesa de entrada, se tomará como salida de emergencia la puerta de ingreso a la anterior, para lo cual se aconseja trasladar el mostrador para el otro extremo de su actual ubicación porque en la forma presente obstruye las vías de escape.

Se colocarán dentro de la planta los siguientes carteles de señalización para indicar al personal hacia dónde dirigirse en caso de ocurrir un incendio.



Ilustración 7. Cartelería a colocar para identificar caminos de salida hacia medios de escape.



Ilustración 8. Cartelería a colocar en el medio de escape.

Además de esto, se realizará la marcación correspondiente en el suelo de pasillos, áreas de trabajo y vías de escape (esto último mediante la utilización de flechas) con cinta demarcatoria amarilla, lo cual ayudará a acercarse a los medios de escape por los lugares adecuados.

### Protección personal

Los equipos y elementos de protección personal son aquellos destinados a ser llevados o sujetos por el trabajador para que lo proteja de los riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio a tal fin. El marco legal vigente con referencia a éstos es la Ley 19.587, a través del Decreto 351/79, Apartado VI – Protección Personal del Trabajador, Capítulo 19 – Equipos y Elementos de Protección Personal (EPP) (artículos 188 a 203 inclusive).

Los EPP serán de uso individual y no intercambiable, y serán otorgados a los trabajadores para su uso obligatorio. Cada uno de estos elementos brindará protección al riesgo al que se va a estar expuesto, serán confortables, no restringirán movimientos, serán resistentes y se ajustarán a la Norma IRAM correspondiente. Se recomienda entonces al empleador otorgar equipos de aquellas marcas que se encuentren en el listado de EPP certificados provisto por la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT) de la Nación<sup>9</sup> y además, completar para cada uno de ellos el “Formulario para el registro de entrega de

---

<sup>9</sup> <https://www.argentina.gob.ar/srt/prevencion/epp>

elementos de protección personal y ropa de trabajo”, el cuál firmará cada empleado al momento de la entrega.

En primer lugar, serán determinados qué elementos son necesarios en la planta en base a las tareas que realizan, que son: soldadura, cepillado y desbaste en amoladora de banco y de mano, corte con amoladora de mano, corte con sierras sin fin y sensitiva, tornería, doblado de caños, ensamble de productos, conformado de poliamida en horno, corte de poliamida en sierra a tal fin, agujereado de piezas, prensado, cierre de caños en balancín.



Ilustración 9. Cartelería tipo para colocar en planta.



Ilustración 10. Cartelería tipo para colocar en el ingreso a la planta.

### Equipos de protección ocular<sup>10</sup>

<sup>10</sup> La norma que rige la protección ocular es la Norma IRAM 3160, a la cual se debe ajustar el empleador cuando compra estos elementos.



Destinados a proteger los ojos y la cara del trabajador ante riesgos externos (proyección de partículas, salpicaduras, radiaciones)

- **Gafas de protección:** su capacidad protectora se limita a los ojos
  - Gafas de montura universal: protectores de los ojos cuyos oculares están acoplados a/en una montura con patillas. Pueden contar o no con protectores laterales.



Ilustración 11. Gafas de montura universal.

- Pantallas de protección: resguarda los ojos y parte o la totalidad de la cara u otras zonas de la cabeza.



Ilustración 12. Pantalla de protección ocular.

### Protección de miembros inferiores

En este caso, se habla del calzado de seguridad<sup>11</sup>, que es un tipo de calzado que incorpora elementos de protección destinados a proteger al usuario de lesiones que puedan causar accidentes en aquellos sectores de trabajo para los que el mismo ha sido concebido. Estarán equipados con punteras diseñadas para ofrecer protección de los dedos frente al impacto.

Como se observa en la Ilustración 13, se fabrican diferentes tipos de calzados. La diferencia a la hora de su selección radica en el tipo de superficie

---

<sup>11</sup> La norma que rige el calzado es la Norma IRAM 3610:2012, a la cual el empleador debe ajustarse para comprar este tipo de calzado.

donde el empleado desempeña sus tareas. En este caso, al tratarse de un área que no presenta desniveles o irregularidades, el uso de zapato o botín es adecuado:

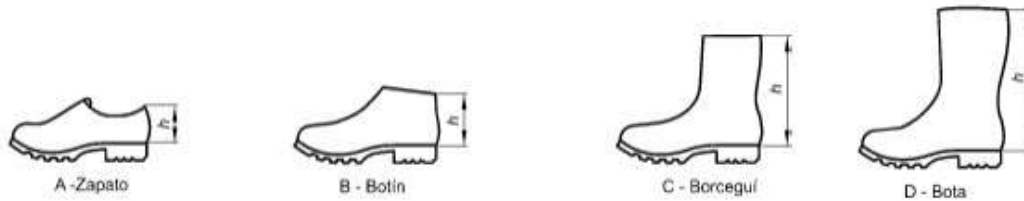


Ilustración 13. Tipos de calzado de seguridad.



Ilustración 14. Cartelería tipo a colocar.

Este calzado debe cumplir tanto las condiciones o requisitos generales que impone la Norma (características del calzado terminado, cuello, lengüeta, material, caña, plantilla, etc.) como los adicionales para aplicaciones especiales.

### Protección de manos y brazos - Guantes de seguridad

Hay diferentes tipos de guantes dependiendo la aplicación, que se clasifican en dos grandes grupos: guantes de cuero y guantes sintéticos. En base a los procesos que se realizan en la planta, se deben utilizar de ambos tipos, en su mayoría para riesgos mecánicos<sup>12</sup>. En este caso, estos guantes protegen al trabajador de lesiones como cortes, abrasiones, golpes, aplastamiento, etc. Estos deben presentar niveles mínimos de rendimiento que se establecen en la siguiente tabla:

---

<sup>12</sup> Según Norma IRAM 3607.

Niveles mínimos de rendimiento	1	2	3	4	5
Abrasión (N° de ciclos)	100	500	2.000	8.000	
Corte por cuchilla (Índice)	1,2	2,5	5,0	10,0	20,0
Desgarro (Newtons)	10	25	50	75	
Perforación (Newtons)	20	60	100	150	

Tabla 9. Niveles de rendimiento según lesiones.

Dichas características se definen como:

- Resistencia a la abrasión: número de ciclos necesarios para deteriorar la muestra a una velocidad constante.
- Resistencia al corte por cuchilla: número de ciclos necesarios para cortar la muestra a una velocidad constante.
- Resistencia al desgarro: fuerza necesaria para desgarrar la muestra.
- Resistencia a la perforación: fuerza necesaria para perforar una muestra con un punzón normalizado.

La mayoría de los guantes que se emplearan en las diversas tareas tienen esta marcación, que viene impresa en los mismos. A continuación, se presenta la estampa modelo que poseen los guantes en la cual se puede observar que, además de los niveles de rendimiento, presentan otras características importantes a la hora de su selección:

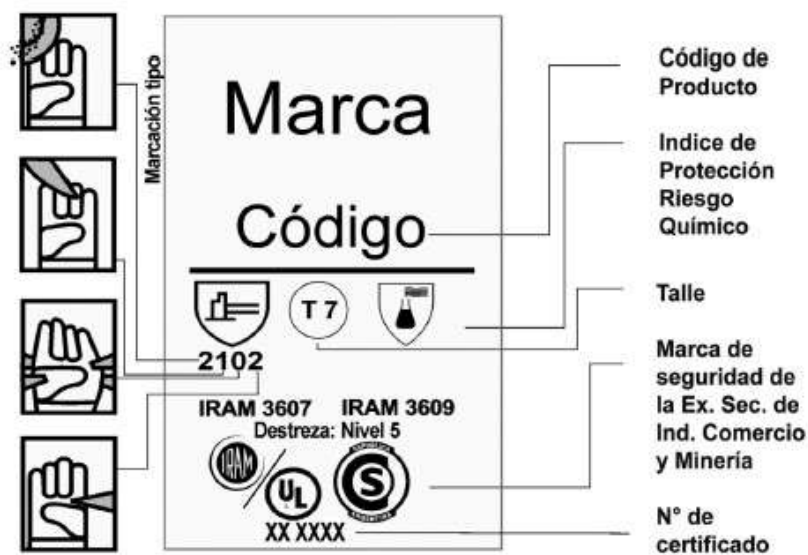


Ilustración 15. Información que contienen los guantes de seguridad acerca de la protección.

En lo que concierne a guantes de cuero<sup>13</sup>, clasificados e ilustrados en la Imagen 17, se utilizarán los siguientes tipos:

- *Descarne tipo soldador*: para las diferentes soldadoras tanto autógena, de inducción como eléctrica, que protege la mano contra proyecciones y/o material fundente, y el forro interno cosido aísla la temperatura.
- *Vaqueta/descarne tipo americano*: para las tareas con sierra sensitiva, amoladoras y agujereadoras (de banco o de mano), ya que es un guante de alta resistencia mecánica apropiado para tareas donde se necesiten altos niveles de protección a la abrasión, desgarró y punción sin comprometer la dexteridad (destreza).
- *Vaqueta tipo Lincoln*: para tareas diarias en la que se manipulan diferentes objetos; su tamaño aporta gran comodidad y se utiliza en el manejo de diversas máquinas, ya que no entorpece las tareas habituales.

Existe otro modelo que también se emplea en usos múltiples y se amolda más a la mano del operador, y son de tela con puntos de PVC en la parte inferior de la mano:



Ilustración 16. Guante de tela moteado.

---

<sup>13</sup> Los guantes de cuero tienen una Norma IRAM (6603) que rige específicamente para ellos.

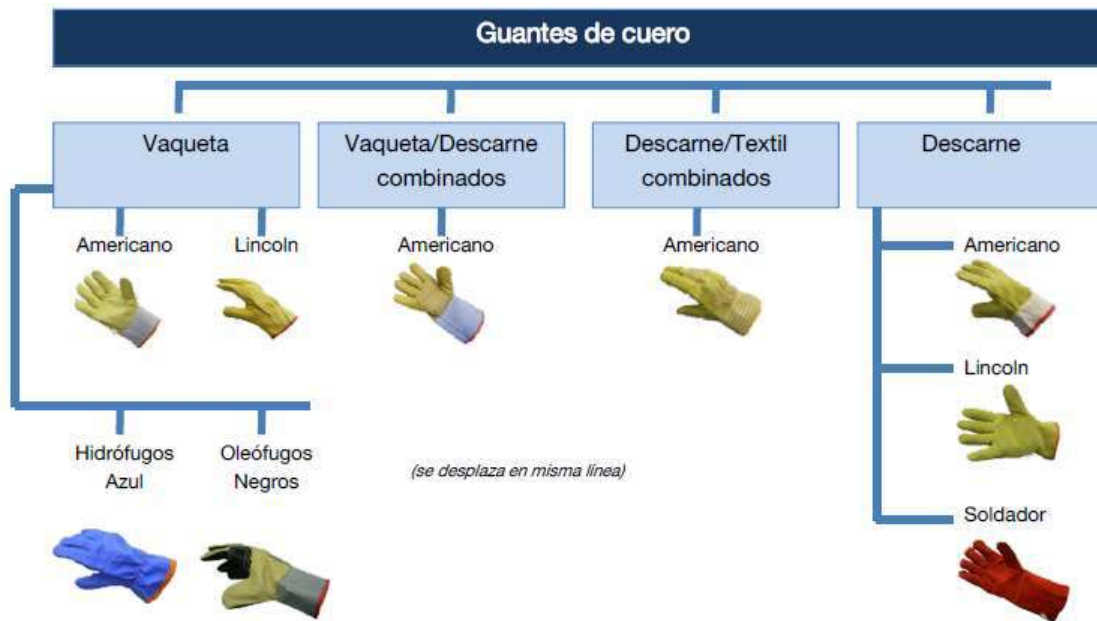


Ilustración 17. Clasificación de los guantes de cuero.

En lo que respecta a guantes sintéticos, clasificados en la Ilustración 20, se utilizarán los siguientes:

- *Guante de nitrilo tejido, bañado en nitrilo:* es un guante tejido en poliéster, sin costuras internas. Estos guantes se utilizan en tareas donde se manipulan piezas engrasadas o con aceite, y para el caso de aplicación se utilizarán para trabajar con caños (descarga, traslado, almacenamiento, etc.).



Ilustración 18. Guante tejido bañado en nitrilo.

- *Guante de látex tejido, bañado en látex:* es un guante con tejido textil recubierto en látex rugoso. Estos se utilizan en tareas donde se necesita dexteridad en el agarre de piezas mayormente húmedas, por lo tanto se utilizará para manipular las poliamidas conformadas al momento de retirarlas del molde.



Ilustración 19. Guante de látex tejido bañado en látex.

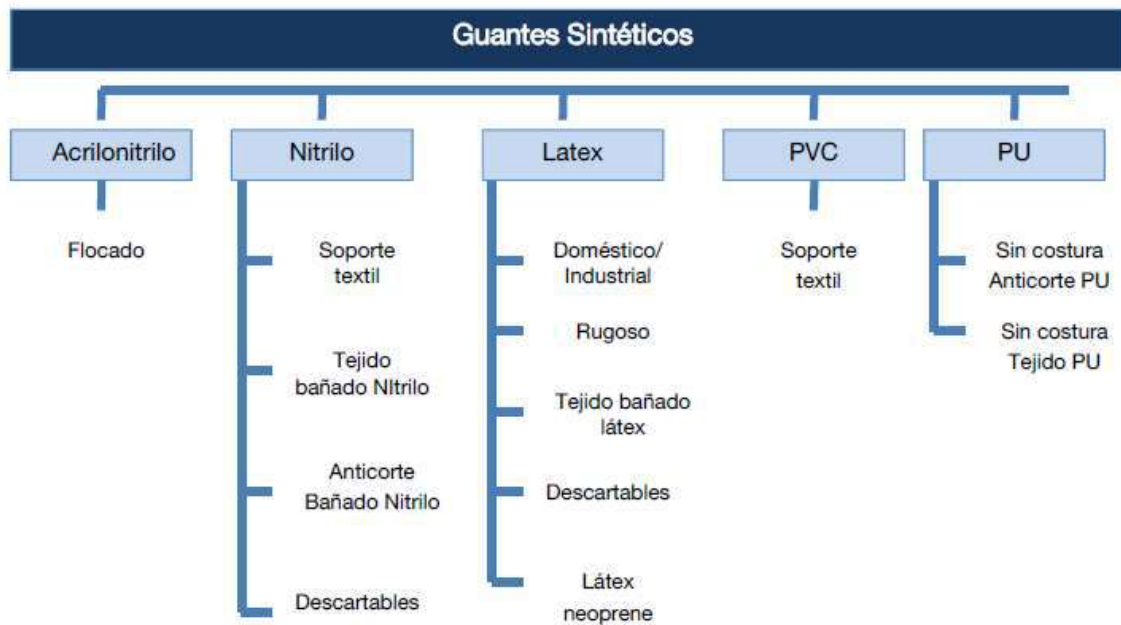


Ilustración 20. Clasificación de los guantes sintéticos.



Ilustración 21. Cartelería tipo para uso de guantes.

### Protección para caídas desde altura

Se utilizará este tipo de protección puesto que deben buscar moldes que se encuentran en estanterías de hasta seis metros de altura, y colocar productos

terminados a altura máxima de cuatro metros. En el primer caso se utiliza una escalera de hierro con barandas, pero en el segundo se utilizan dos de madera, una en condiciones óptimas y otra en un estado que corre mayor peligro la salud y vida del trabajador. Se recomienda utilizar arnés anticaída con toma frontal o dorsal superior. Se debe complementar con un elemento de amarre a la escalera (en el caso de la de hierro), y colocar desde el techo puntos de anclaje que dispongan de una sección suficiente o que estén contruidos de un material resistente para soportar 2500 kilogramos por persona en las que se puedan atar estos elementos.

Un arnés anticaída es un componente de un sistema constituido por un dispositivo de prensión del cuerpo destinado a detener caídas. Es decir, se trata de un sistema de cintas que se colocan directamente sobre el cuerpo del trabajador y que está pensado para detener una caída y, posteriormente, sujetar a la persona que la ha sufrido.

Los principales elementos son: cintas textiles (destinadas a sostener el cuerpo del usuario una vez que éste ha sufrido una caída), elementos de enganche que conectan los componentes o subsistemas, elementos de ajuste (permiten adaptar la longitud de dichas bandas al usuario), trabillas (para llevar material colgado, por ejemplo).

La función del arnés es transmitir al cuerpo la fuerza de frenado ejercida por el resto de los componentes del sistema anticaída. Esa fuerza se intenta pasar a la parte más fuerte del cuerpo: los huesos de la cadera (pelvis).

Una fuerza de choque recibida por un trabajador que dispone de, únicamente, un arnés de asiento (cinturón y dos perneras, sin tirantes) conectado a un sistema de conexión a través del anclaje ventral (a la altura del vientre), puede llegar a fracturar la columna vertebral si el accidentado está inconsciente en el momento de recibir el tirón, incluso si la fuerza de choque es relativamente baja. Esto se debe a la posición horizontal que tomaría el cuerpo en el momento de producirse la detención de la caída.

El diseño de los arneses, por lo tanto, debe evitar que el trabajador sufra una fuerza de choque que le produzca lesiones graves.

Ante una caída, la parte de los tirantes situada por encima del elemento de enganche no se encargan de transmitir la fuerza de frenado al cuerpo, sino que evitan que éste se voltee, manteniéndolo en una posición relativamente vertical para la correcta transmisión de la fuerza, aunque el accidentado esté inconsciente.

Por otra parte, los puntos de enganche deben estar marcados con la letra A, y puede estar en la espalda a la altura de los dos omóplatos (anclaje dorsal) o a la altura del esternón, en la parte delantera del cuerpo (anclaje esternal). Ambos casos se muestran en las ilustraciones a continuación:



Ilustración 22. Anclaje dorsal.



Ilustración 23. Anclaje esternal.

El empleador a través del personal en la materia de higiene y seguridad capacitará al operario para utilizar estos elementos en forma correcta e indicarle donde son los puntos de anclaje.



## Protección craneana<sup>14</sup>

La función de esta protección es cubrir los riesgos de caída de objetos, golpes con objetos, contacto eléctrico, salpicaduras, resistencia a las llamas, entre otros.

Como en la empresa se encuentran objetos que superan la altura de los trabajadores, deben utilizar casco obligatoriamente porque está latente el riesgo de sufrir golpes en la cabeza por la caída de objetos.

Hay diferentes colores de casco y cada uno se utiliza para distinguir la función de la persona que los utiliza:

- Blanco: dirección o gerencia.
- Naranja: supervisores, técnicos, capataces.
- Verde: servicios de seguridad e higiene.
- Amarillo: personal de planta.
- Rojo: servicio de bomberos.
- Gris: vigilancia.
- Azul: visitas.
- Lila: administrativos de planta.

Las partes de un casco son:

- *Carcasa*: debe ser de un material polimérico termoplástico, y debe resistir el golpe y desviar el objeto. Debe inspeccionarse antes de utilizar para verificar que no presente abolladuras, grietas, desprendimiento de partículas, pérdida de brillo; si alguna de estas ocurre se requiere reemplazar la carcasa y desechar la misma.
- *Suspensión*: debe estar construida de un polímero termoplástico y componentes textiles. Sirve para posicionar y sujetar la carcasa a la cabeza y amortiguar el impacto. Debe inspeccionarse antes de utilizar para verificar que no presente desgaste, rajaduras, rotura, deshilachado

---

<sup>14</sup> La norma que rige esta protección es la Norma IRAM 3620/82

y/o decoloración; si presenta alguna de estas características debe reemplazarse y no utilizar en estas condiciones.

Se recomienda que tanto la carcasa como la suspensión sean de la misma marca comercial para garantizar que es un casco que brindará protección al usuario.



Ilustración 24. Partes del casco.



Ilustración 25. Cartelería tipo para protección craneana.

### Protección auditiva

En este caso, la tarea que produce ruido continuo molesto es el proceso de torneado. Además de la persona que opera la máquina, están expuestos todos los trabajadores dado que no está en un lugar separado al resto de la planta. Por lo tanto, se recomienda utilizar protectores auditivos que cumplan con los ensayos y requisitos de las Normas IRAM 4126<sup>15</sup> y EN-352<sup>16</sup>, que además proporcionan definiciones, talles o tamaños, materiales de construcción, etc.

Este equipo de protección individual se utilizará para prevenir efectos no

<sup>15</sup> IRAM 4126: "Requisitos de Seguridad y Ensayo". Parte 1: "Cobertores", Parte 2: "Tapones auriculares" y Parte 3: "Cobertores acoplados a cascos de seguridad para uso industrial".

<sup>16</sup> EN-352: "Protectores auditivos. Requisitos generales". Parte 1: "Orejeras", Parte 2: "Tapones" y Parte 3: "Orejeras acopladas a cascos de protección".

deseados del ruido, garantizando una protección adecuada, es decir, ni escasa ni excesiva. Por ello, se recomienda al empleador realizar un estudio del nivel de ruido y así seleccionar un protector adecuado.

Hay diferentes tipos de protectores, que se ilustran a continuación:



Ilustración 26. Clasificación de protectores auditivos.

Se seleccionará por lo tanto el tipo vincha, para evitar el enganche de los premoldeados y el contacto con las manos con suciedad para el caso de los moldeables. El personal será capacitado para que conozcan las condiciones de uso y mantenimiento del equipo.

## Escaleras

Debe aclararse que, en el caso del primer piso que se utiliza de depósito de materia prima, conformados y elementos de reventa, la escalera para subir no tiene la cinta amarilla y negra que debe utilizarse para señalizar y tampoco cuenta con una baranda. Además, el primer piso no es cerrado, es decir, si bien dos extremos son de pared de ladrillo porque son los límites del local, los otros dos tienen caída libre (tres metros). Se recomienda colocar una baranda de una altura de un metro y medio que impida que el trabajador pueda caer (lo mínimo es 0,9 metros), para contemplar el caso en que se utiliza una escalera para sacar

algo que se encuentre fuera del alcance de sus manos. El material debe ser rígido, con una resistencia mínima de 150 kg/m.<sup>17</sup>

Por otra parte, la escalera debe poseer en sus escalones goma o cinta antideslizante para que evitar el riesgo de deslizamiento del trabajador. En la proximidad a la misma se colocará cartelería informando que está prohibido correr a través de ella, con el fin de evitar un accidente laboral.



Ilustración 27. Escalera señalizada y con goma antideslizamientos.



**PROHIBIDO CORRER  
POR LA ESCALERA**

Ilustración 28. Cartelería tipo a colocar en escalera.

## Ergonomía

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la ergonomía se define como la aplicación de las ciencias biológicas conjuntamente con las ciencias de la ingeniería para alcanzar el ajuste óptimo mutuo entre el hombre y su trabajo,

---

<sup>17</sup> Los datos mínimos son proporcionados por la Ley de Seguridad e Higiene N° 19.587.

cuyos beneficios se miden en eficiencia humana y bienestar; en otras palabras, estudia las interacciones hombre-trabajo.

El objetivo que tiene es estudiar al hombre en cuanto a su capacidad para trabajar, tanto física, psíquica como socioambiental, y estudiar el puesto de trabajo en cuanto a su demanda sobre el trabajador (esfuerzos físicos, movimientos, posiciones, atención, permanencia).

Las condiciones de trabajo influyen de forma muy importante en el estado de salud global del trabajador, por lo que es imprescindible determinar cuáles son esas condiciones de trabajo y de qué forma y con qué intensidad afectan a la salud del trabajador.

En el campo de la ergonomía, el análisis de las tareas (AT) debe efectuarse considerando principalmente las actividades gestuales, los elementos de mediación de la información, los elementos de regulación y control, y los procesos mentales de decisión. Este análisis puede efectuarse por medio de la observación, mediante entrevistas, grupos de discusión, empleo de cuestionarios, entre otros.

Además, hay una disciplina llamada biomecánica ocupacional que se dedica al estudio del cuerpo humano considerado éste como una estructura que funciona según las Leyes de Newton y las Leyes de la Biología. En biomecánica se estudia al hombre desde el punto de vista de una tarea que debe diseñarse para el 90% de las personas, sin sobrepasar valores que puedan originar daños y producir dolores, lesiones e incomodidad.

En el caso de la empresa seleccionada, se analizaron las tareas mediante la observación y, teniendo en cuenta la biomecánica ocupacional, se realizaron las siguientes observaciones y propuestas de mejora:

1. Para el levantamiento de cargas, ya sean cajas que vienen con materia prima, caños que vienen en camiones, materia prima colocada en el suelo, pedidos para despachar, etc., el trabajador debe utilizar una faja lumbar porque contribuye a evitar o disminuir lesiones en la zona lumbar por la aplicación de posturas y movimientos indebidos durante la jornada

laboral, o en el período que se encuentre expuesto a determinados esfuerzos físicos.



Ilustración 29. Faja lumbar tipo.

Para levantar una carga manual, el trabajador debe cumplir los requisitos que se enlistan en la imagen siguiente, ilustración igual o similar a la que debe colocar el empleador en la empresa:

### **NORMAS BÁSICAS EN EL LEVANTAMIENTO DE CARGAS**



PIES SEPARADOS  
PIERNAS FLEXIONADAS  
ESPALDA RECTA  
CARGA CERCA DEL CUERPO  
SUJECIÓN FIRME

Ilustración 30. Condiciones para levantamiento de cargas.



Ilustración 31. Indicaciones para levantamiento de cargas.



Ilustración 32. Cartelería para colocar en empresa y enseñar al trabajador los conceptos de SyH.

Dependiendo la cantidad de levantamientos que el trabajador realice por hora, la Resolución 295/03 de Higiene y Seguridad en el trabajo establece valores límites de kilogramos para el levantamiento manual de cargas en los lugares de trabajo (ver Tablas 1, 2 y 3 de Resolución 295/03<sup>18</sup>), que dependen de la altura y situación horizontal de levantamiento. La posición de cómo sujetar y levantar una carga manual se determina en base a la situación horizontal de levantamiento (tomando como referencia el punto medio entre los tobillos) y la altura de levantamiento, distancias que se encuentran señaladas en la Ilustración 33:

<sup>18</sup> <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/90000-94999/90396/norma.htm>

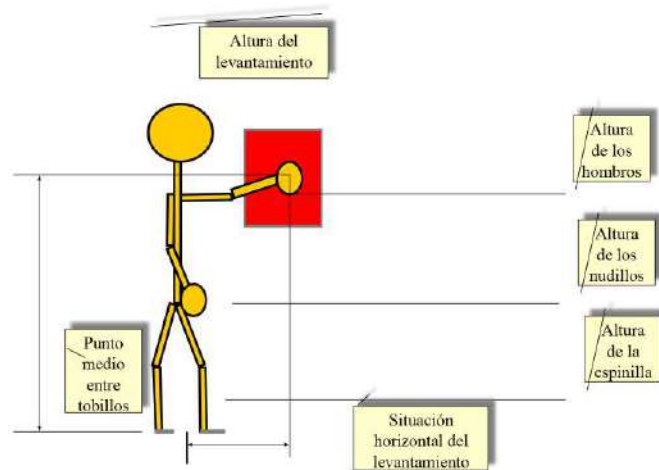


Ilustración 33. Distancias que se utilizan para indicar cómo levantar cargas.

Para cada una de las tablas mencionadas anteriormente, resolución establece que:

- a) Las tareas de levantamiento manual de cargas no deben iniciarse a una distancia horizontal que sea mayor de 80 [cm] desde el punto medio de entre los tobillos.
  - b) Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse desde alturas de partida superiores a 30 cm por encima del hombro o superiores a 180 cm por encima del nivel del suelo.
  - c) Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse para los cuadrados sombreados de la tabla que dicen "No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos". Hasta que la evidencia disponible no permita la identificación de los límites de peso seguros para los cuadrados sombreados, se debe aplicar el juicio profesional para determinar si los levantamientos infrecuentes o los pesos ligeros pueden ser seguros.
  - d) El criterio anatómico para fijar la altura de los nudillos asume que el trabajador está de pie con los brazos extendidos a lo largo de los costados.
- 2.** Las dos prensas hidráulicas que utilizan se encuentran colocadas a nivel del piso una y la otra con una elevación de 10 centímetros. Cuando el trabajador realiza el proceso de prensado, debe agacharse porque las mordazas de las máquinas quedan muy bajas. Cuando se debe realizar



un gran lote, el empleado puede estar hasta dos horas en esa postura, lo cual es perjudicial para su salud. Se recomienda elevar ambas máquinas por sobre el nivel del piso, a una altura que se adapte a la estatura promedio de los trabajadores que las utilizan para evitar las malas posturas, y posteriores trastornos musculoesqueléticos (TME)<sup>19</sup>, hernias inguinales, y/o hernia discal lumbosacra<sup>20</sup>.



Ilustración 34. Cartelería tipo a colocar en planta para protección ergonómica del trabajador.



Ilustración 35. Cartelería tipo a colocar en planta para protección ergonómica del trabajador.

<sup>19</sup> Se entiende por TME a una lesión física originada por trauma acumulado, que se desarrolla gradualmente sobre un período de tiempo como resultado de repetidos esfuerzos sobre una parte específica del sistema músculo esquelético. También puede desarrollarse por un esfuerzo puntual que sobrepasa la resistencia fisiológica de los tejidos que componen el sistema músculo esquelético.

<sup>20</sup> Saliente o protrusión que se genera en los discos intervertebrales como consecuencia de esfuerzos importantes, bruscos o repetitivos.

## Riesgos mecánicos

Estos riesgos son aquellos que pueden dar lugar a una lesión por acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados.

Los elementos móviles pueden ocasionar golpes, cortes, atrapamientos si no están cubiertos; por ello, el punto o zona de peligro debe ser seguro por su propia posición o colocación de la máquina, y la misma debe estar prevista de protección que impida o dificulte el acceso a dicho punto (en el caso de no sea imposible llegar a la zona de peligro, la protección debe eliminar o reducir el daño antes de llegar a la misma). Estas protecciones además no deben presentar riesgos por sí mismas.

Para el caso de aplicación, por el equipamiento y herramental utilizado, las protecciones que se deben utilizar como medida de seguridad son los resguardos, que son aquellos elementos de la máquina que se utilizan específicamente para garantizar la protección mediante una barrera material. Estas protecciones han sido retiradas de los equipos quedando así la posibilidad de que un trabajador sufra un accidente.

Los resguardos pueden clasificarse en:

- Fijos: es aquel que se mantiene en su posición de protección (cerrado), ya sea de manera permanente (por soldadura o remaches, por ejemplo) o mediante elementos de fijación (tornillos) que impiden que se pueda desplazar el resguardo sin la utilización de una herramienta. Deben estar diseñados para permitir realizar operaciones como ajustes, lubricación y mantenimiento sin necesidad de desmontarlos. Un ejemplo es una cubierta de plástico que protege la zona de las correas en un compresor, como se puede ver en la imagen siguiente:



Ilustración 36. Cubierta de rejillas en un compresor.

- Distanciadores: impiden o reducen la posibilidad de acceso a la zona peligrosa, colocándose lo más cerca posible a ella. No encierra totalmente dicha zona y en ciertas ocasiones puede combinarse con resguardo móvil. Pueden ser tipo túnel o protección perimétrica (no encierra totalmente la zona peligrosa pero sus dimensiones y distancia a la misma la hacen inaccesible)

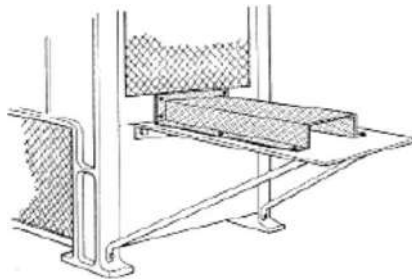


Ilustración 37. Distanciador tipo túnel.

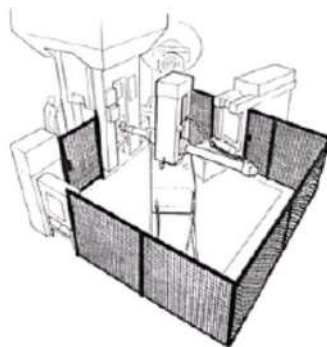


Ilustración 38. Distanciador tipo perimétrico.

- Móviles: son aquellos que están unidos al bastidor de la máquina o a un elemento fijo próximo (bisagras, guías de deslizamiento, etc.) y que se pueden abrir sin necesidad de utilizar ninguna herramienta.

Este tipo de resguardos deben limitar al máximo posible el acceso a la zona de peligro cuando estén en posición de cerrados y garantizar las distancias de seguridad.

Además de este tipo de protección, están aquellos que no están integrados a las máquinas y son los elementos de protección personal, los cuales se desarrollaron anteriormente.

Por otra parte, las herramientas manuales también pueden producir riesgos; para evitarlos cada una de ellas debe estar hecha con el material y la calidad adecuada en su uso respectivo, deben tener formas suaves sin aristas ni ángulos rosantes, y deben mantenerse en condiciones adecuadas, inspeccionarlas periódicamente y repararlas o sustituirlas cuando sea necesario. Deben evitarse aquellas herramientas que puedan producir chispas en ambientes con materiales explosivos o inflamables.

Algunas condiciones de seguridad de herramientas manuales que se aplican al caso analizado son:

- Martillos: cabezas y mangos bien sujetos.
- Llaves: no poner tubo para alargar el mango, no golpear en el extremo del mango, utilizar llaves de dimensiones adecuadas, no rellenar el hueco entre la llave y el tornillo con otra pieza o material.
- Destornilladores: pieza sujeta a un soporte firme, nunca en la otra mano.
- Limas: no usar aquellas que no posean mango y asegurarse de que esté bien sujeto, no utilizar para otros usos (tipo palanca), mantener limpias y en buenas condiciones.

## Instalación eléctrica

Para realizar la instalación de la empresa, se utilizará la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la AEA (Asociación Electrotécnica Argentina), y las normas IRAM correspondientes de tal forma que quede garantizado la seguridad de las personas y el funcionamiento óptimo del sistema.

### Demanda de potencia de la planta

Dadas las máquinas/equipos y herramental utilizado, se requiere una tensión de suministro de 380 [V] y 50 [Hz].

La superficie cubierta del inmueble es de 700 [ $m^2$ ], y se lo considera según el punto 771.8.3.3: “Locales dedicados a depósito, transformación o elaboración de sustancias no inflamables” (página 35 de la AEA, edición 2006) y, dado el valor de la superficie, el inmueble posee un grado de electrificación “medio” (más de 300 [ $m^2$ ] hasta 2000 [ $m^2$ ]) según la tabla 771.8.VII: “Resumen de los grados de electrificación de inmuebles destinados a depósito, transformación o elaboración de sustancias no inflamables” (página 35 de la AEA).

Para este grado de electrificación, la norma exige una cantidad mínima de 5 (cinco) circuitos, como se puede observar en la Tabla 12:

Grado de electrificación	Cantidad mínima de circuitos	Tipo de circuitos				
		Variante	Iluminación uso general (IUG)	Tomacorriente uso general (TUG)	Iluminación uso especial (IUE)	Tomacorriente uso especial (TUE)
Mínimo	3	a)	1	1	1	
		b)	1	1	---	1
		c)	2	1	---	---
		d)	1	2	---	---
Medio	5	a)	2	2	1	---
		b)	2	2	---	1
Elevado	7	a)	4	2	---	1
		b)	3	3	---	1
Superior	11	a)	7	3	---	1
		b)	6	4	---	1

Tabla 10. Resumen de los números mínimos de circuitos en inmuebles destinados a depósitos, transformación o elaboración de sustancias no inflamables<sup>21</sup>.

Por otra parte, el punto 771.8.3.3.2: “Grado de electrificación medio (superficies de más de 300 [m<sup>2</sup>] y hasta 2000 [m<sup>2</sup>])” establece que:

a) Iluminación:

- i. Para una altura de luminarias entre 2,5 [m] y 3,5 [m], una boca de iluminación para uso general por cada 15 [m<sup>2</sup>], o fracción de superficie (como mínimo 8 bocas).
- ii. Para una altura de luminarias entre 3,5 [m] y 5 [m], una boca de iluminación para uso general por cada 32 [m<sup>2</sup>], o fracción de superficie (como mínimo 8 bocas).
- iii. Para una altura de luminarias superior a 5 [m], una boca de iluminación para uso general por cada 55 [m<sup>2</sup>], o fracción de superficie (como mínimo 8 bocas).

b) Tomacorrientes: una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 [m], o fracción, de perímetro (como mínimo dos bocas) y una boca para tomacorrientes de uso especial cada 18 [m], o fracción, de perímetro (como mínimo una boca), si se hubiese optado por este tipo de circuito. Cuando las condiciones de la construcción lo permitan, los tomacorrientes deberán estar distribuidos en las paredes del local.

<sup>21</sup> AEA – Tabla 771.8.VIII (Página 36)

Para cada uno de estos circuitos, la norma presenta en el apartado 771.7 una máxima cantidad de bocas y máximo calibre de protección:

Tipo de circuito	Designación	Sigla	Máxima cantidad de bocas	Máximo calibre de la protección
Uso General	Iluminación uso general	IUG	15	16 A
	Tomacorriente uso general	TUG	15	20 A
Uso Especial	Iluminación uso especial	IUE	12	32 A
	Tomacorriente uso especial	TUE	12	32 A
Uso específico	Alimentación a fuentes de muy baja tensión funcional	MBTF	15	20 A
	Salidas de fuentes de muy baja tensión funcional	---	Sin limite	Responsabilidad del proyectista
	Alimentación pequeños motores	APM	15	25 A
	Alimentación tensión estabilizada	ATE	15	Responsabilidad del proyectista
	Circuito de muy baja tensión sin puesta a tierra	MBTS	Sin limite	Responsabilidad del proyectista
	Alimentación carga única	ACU	No corresponde	Responsabilidad del proyectista
	Iluminación trifásica específica	ITE	12 por fase	Responsabilidad del proyectista
	Otros circuitos específicos	OCE	Sin limite	Responsabilidad del Proyectista

Tabla 11. Resumen de tipos de circuitos<sup>22</sup>.

En los planos del Anexo III, se puede observar que quedan definidos cuatro (4) circuitos de iluminación de uso general (IUG), dos (2) circuitos de tomacorrientes de uso general (TUG), un (1) circuito de alimentación de carga única (ACU), un (1) circuito de tomacorrientes de usos especiales (TUE), seis (6) circuitos de tomacorrientes trifásicos y monofásicos (OCE), y un circuito de reserva (R), el cual se deja por cuestiones de ampliación. Se puede ver además que se independiza (eléctricamente hablando) la parte de producción con el sector de oficinas e ingreso mediante la utilización de un tablero seccional; de esta forma, si ocurre un problema en producción, o se necesita trabajar sin tensión en una parte para hacer cambio o mantenimiento de equipos, etc., no afecte toda la planta y sea sectorizado, lo mismo para el caso del ingreso.

<sup>22</sup> AEA – Tabla 771.7.I (Página 25)

A continuación, se explican los fundamentos de la implementación de cada uno de los circuitos utilizados, con sus modelos a utilizar definidos en base a los equipos instalados:

*Iluminación de uso general:*

La cantidad de circuitos de iluminación quedó definida en base a la cantidad de luminarias existentes y futuras que poseerá la empresa, como se trató en el apartado de cálculo de luminarias<sup>23</sup> para garantizar los lux que exige la Ley N° 19.587, en el cual se presentan los datos que evidencian el no cumplimiento de esta.

*Tomacorrientes de uso general:*

La cantidad de tomacorrientes se colocaron en base a un análisis realizado mediante la inspección visual de las máquinas, herramientas y otros dispositivos eléctricos utilizados, y el lugar/es donde se realizan los diferentes procesos. Al proceder con el mismo se evidencia la falta de tomacorrientes en determinados puntos, derivando esto en el uso de zapatillas con cables que interrumpen las vías de circulación y que, en el peor de los escenarios, pueden provocar accidentes laborales; y/u operaciones del proceso productivo que se deben posponer, interrumpir o retrasar. Estos tomacorrientes serán del tipo 2P+t de 10 [A] para instalar exteriormente (pues la instalación será con caño a la vista), y se utilizarán las cajas que vienen armadas con dos tomacorrientes para colocar por boca, que cumplan con la Norma IRAM 2071.



Ilustración 39. Caja exterior con dos tomacorrientes de 10 [A] a instalar.

---

<sup>23</sup> Página N°10: "Iluminación interior".



### *Alimentación de carga única:*

Este circuito se utilizará para conectar el autotransformador de un brazo robótico de soldadura que demanda una potencia de 22 [kVA], por lo que se recomienda que esté independiente a los demás circuitos. En este caso, se utilizará un tomacorriente de 63 [A] de tensión nominal 380 [V], tipo 3P+N+t industrial aéreo, de que cumple con la Norma IEC 60309. Se recomienda el uso de alguno de los siguientes<sup>24</sup>:

- Marca Scame: modelo OPTIMA 318.6347 (Grado de protección: IP66/IP67/IP69)
- Marca Schneider Electric: modelo PratiKa 81483 (Grado de protección: IP67)

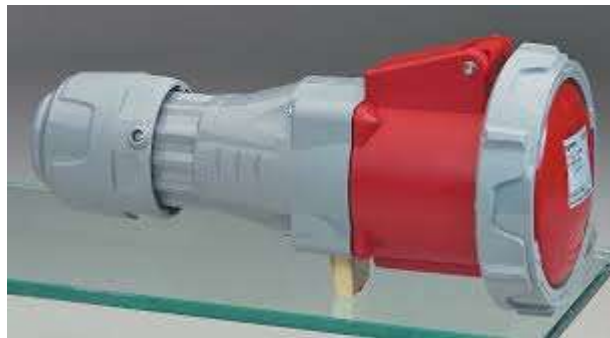


Ilustración 40. Tomacorriente trifásico de 63 [A] tipo.

### *Tomacorrientes de uso especial:*

Este circuito se utilizará para conectar dos aires acondicionados, y se dejará un tomacorriente para un consumo futuro, ya que este tipo de circuitos monofásicos se utilizan para alimentar cargas que no se pueden manejar por medio de circuitos de uso general. Los tres a instalar serán de 20 [A], conformes a Norma IRAM 2071. Al igual que los tomacorrientes de uso general, se utilizarán del tipo exteriores para cada consumo, modelo que se ejemplifica a continuación:

---

<sup>24</sup> Este modelo se obtuvo para la marca Scame de “Catálogo general sistemas” (Página 54); y para Schneider Electric del catálogo “Protecciones y seguridad en instalaciones eléctricas” (Página 42).



Ilustración 41. Tomacorrientes de 20 [A] tipo a instalar.

### *Otros circuitos específicos:*

En este apartado deciden colocarse todos los consumos de la parte productiva, tanto monofásicos como trifásicos. Hay que resaltar que la norma no detalla un punto específico para los tomacorrientes trifásicos, por ello se decide reunirlos bajo este tipo de circuitos; y como la mayor problemática (eléctricamente hablando) la generan los consumos monofásicos, se reúnen ambos dentro de esta categoría.

Utilizando el layout de la planta, considerando cómo se ubican los consumos dentro de la misma y apelando al equilibrio de fases, se definen seis circuitos, donde el mayor consumo lo presenta en la parte trifásica la soldadora por arco (26 [A]).

Se utilizarán tomacorrientes de 32 [A] y 16 [A] para la tensión nominal de 380 [V], con grado de protección IP44 tipo 3P+N+t base mural y aéreos (dependiendo del recorrido del circuito en la planta) que cumplen con la Norma IEC 60309, y para 220 [V] tomas de corriente de 20 [A] y 10 [A] para empotrar (cómo se muestra la Ilustración 34 y 32, respectivamente) y aéreos tipo domiciliario que cumplan con la Norma IRAM 2071, y de 16 [A] tipo industrial con grado de protección IP44 que cumple con la Norma IEC 60309, todos del tipo 2P+t. Se proponen y recomiendan los siguientes<sup>25</sup> para el tipo industrial<sup>26</sup>:

- Tomacorriente trifásico mural de 32 [A]:

---

<sup>25</sup>Los modelos murales y aéreos de Scame se obtuvieron de “Catálogo general sistemas” (Páginas 72 y 46, respectivamente), y los de Schneider Electric del catálogo “Protecciones y seguridad en instalaciones eléctricas” (Página 43).

<sup>26</sup> Para el caso de monofásico tipo domiciliario no se recomienda el modelo de una marca específica porque los costos no varían con relevancia de una a otra. Además, el costo de un toma industrial es considerable en comparación con los domiciliarios, que tienen la ventaja de conseguirse de forma más rápida y fácil, sin demasiadas especificaciones como los demás.

- Marca Scame: modelo OPTIMA-BASE 513.3257
- Marca Schneider Electric: modelo PratiKa PKF32W435
- Tomacorriente trifásico aéreo de 32 [A]:
  - Scame: Optima 313.3247
  - Schneider Electric: PratiKa PKF32M435
- Tomacorriente trifásico mural de 16 [A]:
  - Scame: OPTIMA-BASE 513.1657
  - Schneider Electric: PratiKa PKF16W435
- Tomacorriente trifásico aéreo de 16 [A]:
  - Scame: Optima 313.1647
  - Schneider Electric: PratiKa PKF16M435
- Tomacorriente monofásico mural de 16 [A]:
  - Scame: OPTIMA-BASE 513.1653
  - Schneider Electric: PratiKa PKF16W423



Ilustración 42. Tomacorriente trifásico aéreo tipo.



Ilustración 43. Tomacorriente trifásico mural tipo.



Ilustración 44. Tomacorriente monofásico mural tipo.

Ahora se debe calcular la carga total correspondiente al inmueble, según el punto 771.9 de la AEA (página 45). Esta demanda se calculará sumando la potencia máxima simultánea de cada uno de los circuitos de uso general y especial correspondientes, tomando como mínimo para cada uno de ellos los valores de la tabla que se muestra a continuación:

Circuito	Valor mínimo de la potencia máxima simultánea	
	Viviendas	Oficinas y locales
Iluminación para uso general sin tomacorrientes derivados	66 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 150 VA cada uno.	100 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 150 VA cada uno.
Iluminación para uso general con tomacorrientes derivados	2200 VA por cada circuito.	
Tomacorrientes para uso general	2200 VA por cada circuito.	
Iluminación para uso especial	66 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 500 VA cada uno.	100 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 500 VA cada uno.
Tomacorrientes para uso especial	3300 VA por cada circuito.	

Tabla 12. Demanda de potencia simultánea<sup>27</sup>.

Luego, se debe aplicar un coeficiente de simultaneidad que se obtiene de la tabla a continuación, para el grado de electrificación obtenido, siendo en este caso un grado “medio”:

<sup>27</sup> AEA – Tabla 771.9.I (Página 45)

Grado de electrificación	Coefficiente de simultaneidad
Mínimo	1
Medio	0,9
Elevado	0,8
Superior	0,7

Tabla 13. Coeficientes de simultaneidad<sup>28</sup>.

Aquí se debe tener en cuenta que, si una vez aplicado el coeficiente de simultaneidad ocurriera que la potencia máxima simultánea así calculada correspondiese a un grado de electrificación inferior, a todos los efectos se mantendrá el grado de electrificación anterior a la aplicación del coeficiente de simultaneidad.

Para la demanda de los circuitos de cargas específicas, se apela al punto 771.9.2: “Demanda de potencia máxima simultánea de los circuitos dedicados a cargas específicas” (página 45 - AEA). En este caso, se suman las potencias de los circuitos de cargas específicas, multiplicados por los coeficientes de simultaneidad que corresponden en función de las características de las cargas y de la probabilidad de funcionamiento simultáneo.

Luego, la determinación de la carga total correspondiente al local (punto 771.9.3, página 46 - AEA), se calcula sumando los resultados de la demanda de potencia máxima simultánea correspondiente al grado de electrificación obtenida según 771.9.1, más la demanda de potencia máxima simultánea de los circuitos dedicados a cargas específicas obtenidas según 771.9.2 (ver Tabla en Anexo I). La instalación se dimensionará para las cargas aquí calculadas; no obstante, el propietario podrá utilizar y contratar potencias inferiores según sus necesidades particulares.

## Dimensionamiento de conductores y canalizaciones

En la actualidad, existe para toda la planta un único tablero que se encuentra en el ingreso principal a la planta -por calle 9- inmediato al medidor; éste no sufrirá modificación en cuanto a la ubicación y se tomará como tablero principal, el cual alimentará los circuitos de oficina y también a un tablero seccional futuro que se

<sup>28</sup> AEA – Tabla 771.9.II (Página 45)

calculará en el presente, ubicado en la parte de la cocina de producción (por las razones descritas en la página 47 del presente) que alimente la parte productiva. Por lo tanto, se dimensionarán los conductores y canalizaciones encargados de distribuir la energía desde el tablero principal hacia el resto de la planta.

### Conductores

Dadas las condiciones actuales de la empresa, se decide que la instalación a realizarse para el sector ingreso y oficinas sea con caño a la vista, y para producción distribuir en bandeja portacable, bajando de la misma hacia los tomacorrientes mediante caño a la vista, en aquellos casos en que los mismos se encuentren en la pared. Se selecciona entonces para la instalación dos tipos de cables: para los circuitos que van en dispuestos en cañerías a la vista se utilizará cable con aislación termoplástica de policloruro de vinilo (PVC) según IRAM NM 247-3 y, para los circuitos que van en bandeja portacable, cable subterráneo con aislación termoestable de polietileno reticulado (XLPE) según IRAM 2178. Ambos cables con conductor de cobre.

Se utiliza aislación XLPE para los circuitos en bandeja porque presenta características térmicas y eléctricas altamente mejoradas frente al PVC, lo cual se debe a que es un material del tipo termoestable. Los materiales termoestables son aquellos que una vez reticulados, no cambiarán sus características sometidos a un aumento de temperatura y presión. La principal ventaja que presentan los cables aislados con XLPE es el aumento de la temperatura máxima de servicio (de 70 a 90°C). Esto permite transportar mayor intensidad de corriente por la misma sección de conductor o transportar el mismo valor de corriente utilizando una sección menor de conductor con el consiguiente beneficio económico. Además, nos permite tener una corriente de cortocircuito más elevada (debido a que este material permite una mayor densidad de corriente) y mayor temperatura que con el PVC (250 frente a 160°C).

Teniendo en cuenta lo establecido en el punto 771.12: “Tipos de canalizaciones, conductores, cables y formas de instalación” (página 49 - AEA), donde se detalla que se debe utilizar para cumplir con la reglamentación. Este apartado contempla la información comprendida en los puntos 771.10:

“Influencias externas” y 771.11: “Condiciones ambientales y de utilización” (páginas 47 y 48). Luego, en base a esto y a la Tabla 14<sup>29</sup> se determina que la instalación se encuentra dentro de las condiciones establecidas en la columna 2; por lo tanto, para una instalación fija en interiores el tipo de canalización es bandejas portacables de metal o material aislante con características no propagantes de la llama, con baja emisión de humos opacos y gases tóxicos, libres de halógenos; y el tipo de conductor o cable que puede colocarse en la bandeja es IRAM 2178, IRAM 62266, IRAM 2268, cables para comunicaciones o transmisión de datos, IRAM NM 247-3<sup>30</sup>, IRAM 62267<sup>12</sup>, desnudo cuerda rígida IRAM 2004 o desnudo cuerda semirrígida IRAM NM 280 clase 2 sólo para el conductor de protección PE.

---

<sup>29</sup> AEA – Tabla 771.12.I (Página 52)

<sup>30</sup> Este tipo de cable sólo son permitidos si se utilizan como conductor de protección.

			Clasificación		
			Columna 1 Se deberá adoptar esta columna si se presentara alguna de las condiciones indicadas abajo	Columna 2 Se deberá adoptar esta columna si se presentara alguna de las condiciones indicadas abajo	Columna 3 Independientemente de las "Condiciones de evacuación durante una emergencia", de la "Capacidad de las personas" y del "Proyecto de edificios" se deberá adoptar esta columna si se presentara alguna de las condiciones indicadas abajo
Influencias externas					
Condiciones de evacuación durante una Emergencia			BD2; BD3 y BD4	BD1	-
Capacidad de las personas			BA2 (en locales) y BA3	BA1; BA2 (en viviendas); BA4 y BA5	-
Proyecto de edificios			CB2	CB1	-
Material de la construcción			CA1	CA1	CA2
Material almacenado			BE4	BE1	BE2 y BE3
Tipo de instalación	Tipo de canalización	Material de la canalización	Tipo de conductor o cable		
Fija en interiores	Bandejas portacables	Material aislante con características no propagantes de la llama pero con emisión de humos opacos y gases tóxicos o gases con contenido halógeno	NO	IRAM 2178 IRAM 62266 IRAM 2268  Cables para comunicaciones o transmisión de datos	-
		Metal o material aislante con características no propagantes de la llama, con baja emisión de humos opacos y gases tóxicos, libres de halógenos	IRAM 62266 IRAM 62267 <sup>2)</sup>	IRAM NM 247-3 <sup>1)</sup> IRAM 62267 <sup>1)</sup>	Desnudo cuerda rígida IRAM 2004 o desnudo cuerda semirígida IRAM NM 280 clase 2 sólo para el conductor de protección PE
	Cañerías, conductos o cablecanales con tapa removible	Material aislante con características no propagantes de la llama pero con emisión de humos opacos y gases tóxicos o gases con contenido halógeno	NO	IRAM NM 247-3 IRAM 2178 IRAM 62266 IRAM 62267 IRAM 2268  Cables para comunicaciones o transmisión de datos	Ver Capítulos 42 y 52 de AEA 90364 y consultar Sección 760 (en estudio)

Tabla 14. Canalizaciones, conductores y cables permitidos según diferentes influencias externas<sup>31</sup>.

Los conductores se reconocerán en base a lo establecido en el punto 771.12.3.13.5, que se presentan en la tabla a continuación:

<sup>31</sup> AEA – Tabla 771.12.I (Página 52)



Conductor	Designación alfanumérica	Color
Línea 1 (fase R)	L1	Castaño (marrón)
Línea 2 (fase S)	L2	Negro
Línea 3 (fase T)	L3	Rojo
Neutro	N	Celeste (azul claro)
Conductor de protección	PE	Verde-Amarillo (bicolor)

Tabla 15. Identificación de conductores<sup>32</sup>.

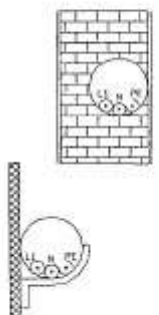
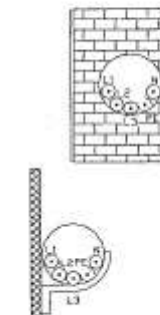
El paso siguiente es determinar la corriente ( $I$ ) que debe soportar cada circuito para establecer que sección tendrá cada conductor, lo cual se obtiene mediante la fórmula de potencia aparente para circuito trifásico ( $S_T$ ) o monofásico ( $S_M$ ), según corresponda, ya que la tensión y la potencia son datos conocidos:

$$S_T = \sqrt{3} VI$$

$$S_M = VI$$

A continuación, se observan las tablas que se utilizan para dimensionar el conductor elegido. Para el caso de los circuitos que van en cañería (IUG 1, IUG 2, TUG 1, TUG 2, TUE y CS) se utiliza la Tabla 16 y para los de bandeja (IUG 3, IUG 4, OCE 1, OCE 2, OCE 3, OCE 4, OCE 5, OCE 6 y ACU) la Tabla 17, método E; éstas proporcionan datos de corriente en  $[A]$  y sección en  $[mm^2]$ :

<sup>32</sup> AEA - Tabla 771.12.XII (Página 84)

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

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

Tabla 16. Intensidad de corriente admisible [A], para temperatura ambiente de cálculo de 40°C<sup>33</sup>.

<sup>33</sup> AEA – Tabla 771.16.I (Página 94)

	Método B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido Un cable multipolar o cables unipolares en contacto		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Un cable multipolar	
	Aislación XLPE / Termoes- table IRAM 2178 IRAM 62266 B2	Aislación XLPE / Termoes- table IRAM 2178 IRAM 62266 B2	Aislación XLPE / Termoes- table IRAM 2178 IRAM 62266 C	Aislación XLPE / Termoes- table IRAM 2178 IRAM 62266 C	Aislación XLPE / Termoes- table IRAM 2178 IRAM 62266 E	Aislación XLPE / Termoes- table IRAM 2178 IRAM 62266 E
[ mm <sup>2</sup> ]	2x	3x	2x o 2x1x	3x o 3x1x	2x	3x
Cobre	20	18	22	20	24	21
1,5	27	24	30	27	33	29
2,5	36	32	41	36	45	38
4	46	40	53	47	57	49
5	63	55	73	65	78	68
10	83	73	97	87	105	91
16	108	96	126	108	136	116
25	133	116	156	134	168	144
35	159	140	190	163	205	175
50	201	177	245	208	263	224
70	241	212	298	253	320	271
95	278	244	348	293	373	315
120	304	273	401	338	430	363
150	349	309	460	386	493	415
185	418	362	545	455	583	490
240	484	414	631	524	674	565
300						

Tabla 17. Intensidad de corriente admisible [A], para temperatura ambiente de 40°C.<sup>34</sup>

Utilizando los catálogos de fabricantes de cables, se determina usar el modelo Superastic flex (Prysmian – Cables para baja tensión. Catálogo general) para los circuitos que van en cañerías y cable subterráneo XLPE/750 1[kV] sin armar (Sermatel – Guía técnica para instalaciones en baja tensión) para los que van en bandeja.

El proceso de selección comienza con la corriente que se calculó anteriormente para cada circuito; para cada valor, en la columna del método elegido, hay uno próximo (siempre considerando el que le sigue en la tabla,

<sup>34</sup> AEA – Tabla 771.16.III (Página 97)

nunca menor para asegurar el funcionamiento adecuado) o igual<sup>35</sup>, ese será el valor designado, pero hay que tener en cuenta que en la sección 771.13 (página 89 – AEA) está la tabla siguiente que indica la sección mínima a cumplir dependiendo el tipo circuito e independiente del valor obtenido de corriente. Por lo tanto, si el valor obtenido es menor, se debe colocar el de la tabla:

Líneas principales	4,00 mm <sup>2</sup>
Circuitos seccionales	2,50 mm <sup>2</sup>
Circuitos terminales para iluminación de usos generales (con conexión fija o a través de tomacorrientes)	1,50 mm <sup>2</sup>
Circuitos terminales para tomacorrientes de usos generales	2,50 mm <sup>2</sup>
Circuitos terminales para iluminación de usos generales que incluyen tomacorrientes de usos generales	2,50 mm <sup>2</sup>
Líneas de circuito para usos especiales	2,50 mm <sup>2</sup>
Líneas de circuito para uso específico (excepto MBTF)	2,50 mm <sup>2</sup>
Líneas de circuito para uso específico (alimentación a MBTF)	1,50 mm <sup>2</sup>
Alimentaciones a interruptores de efecto	1,50 mm <sup>2</sup>
Retornos de los interruptores de efecto	1,50 mm <sup>2</sup>
Conductor de protección	2,50 mm <sup>2</sup>

Tabla 18. Secciones mínimas de conductores<sup>36</sup>.

Una vez determinada la sección de cada conductor se debe verificar que, con la temperatura de la región y la corriente admisible ( $I_{adm}$ ) del conductor seleccionado, se cumpla que:

$$I_Z \geq I_B$$

Dónde:

$I_Z$  = máxima corriente admisible del conductor [A]

$I_B$  = corriente de proyecto [A]

La corriente  $I_B$  es dato pues la calculamos para cada circuito mediante la fórmula de potencia aparente, y la  $I_Z$  se calcula como:

$$I_Z = I_{adm} * f_t * f_a$$

<sup>35</sup> Tomar el mismo valor calculado cuando se encuentra en la tabla es algo conservador y queda a cargo del proyectista en la selección.

<sup>36</sup> AEA – Tabla 771.13.I (Página 89)

Donde:

$f_a$  = factor de corrección por agrupamiento de circuitos en un mismo caño/bandeja.

$f_t$  = factor de corrección por temperatura ambiente distinta de 40 °C<sup>37</sup>.

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

Tabla 19. Factor de corrección para agrupamiento de más de un circuito monofásico o trifásico o más de un cable multipolar<sup>38</sup>.

Para el caso en consideración, se optó por una temperatura ambiente de 40°C, por ello no se utilizó factor de corrección. Para el caso del agrupamiento, solo se utilizó la corrección de los circuitos en bandeja portacable porque los circuitos que van por caño lo hacen en forma individual.

### Conductor de protección

La puesta a tierra de las partes conductoras accesibles (masas eléctricas) se realizará por medio de un conductor, denominado “conductor de protección” (PE) de cobre electrolítico aislado conforme a normas IRAM 247-3, IRAM 2178, IRAM

<sup>37</sup> AEA – Tabla 771.16.II.a (Página 95)

<sup>38</sup> AEA – Tabla 771.16.IV (Página 100)

62266 o IRAM 62267, que recorrerá la instalación integralmente, incluyendo aquellas cajas y bocas que no posean tomacorrientes, desde la barra o juego de bornes que conforman la barra principal de tierra. Su sección nominal mínima se dimensiona para cada circuito en base a lo establecido por la Tabla 21, y en ningún caso será menor a lo establecido por la Tabla 19.

Sección nominal de los conductores de línea (fase) de la instalación "S" [ mm <sup>2</sup> ]	Sección nominal del correspondiente conductor de protección "S <sub>PE</sub> " [ mm <sup>2</sup> ] y del conductor de puesta a tierra "S <sub>PAT</sub> " [ mm <sup>2</sup> ]
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

Tabla 20. Sección nominal mínima de los conductores de puesta a tierra y protección<sup>39</sup>.

## Canalizaciones

Para el caso de los conductores que se colocan en caños, la norma establece en la sección 771.12.3.13.4 cuáles son las medidas mínimas de conductos y cajas a utilizar, que se presentan a continuación en las Tablas 21 y 22:

Sección conductor	mm <sup>2</sup>	1,50	2,50	4,00	6,00	10,00
Diámetro exterior máximo	mm	3,50	4,20	4,80	6,30	7,60
Sección total	mm <sup>2</sup>	9,62	13,85	18,10	31,17	45,36
Caños según IRAM (RL: acero liviano, RS: acero semipesado)	Sección mm <sup>2</sup>	Cantidad de conductores				
RS 16	132	4+PE	2+PE	-	-	-
RL 16	154	5+PE	3+PE	2+PE	-	-
RS 19	177	6+PE	4+PE	3+PE	-	-
RL 19	227	7+PE	5+PE	4+PE	2+PE	-
RS 22	255	9+PE	6+PE	4+PE	2+PE	-
RL 22	314	11+PE	7+PE	5+PE	3+PE	2+PE
RS 25	346	13+PE	9+PE	6+PE	3+PE	2+PE
RL 25	416		10+PE	7+PE	4+PE	2+PE
RS 32	616		15+PE	11+PE	6+PE	4+PE
RL 32	661			12+PE	7+PE	4+PE
RS 38	908				9+PE	6+PE
RL 38	962				10+PE	7+PE
RS 51	1662				18+PE	12+PE
RL 51	1810					

Tabla 21. Máxima cantidad de conductores por canalización.

<sup>39</sup> AEA – Tabla 771.18.III (Página 127)

Sección conductor	mm <sup>2</sup>	16,00	25,00	35,00	50,00	70,00
Diámetro exterior máximo	mm	8,80	11,00	12,50	14,50	17,00
Sección total	mm <sup>2</sup>	60,82	95,03	122,72	165,13	226,98
Caños según IRAM (RL: acero liviano, RS: acero semipesado)	Sección mm <sup>2</sup>	Cantidad de conductores				
RS 16	132	-	-	-	-	-
RL 16	154	-	-	-	-	-
RS 19	177	-	-	-	-	-
RL 19	227	-	-	-	-	-
RS 22	255	-	-	-	-	-
RL 22	314	-	-	-	-	-
RS 25	346	-	-	-	-	-
RL 25	416	2+PE	-	-	-	-
RS 32	616	3+PE	-	-	-	-
RL 32	661	3+PE	-	-	-	-
RS 38	908	4+PE	2+PE	2+PE	-	-
RL 38	962	5+PE	3+PE	2+PE	-	-
RS 51	1662	9+PE	5+PE	4+PE	3+PE	2+PE
RL 51	1810	9+PE	6+PE	4+PE	3+PE	2+PE

Tabla 22. (continuación).

Por lo tanto, para el circuito principal que tiene 50 [mm<sup>2</sup>] de sección y para el circuito seccional que tiene 35 [mm<sup>2</sup>], se utilizará RS 51. Luego, para los circuitos de iluminación y tomacorrientes de uso general, se utilizará RS 19 (ya que la sección del conductor de protección eléctrica para ambos es de 2,5 [mm<sup>2</sup>]), y para el de tomacorrientes de uso especial, que cuenta con una sección de 4 [mm<sup>2</sup>], se selecciona RS 22. Los caños de bajada de las bandejas portacables a los circuitos OCE serán mediante caño flexible de PVC de 32 [mm] de diámetro, para no dejar caños rígidos suspendidos de las bandejas.

En el caso donde la bandeja soporte los artefactos de iluminación, cuyos cables de alimentación han sido tendidos por el interior de estas bandejas, la alimentación a la luminaria será derivada de una caja aislante o metálica con tapa con al menos grado de protección IP41 o IP 44, con los cables protegidos en sus accesos a las cajas con prensacables. Dichas cajas se fijarán sobre las zonas externas de las bandejas. El modelo que se recomienda utilizar se presenta a continuación:

FICHA TÉCNICA	
Grado de Protección	IP 65
Resistencia al Impacto (Joules)	IK 08
Resistencia al filamento incandescente	650 °C
Resistencia al calor (°C) / Deformación de bola (mm)	70 °C / < 1,4 mm
Resistencia al envejecimiento	70 °C / 168 hs
Resistencia de la aislación (MΩ) / Voltaje de aislación (V)	> 6,5 MΩ / 500 V
Rigidez Dielectrica	5250 V / 1 min
Rango de tensión	230/400 V -
Certificación conforme de norma	IEC 60670-1:2002 + AMD1:2011 & IEC 60670-22 (ed. 1):2003


CÓDIGO	PR 994/35	PR 994/50	PR 996/54	PR 997/75	PR 998/50	PR 998/67	PR 998/81	PR 999/110	PR 995/67	PR 995/81
<b>Medida Interior</b>	h: 61 mm L: 61 mm P: 31 mm	h: 61 mm L: 91 mm P: 46 mm	h: 78 mm L: 78 mm P: 50 mm	h: 78 mm L: 78 mm P: 70 mm	h: 104 mm L: 104 mm P: 45 mm	h: 104 mm L: 104 mm P: 62 mm	h: 104 mm L: 104 mm P: 77 mm	h: 104 mm L: 104 mm P: 104 mm	h: 89 mm L: 158 mm P: 62 mm	h: 89 mm L: 158 mm P: 76 mm
<b>Medida exterior</b>	h: 70 mm L: 70 mm P: 35 mm	h: 70 mm L: 70 mm P: 50 mm	h: 92 mm L: 92 mm P: 54 mm	h: 92 mm L: 92 mm P: 75 mm	h: 115 mm L: 115 mm P: 50 mm	h: 115 mm L: 115 mm P: 67 mm	h: 115 mm L: 115 mm P: 81 mm	h: 115 mm L: 115 mm P: 110 mm	h: 100 mm L: 170 mm P: 67 mm	h: 100 mm L: 170 mm P: 81 mm

Ilustración 45. Modelo Roker de caja a utilizar y sus especificaciones técnicas.

Cada tramo de bandeja se sostendrá mediante ménsulas cuando se ubiquen en las paredes, las cuales tendrán un largo no inferior al ancho de la bandeja y, en el resto de los casos, suspendidas del reticulado del techo. Tanto las bandejas, las estructuras metálicas en las que apoyan las ménsulas, accesorios (curva, unión “T”, etc.) y todo accesorio metálico que se apoye en ellas, se deben equipotencializar a tierra mediante el conductor de protección PE, a razón de un tramo entero de bandeja. Además, los cables subterráneos deberán sujetarse a la bandeja mediante precintos plásticos cada 1,5 [m] y los unipolares (PE) cada dos metros.

El ancho de las bandejas a utilizar se dimensiona en base al diámetro de los conductores que las recorren, con un espacio de reserva no inferior al 20% (tomando en este caso un 30%), y con una capa de cables<sup>40</sup>. Se utilizará por lo tanto una bandeja de 200 [mm] de ancho para salir desde el tablero seccional y,

<sup>40</sup> AEA – Sección 771.12.3.9 (Página 65)



en la primer ramificación, se reducirá a bandejas de 150 [mm], las cuales recorrerán el resto de la planta.

Se utilizarán bandejas de la marca Samet<sup>41</sup>, modelo Smarttray TRPS-200-22-Z y TRPS-150-22-Z con ala de 50 [mm] (ver ilustración siguiente). Cada una de ellas se señalan en el plano con sus medidas, y que circuito/s la/s recorren.

### Tramo recto / Cable Tray

CÓDIGO <i>Part Code</i>	ANCHO <i>Width</i>	MEDIDAS NOMINALES en mm <i>Measurement in mm</i>			LONGITUD <i>Length</i>
		ALA <i>Height</i>	ESPESOR <i>Thickness</i>		
TRPS-050-22-Z	50	50	0.71	3000	
TRPS-100-22-Z	100	50	0.71	3000	
TRPS-150-22-Z	150	50	0.71	3000	
TRPS-200-22-Z	200	50	0.71	3000	
TRPS-300-22-Z	300	50	0.71	3000	
TRPS-450-20-Z	450	50	0.89	3000	
TRPS-600-20-Z	600	50	0.89	3000	



Ilustración 46. Características de las bandejas portacables seleccionadas.

Estas bandejas se arman con accesorios y elementos de fijación, donde la elección de cada uno de ellos depende del tipo de bandeja a utilizar, el lugar de emplazamiento y el recorrido que realizan en la planta. Para el caso en cuestión, se seleccionan los siguientes<sup>34</sup>

- Tapa para tramo recto de bandeja portacable de 200 [mm] (modelo TTRS-200-22-Z)
- Curva ascendente de 200 [mm] (CUPS-200-D-Z)
- Tapa para curva ascendente de 200 [mm] (TCUPS-200-D-Z)
- Curva plana a 90° para bandeja de 200 [mm] (CPS-200-90-Z) y de 150 [mm] (CPS-150-90-Z)
- Tapa para curva plana a 90° (TTPS-200-Z)
- Reducción de bandeja de 200 [mm] (RFPS-200-Z)
- Unión T (TPS-150-Z)
- Unión cruz (XPS-150-Z)
- Soporte para amurar a pared (SBP-150/300-Z)
- Final de tramo recto de 150 [mm] (RFPS-150-Z)
- Juego de bulón y tuerca para bandeja (JB-CC-M6)

<sup>41</sup> Catálogo de bandejas portacables Smarttray by Samet (Página N° 6 a 10).

- Juego de bulón y tuerca para tapa de bandeja (JB-TRUTS-M6)
- Grampa de fijación para cable equipotencial (GFCE-B)
- Soporte caja universal (SCUS-130-Z)
- Soporte ménsula para bandeja de 200 [mm] (S-180-Z) y de 150 [mm] (S-130-Z)
- Soporte trapecio (ST150Z)
- Grama de sujeción (G-08-G)
- Varilla roscada de 5/16 (VR5/16)
- Tarugos y tirafondos

## Selección de los dispositivos de protección

### Interruptor automático

Estos dispositivos son interruptores termomagnéticos, también llamados magnetotérmicos, los cuáles actúan a través de la parte térmica (bimetálico) ante sobrecargas o magnética (electroimán) ante cortocircuitos, en un tiempo determinado. Este tiempo es uno de los parámetros que caracteriza al dispositivo y se presenta en gráficas con curvas que representan el tiempo que tarda en desconectarse el magnetotérmico en función de la intensidad que lo atraviesa. No es un tiempo fijo, sino que es un intervalo de tiempo entre un mínimo y un máximo en el que el dispositivo abre el circuito que protege. Estas curvas se identifican mediante una letra donde las más utilizadas son B, C y D, y se seleccionan a través de la corriente asignada  $I_n$ , la cual el interruptor automático puede conducir en servicio continuo y en condiciones especificadas.

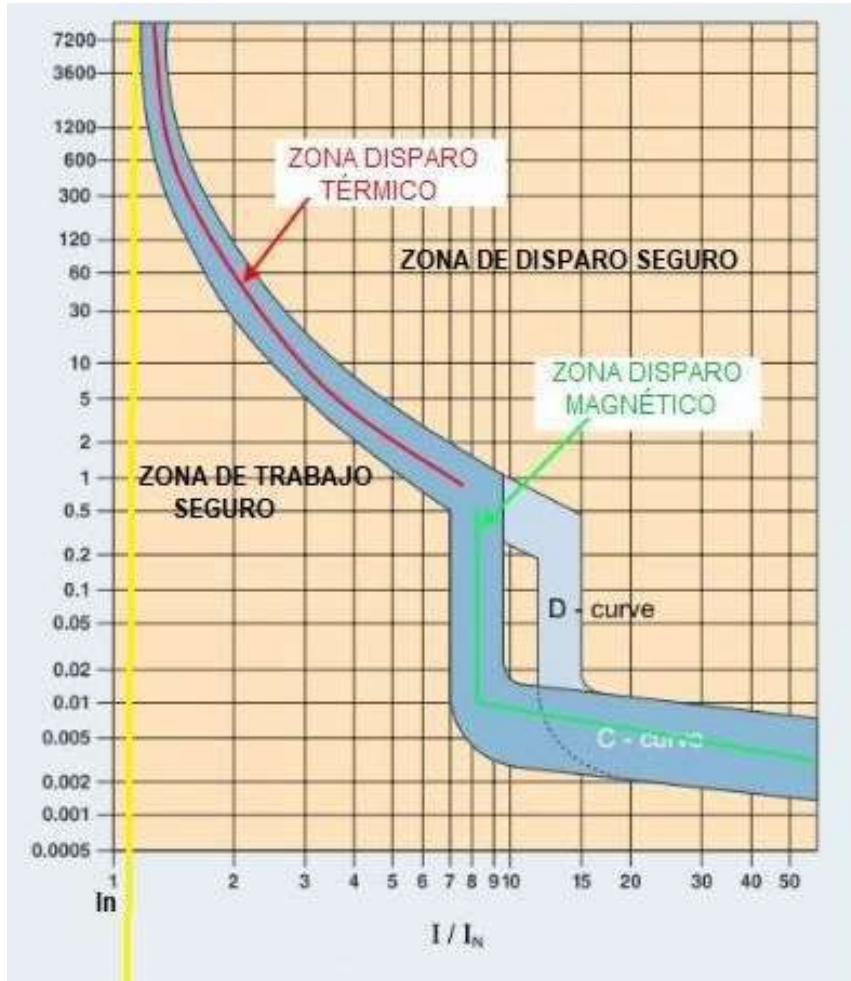


Ilustración 47. Curva de disparo de un magnetotérmico.

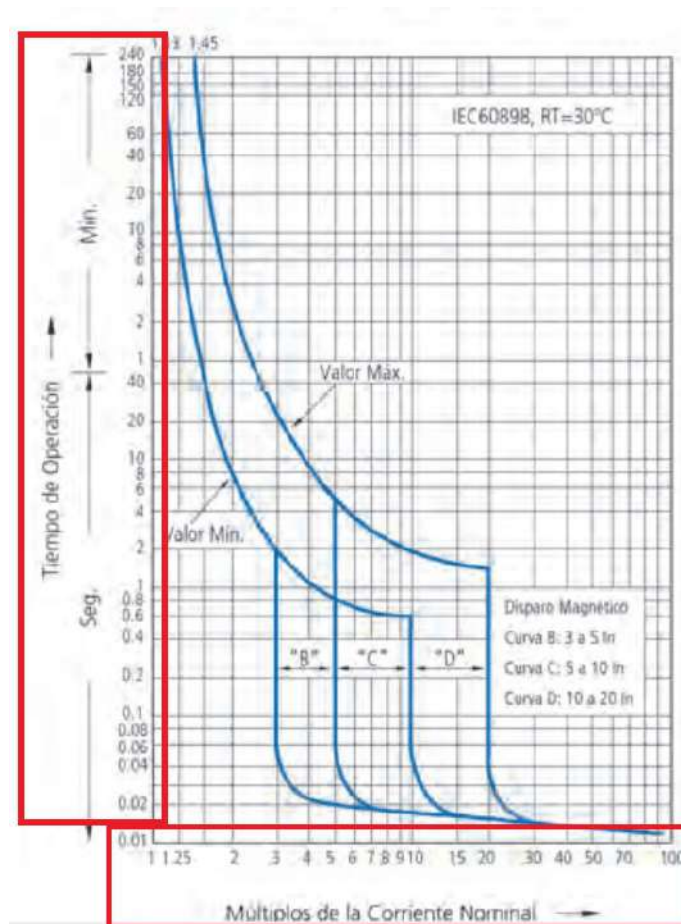


Ilustración 48. Curvas de disparo B, C y D.

Generalmente, estas curvas tienen las siguientes aplicaciones:

- *Curva B*: de uso universal en la protección de circuitos de iluminación y tomacorrientes.
- *Curva C*: perfecta para la protección de circuitos destinados a iluminación o a motores con transitorios de conexión.
- *Curva D*: para la protección de circuitos con fuertes corrientes de impulso, como transformadores o baterías de condensadores.

La corriente asignada de estos dispositivos debe cumplir la siguiente relación y en base a ella serán seleccionados:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

En la tabla 44 del Anexo I se encuentran los dispositivos utilizados para cada circuito. Se colocan un total de 9 (nueve) interruptores tetrapolares y 7 (siete) bipolares, todos curva C, extraídos del catálogo de Schneider Electric. Se

utilizó el modelo Easy 9 para los circuitos terminales, y para el tablero seccional y principal el modelo C120N.

Para el tablero seccional, se utilizará como dispositivo de cabecera una llave para corte general, que cumple la misma función de seccionar pero tiene un costo menor que un interruptor termomagnético. De esta forma se puede realizar un corte desde este dispositivo para poder trabajar aguas abajo y no cortar desde la térmica que protege el circuito seccional, ubicada en el tablero principal. Se opta por el modelo 28905 de Schneider Electric.

### Interruptor diferencial

Estos dispositivos están destinados a la protección de las personas contra contactos directos e indirectos. Los directos son aquellos en los cuáles la persona toca las partes activas de la instalación, e indirecto cuando las masas eléctricas por una falla de aislación quedan sometidas a tensión y la persona tiene contacto con ellas. En base a ello, se puede decir también que constituyen un elemento de vigilancia del aislamiento de los cables y los receptores eléctricos.



Ilustración 49. Tipos de contacto.

El funcionamiento del interruptor consiste en desconectar la instalación en un tiempo suficientemente corto para no provocar daños a la persona, evitando la derivación de corriente hacia ella. El mismo se coloca aguas abajo del interruptor termomagnético.

Cada uno de estos dispositivos se identifica por un valor de intensidad diferencial de funcionamiento ( $I_{\Delta n}$ ) (sensibilidad) que aparece en el catálogo del fabricante, y se refiere al valor de corriente de fuga que hace que actúe el diferencial, es decir, desconecte la instalación protegiendo a las personas, y un valor de corriente nominal de trabajo ( $I_n$ ).

En este caso, apelando a la selectividad entre interruptores diferenciales, se colocará un dispositivo tetrapolar selectivo para la instalación completa, de  $I_n = 100 [A]$  y  $I_{\Delta n} = 300 [mA]$ , ubicado aguas debajo del interruptor termomagnético de corte general de la instalación, y otro instantáneo para proteger el circuito seccional de  $I_n = 80 [A]$  y  $I_{\Delta n} = 300 [mA]$ . Esto se realiza con el objetivo de coordinar las protecciones diferenciales de manera tal que, en caso de defecto en un punto de la instalación, se dispare únicamente la protección más cercana a dicho defecto y no cualquier otra, evitando dejar sin tensión toda la instalación innecesariamente. Ambos se ubicarán en el tablero principal.

El resto de los dispositivos colocados son bipolares para los circuitos terminales que se desprenden del tablero principal, con una protección tetrapolar general para todos ellos, al igual que los circuitos terminales de iluminación y reserva del tablero seccional, y tetrapolares para los OCE y ACU. Todos ellos tienen  $I_{\Delta n} = 30 [mA]$  como protección complementaria contra contactos directos<sup>42</sup> y como protección por corte automático de la instalación contra contactos indirectos<sup>43</sup>.

La norma IEC 61008/9 establece una tolerancia funcional en base a la intensidad diferencial nominal de funcionamiento ( $I_{\Delta n}$ ):

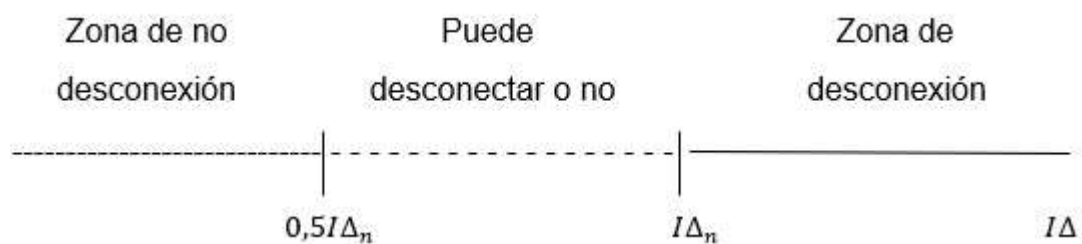


Ilustración 50. Tolerancias de un ID.

Existen valores normalizados de la corriente diferencial nominal de operación  $I_{\Delta n}$  que van desde los  $6 [mA]$  hasta los  $3000 [mA]$ , y de la corriente nominal  $I_n$ , cuyos valores se ubican en el rango de  $10 [A]$  a  $125 [A]$ .

<sup>42</sup> AEA – Apartado 771.18.3.5 (Página 123)

<sup>43</sup> AEA – Apartado 771.18.4.3 (Página 124)

Estos interruptores presentan curvas de disparo, al igual que los automáticos, y se presentan a continuación:

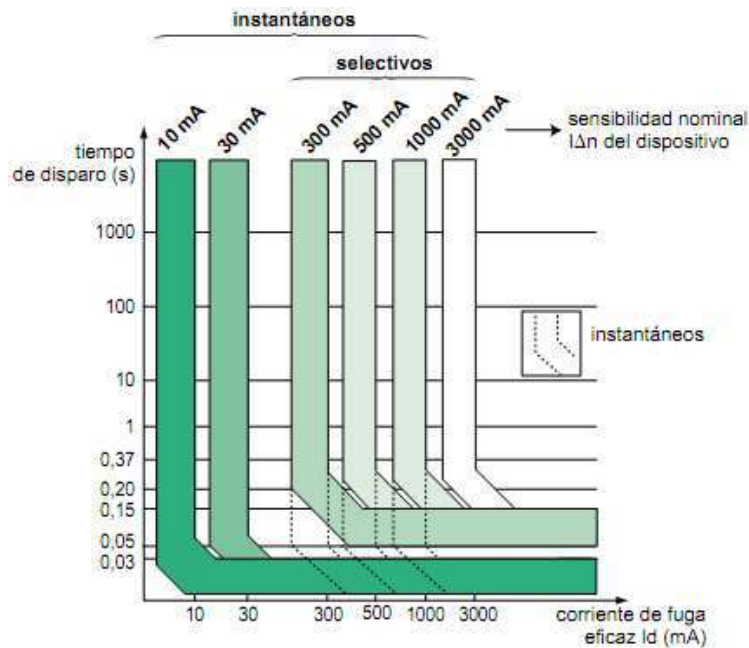


Ilustración 51. Curvas de disparo ID.

En el mercado se encuentran diferentes tipos de interruptores diferenciales, los cuales se identifican y diferencian entre sí según el tipo de corriente que los atraviesa:

- *Tipo AC*: garantizan el disparo con corrientes diferenciales alternas de forma senoidal pura. Su símbolo es:



Ilustración 52. ID tipo AC.

- *Tipo A*: garantizan el disparo con corrientes alternas de forma senoidal pura y corrientes diferenciales continuas pulsantes, con una componente continua de 6 [mA]. Contienen filtros y algunos retardos de 10 [ms], para utilizar en aquellas instalaciones donde puede ocurrir el disparo por la contaminación de la misma pero manteniendo el nivel de protección contra contactos directos e indirectos. Su símbolo es:



Ilustración 53. ID tipo A.

- *Tipo F*: garantizan el disparo con corrientes como los de tipo A más alternas diferenciales compuestas aplicadas de repente o lentamente para circuitos alimentados entre fase y neutro o entre fase y punto medio puesto a tierra. Su símbolo es:



Ilustración 54. ID tipo F.

- *Tipo B*: garantizan el disparo para las mismas corrientes que el tipo F más corrientes continuas constantes o rectificadas con filtros.



Ilustración 55. ID tipo B.

Los interruptores tipo AC y A deben cumplir con la Norma IEC 61008, y los de tipo B y F deben cumplir con la Norma IEC 62423.

Para el caso en cuestión, se optó por los tipo A en todas las aplicaciones, apelando a la protección que brindan.

### Caída de tensión en los circuitos

Los circuitos de una instalación presentan caídas de tensión en su recorrido, es decir, que desde el punto de inicio la tensión cae en un porcentaje pequeño debido a la longitud y resistividad del conductor, y también la carga colocada en el extremo del circuito. Estas pérdidas poseen valores admisibles porque si la tensión cae por debajo de los límites, no lograremos un funcionamiento correcto de los equipos colocados en los circuitos terminales y puede ocasionar daños parciales o totales a los mismos, lo cual implica un costo económico para la



empresa (de equipos, materia prima, productos terminados, retraso de envío de pedidos, entre otros).

Para seccionales y terminales, la caída de tensión entre los bornes de salida del tablero principal y cualquier punto de utilización no debe superar los siguientes valores<sup>44</sup>:

- a. Circuitos terminales, de uso general o especial y específico, para iluminación: 3%.
- b. Circuitos de usos específicos que alimentan solo motores: 5% en régimen y 15% durante el arranque.

No obstante los valores mencionados, se recomienda que la caída de tensión en los circuitos seccionales no exceda el 1%; por lo tanto el valor de máxima caída de tensión en los circuitos terminales que no alimentan motores será del 2% y en los que alimentan motores del 4%, tomado a partir del tablero seccional correspondiente. El valor de corriente a adoptar para este cálculo debe ser el máximo simultáneo previsto para estos circuitos.

A los efectos del cálculo de la caída de tensión, los circuitos de iluminación y tomacorrientes se consideran cargados con su demanda de potencia máxima simultánea en el extremo más alejado del tablero (principal o seccional, según corresponda). El método elegido para el cálculo es mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta U = GDC \frac{I * L}{S}$$

Donde:

$GDC \left[ \frac{V * mm^2}{A * m} \right]$  = gradiente de caída.

$I [A]$  = intensidad de la corriente de línea.

$L [m]$  = longitud del circuito.

$S [mm^2]$  = sección nominal del conductor.

---

<sup>44</sup> AEA – Punto 771.13.b (Página 89)

El valor de la constante GDC se obtiene a través de la siguiente tabla<sup>45</sup>, donde se remarcan los valores utilizados para el conductor seleccionado y el tipo de circuito:

Tipo de sistema	Gradiente de caída (GDC)	
	Carga común ( $\cos \varphi$ ) = 0,8 (1)	
	Cobre	Aluminio
Monofásico	0,040	0,063
Trifásico	0,035	0,055

Tabla 23. Valores de GDC

Se debe tener en cuenta que en los circuitos terminales que se desprenden del tablero seccional, la caída de tensión total es la que poseen más la caída del circuito seccional y principal. El circuito seccional, así como los terminales que se desprenden del tablero principal, tendrán su propia caída más la del circuito principal. Es decir, cada uno tiene su propia caída y se le adiciona la que posee el/los circuitos aguas arriba (solo hasta el tablero principal), sin sobrepasar los porcentajes definidos en el párrafo anterior.

### Protección contra las corrientes de cortocircuito<sup>46</sup>

#### Corrientes de cortocircuito máximas en los dispositivos de maniobra y protección de los tableros

Los dispositivos de protección, como se ha visto anteriormente, están previstos para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes que pueda producir daños térmicos y/o mecánicos en los conductores, sus conexiones y en el equipamiento de la instalación.

La corriente presunta de cortocircuito será determinada en los puntos de la instalación donde se considere necesaria. En este caso, esta determinación se efectuará por cálculos.

<sup>45</sup> AEA – Apartado 771.19.7 (Página 142).

<sup>46</sup> AEA – Apartado 771.19.2.2 (Página 134).

La norma establece reglas para los dispositivos de maniobra y protección de tableros frente a las corrientes de cortocircuito máximas. Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuitos debe responder a las dos condiciones siguientes:

a) *Regla del poder de corte*

La capacidad de ruptura del dispositivo de protección ( $P_{dccc}$ ), valor proporcionado por el fabricante, será por lo menos igual a la máxima intensidad de corriente de cortocircuito presunta ( $I''_k$ ) en el punto donde el dispositivo está instalado.

$$P_{dccc} \geq I''_k$$

También será admitida la instalación de un dispositivo con una capacidad de ruptura inferior, con la condición de que otro dispositivo con la necesaria capacidad de ruptura sea instalado del lado “alimentación” o lado fuente. Las características de ambos dispositivos deben ser coordinadas de tal forma que la energía que ellos dejan pasar no exceda la que pueda soportar sin daño el dispositivo ubicado en el lado “carga” y los conductores protegidos por estos dispositivos.

b) *Regla del tiempo de corte*

Toda corriente causada por un cortocircuito que ocurra en cualquier punto del circuito debe ser interrumpida en un tiempo tal que no exceda de aquel que lleva al conductor a su temperatura límite admisible.

Para cortocircuitos de muy corta duración ( $< 0,1 [s]$ ), donde la asimetría de la corriente es importante, y para los dispositivos de la energía pasante se debe verificar que:

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

Y, en forma aproximada, para tiempos  $0,1 [s] \leq t \leq 5 [s]$  tenemos la siguiente relación:

$$\sqrt{t} \geq k \frac{S}{I}$$

Donde:

$k$  = factor que toma en cuenta la resistividad, coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor, y las temperaturas inicial y final de este. Este valor se obtiene de la Tabla 771.19.II de la AEA (página 136).

$S [mm^2]$  = sección del conductor

$I [A]$  = intensidad de cortocircuito.

$t [s]$  = duración de la interrupción o tiempo de desconexión.

$I^2t [A^2s]$  = máxima energía pasante aguas abajo del dispositivo de protección<sup>47</sup>.

### Protección de los circuitos frente a las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas

La protección de los conductores frente a las corrientes máximas de cortocircuito se verifica si se cumple la regla del tiempo de corte, utilizando para cada situación la fórmula correspondiente en base al tiempo de apertura. En este caso, seleccionamos la regla para cortocircuitos de muy corta duración.

Por lo tanto, para aislación de conductores de XLPE el valor de  $k$  que se toma es 143, y para PVC es 115, como se observa en la tabla 20.

Aislación de los conductores		$k$				Mineral	
		PVC $\leq$ 300 mm <sup>2</sup>	PVC $>$ 300 mm <sup>2</sup>	EPR / XLPE	Goma 60 °C	PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C		70	70	90	60	70	105
Temperatura final °C		160	140	250	200	160	250
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 <sup>a</sup>
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

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

Tabla 24. Valores de la variable  $k$  para los conductores de línea.

<sup>47</sup> La característica  $I^2t$  se encuentra ligada a la clase de limitación que posee el elemento de protección. En caso de no estar marcada en el dispositivo, el proyectista debe solicitarla al fabricante, el cuál otorga la información en forma de curvas o dato garantizado.

Luego, para saber la energía máxima  $I^2t$  la norma propone tablas con valores orientativos para interruptores que dependen del grado de limitación y el poder de corte asignado<sup>48</sup>:

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

Tabla 25. Valores máximos normalizados de energía específica para interruptores automáticos de hasta 16 [A], inclusive.<sup>49</sup>

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

Tabla 26. Valores máximos normalizados de energía específica para interruptores automáticos entre 16 [A] y 32 [A], inclusive.<sup>50</sup>

Para el caso de los interruptores utilizados de 40, 80 y 100 [A], el fabricante propone las siguientes gráficas que muestran las curvas de energía máxima para el modelo C120N (utilizado en la selección de los dispositivos para proteger la instalación en general y el circuito seccional)

<sup>48</sup> AEA – Apartado 771-H.2.4

<sup>49</sup> AEA – Tabla 771-H.IX (Página 232)

<sup>50</sup> AEA – Tabla 771-H.X (Página 232)

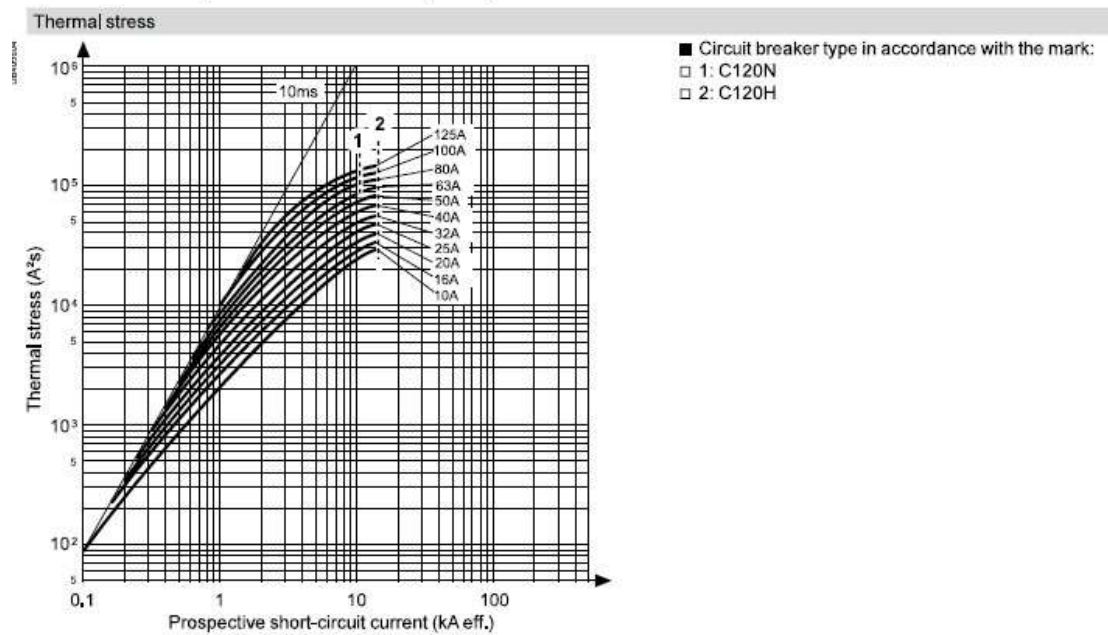


Ilustración 56. Curvas de limitación para interruptores Schneider modelo C120N.

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

Ahora lo que resta por verificar es la regla del poder de corte (apartado a). En este caso, se realiza el cálculo de la corriente máxima de cortocircuito en bornes del tablero principal para corroborar que el dispositivo de protección cumpla la función ante un posible cortocircuito.

El cálculo comienza desde el transformador, y los datos los proporcionó la empresa distribuidora de energía de General Pico (Corpico) y son los siguientes:

- Transformador de 315 [kVA] – 13,2/0,400 – 0,231 [kV], ubicado en calle 11 esquina 52, con una tensión de cortocircuito asignada  $ucc = 3,95\%$ .
- Línea de alimentación de la distribuidora (LAD): 130 [m] de 3x95/50, 160 [m] de 3x50/50 (conductor de aluminio).

La AEA presenta valores aproximados de la corriente de cortocircuito para cada transformador dependiendo de su potencia:

$S_{rT}$ [kVA]	$I_k^*$ [kA]
100	3,568
200	7,074
315	11,028
400	13,899
500	17,229
630	21,458
800	21,768
1000	26,838
1250	27,876

Tabla 27. Valores de las máximas corrientes presuntas de cortocircuito previstas para los transformadores

Para aquellos circuitos que tienen conductores con aislación XLPE, la verificación por corriente de cortocircuito se debe realizar mediante el cálculo de la impedancia en cada punto de la instalación, ya sea la máxima impedancia para calcular el cortocircuito mínimo, o la impedancia mínima para calcular el cortocircuito máximo. Este procedimiento también se realiza para otros conductores, solo que en este caso la norma propone tablas para que la forma de calcular sea más rápida.

En primer lugar, hay que calcular la impedancia de cortocircuito ( $Z_k$  [ $\Omega$ ]) en el punto de interés que, para este caso, son los bornes del medidor. Ésta depende de las componentes de la impedancia del transformador ( $Z_T$  [ $\Omega$ ]) y del cable utilizado en el tramo elegido ( $Z_C$  [ $\Omega$ ]).<sup>51</sup> Se expresa como:

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2}$$

Donde:

$$R_k = R_T + R_C$$

$$X_k = X_T + X_C$$

Ahora bien:

$$Z_T = \frac{ucc}{100\%} * \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}}$$

Donde:

<sup>51</sup> AEA – Aparatado 771-H.2

$u_{cc}$  [%] = tensión de cortocircuito asignada.

$U_{rT}$  [V] = tensión de línea asignada del lado de baja tensión.

$S_{rT}$  [kVA] = Potencia asignada del transformador.

$$Z_T = \frac{3,95\%}{100\%} * \frac{400^2 [V^2]}{315 [kVA]} = 0,02 [\Omega]$$

Luego, la impedancia se desglosa en sus dos componentes, reactancia ( $X_T$  [ $\Omega$ ]) y resistencia ( $R_T$  [ $\Omega$ ]), las cuáles se obtienen a través de las siguientes ecuaciones:

$$R_T = \frac{P_{krT}}{3 * I_{rT}^2} = \frac{P_{krT} * U_{rT}^2}{S_{rT}^2}$$

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} \rightarrow X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$$

Donde:

$P_{krT}$  [kW] = Potencia de pérdidas.<sup>52</sup>

Por lo tanto:

$$R_T = \frac{4,25 [kW] * 400^2 [V^2]}{315^2 [kVA]^2} = 6,85 * 10^{-3} [\Omega]$$

$$X_T = \sqrt{(0,02)^2 - (6,85 * 10^{-3})^2} = 18,8 * 10^{-3} [\Omega]$$

Como los cables presentan una resistencia y una reactancia propia, que depende del tipo de cable que se utilice, a cada uno de los valores obtenidos hay que adicionarle dicho valor que lo proporciona el fabricante a través de tablas. Por otra parte, cada marca coloca estos parámetros en función de una temperatura de ensayo (valor que se encuentra en la misma tabla de selección), por lo tanto hay que tener en cuenta que para calcular el cortocircuito mínimo se debe utilizar la resistencia a 90°C y para el máximo a 20°C. En caso de que el fabricante no proporcione esos datos, se pueden calcular mediante la fórmula:

---

<sup>52</sup> Valor obtenido a través de la tabla del fabricante.



$$R = \frac{1000}{S} * [\rho_0 * (1 + \alpha \Delta T)]$$

Donde:

$R [\Omega / km]$  = resistencia del cable a la temperatura deseada

$S [mm^2]$  = sección del cable utilizado

$\rho_0 [\Omega mm^2 / m]$  = resistividad del conductor utilizado

$\alpha [1/^\circ C]$  = coeficiente de dilatación térmica del conductor utilizado

$\Delta T [^\circ C]$  = diferencia de temperatura entre el valor buscado y el valor de referencia (20 [°C])

Calculando así la impedancia podemos calcular ahora la corriente presunta de cortocircuito como<sup>53</sup>:

$$I_k'' = \frac{c * U_n}{\sqrt{3} * Z_k}$$

Donde:

$c$  = factor de tensión. Este valor se toma 1,05 para el cálculo de corrientes máximas y 0,95 para corrientes mínimas.

Para el calcular en los bornes del tablero principal, en el cual tenemos cable IRAM NM 247-3 de  $3(1x50) + 1(1x25) [mm^2]$  y 0,5 [m] de largo, se decide despreciar la caída debido a la corta longitud del tramo, el cual no aportará un cambio significativo a la impedancia calculada en el punto anterior. Por lo tanto, continuando con los valores ya obtenidos, se calcula la impedancia en bornes del tablero seccional.

De esta forma se calcula cada tramo, tomando para cada punto el valor de impedancia obtenido. Los resultados se muestran en las Tablas 47 y 48 ubicada en el Anexo I, y se puede observar que se cumple la condición de protección con las termomagnéticas seleccionadas, ya que todos los valores

---

<sup>53</sup> En este paso, se desprecia la longitud de la bajada y se toma directamente al medidor.

aseguran la actuación para  $10I_n$ <sup>54</sup>, y dado que los valores de las protecciones colocadas son de un poder de corte mayor, se verifica la ecuación:

$$P_{dccc} \geq I''_{kTP}$$

### Protección de los interruptores diferenciales contra sobrecargas y cortocircuitos y su capacidad de ruptura asignada

Por otra parte, también se debe proteger a los interruptores diferenciales ya que pueden quedar expuestos frente a daños, debidos a corrientes de sobrecarga como a elevadas corrientes de falla a tierra y/o elevadas corrientes de cortocircuito entre los conductores activos.

En lo que concierne a la protección contra sobrecargas, se puede optar por alguna de estas dos soluciones siguientes que, para el caso en consideración, se realizan ambas:

- a) Verificar que la corriente asignada del ID sea mayor o igual que la corriente del dispositivo de protección contra las sobrecargas ubicado, en serie, aguas arriba.
- b) Verificar que la corriente asignada del ID (cuando el ID está ubicado aguas arriba de un grupo de circuitos) sea mayor o igual que la suma aritmética (por fase) de las corrientes asignadas de cada interruptor termomagnético de protección de cada circuito aguas debajo de él.

En lo que corresponde a la capacidad de ruptura y a las corrientes de cortocircuito, siempre deben verificarse las siguientes condiciones:

- a) Que los ID posean una capacidad de ruptura adecuada (igual o mayor que la corriente de falla a tierra presunta en el lugar de instalación).
- b) Que los ID puedan soportar sin daños las corrientes de cortocircuito que pudieran presentarse en el lugar de instalación.

Si bien estas condiciones se cumplen, además se garantiza la protección de los mismos por medio de un dispositivo de protección contra cortocircuito que se encuentra instalado aguas arriba del ID.

---

<sup>54</sup> Las térmicas seleccionadas son curva C, por ello se plantea esta relación.

Con todos los datos calculados y reunidos hasta aquí, se realiza el esquema unifilar de la instalación, colocando los datos correspondientes que se exigen en la Norma, resumidos en la Tabla 771.18.II<sup>55</sup>.

## Tableros eléctricos

Los tableros están constituidos por cajas o gabinetes que contienen los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con su cableado, barras, cubiertas y soportes correspondientes.

Para el caso en cuestión, los tableros a colocar son de baja tensión y se lo define<sup>56</sup> como la combinación de uno o más dispositivos de baja tensión de maniobra y conexión, junto con sus dispositivos de comando, medición, señalización, protección, regulación, etc., completamente montados y armados bajo la responsabilidad de su fabricante y/o proyectista, con todas sus interconexiones internas mecánicas y eléctricas y sus elementos estructurales.

De acuerdo con la ubicación en la instalación, los tableros en este proyecto son:

- Tablero principal: aquel al que acomete la línea principal y que contiene el interruptor principal y del cual se derivan el (los) circuito (s) seccionales y/o terminales.
- Tablero seccional: es aquel al que acomete un circuito seccional y del cual se derivan otros circuitos seccionales o terminales.

En este caso, el tablero principal se ubicará dentro del ingreso a la planta (mesa de entrada) y el tablero seccional en la cocina de producción.

## Condiciones de instalación de los tableros

### *Lugar de instalación y grado de protección IP*

Siendo que todos los tableros eléctricos de distribución (principal y seccional), son considerados elementos o equipos de seguridad de las instalaciones, los mismos deben ser fácilmente identificables, para lo cual las envolturas o envolventes que los constituyan deberán poseer en la parte frontal exterior de

---

<sup>55</sup> AEA – Apartado 771.18 (Página 126)

<sup>56</sup> AEA – Apartado 771.20 (Página 143)

sus marcos o de sus puertas o, en caso de no poseerlas, de sus barreras de protección contra el contacto directo, el símbolo de “riesgo eléctrico” (Norma IRAM 10005-1) con una altura mínima de 40 [mm].



Ilustración 57. Cartelería indicativa tipo a colocar en tableros eléctricos de riesgo eléctrico.

El símbolo anterior, así como también las marcaciones exigidas por la norma de producto, deberán ser durables y estar siempre visibles. Además, debajo del símbolo deberá pintarse o fijarse una leyenda indicativa de la función del tablero, escrita con letras negras, con una altura mínima de 10 [mm], sobre fondo amarillo.

Los tableros se instalarán en lugares secos, ambiente normal, de fácil acceso y alejados de otras instalaciones (agua, gas, cloacas, etc.)

#### *Pasillos y espacios libres de circulación*

Delante de la superficie frontal del tablero habrá un espacio libre suficiente para facilitar la realización de trabajos y operaciones. Se dejará un espacio no menor a 1 [m] ya que las personas que lo operen serán BA4 o BA5.

#### *Iluminación de la sala*

El recinto donde estarán ubicados los tableros deberá disponer de iluminación artificial adecuada para operar en forma segura y efectiva los dispositivos de maniobra y leer los instrumentos con facilidad.

El nivel mínimo de iluminación en la sala será de 200 [lux], medido a un metro de nivel del piso, sobre el frente del tablero.

#### **Ubicación de los tableros**

La reglamentación exige que el tablero principal deberá instalarse dentro de la propiedad, a una distancia de la caja del medidor no superior a los 2 [m] que, para el caso en consideración, la distancia es de 0,5 [m]. Además, se debe tener

en cuenta que la línea principal y su canalización sean de doble aislación (o aislación clase II) o aislación reforzada.

El tablero seccional estará instalado en un lugar de fácil localización dentro del inmueble.

### Forma constructiva de los tableros

Los tableros con capacidad de corriente de hasta 250 [A] deberán tener un espacio disponible de reserva para eventuales ampliaciones de por lo menos el 20% de la capacidad total del tablero en módulos de 18 [mm]; si fueran de 27 [mm].

Las partes constitutivas de los tableros podrán ser metálicas o de materiales aislantes que tengan, además de rigidez mecánica, características de no inflamabilidad, no higroscopicidad y propiedades dieléctricas adecuadas. Los tableros se protegerán contra contactos directos, como mínimo, por medio de aislación de las partes activas o cubiertas o envolturas y contra contactos indirectos como mínimo por corte automático de la alimentación (incluyendo la puesta a tierra de las masas) o por uso de equipamientos clase II.

Los componentes eléctricos no podrán montarse directamente sobre las caras posteriores o laterales del tablero, sino en soportes, perfiles o accesorios dispuestos a tal efecto. En la cara posterior sólo podrán montarse los elementos que deberán ser visualizados o accionados desde el exterior.

Se preverá suficiente espacio interior como para permitir un montaje holgado de todos los componentes y facilitar el acceso, recorrido y conexionado de los conductores aislados y cables, teniendo en cuenta sus medidas y radios de curvatura.

Para los tableros del caso en consideración que tienen más de tres circuitos tendrán un juego de barras que permita efectuar el conexionado o remoción de cada uno de los dispositivos de maniobra, cómodamente y sin interferir con los restantes. Este juego de barras será realizado con pletinas desnudas de cobre o latón, montadas en soportes adecuados, bornes de distribución, peines de conexión o una combinación de ellos.

Por razones de seguridad se utilizará una sola conexión por cada borne o morseto de los dispositivos de maniobra.

Las barras se proyectarán para una corriente nominal no menor que la de la alimentación del tablero y para un valor de corriente de cortocircuito no menor que el valor eficaz de la corriente de falla máxima presunta en el lugar de la instalación. Asimismo, se respetarán las secciones y longitudes de barras de conexión a interruptores establecidas por los fabricantes en sus catálogos con el fin de que el interruptor automático funcione dentro de sus parámetros de fabricación.

Los conductores no estarán flojos ni sueltos en su recorrido dentro del tablero y sus extremos se prepararán de manera apropiada al tipo de borne por conectar, así se garantiza una conexión eléctrica segura y duradera.

Los tableros dispondrán de una placa, barra colectora o bornera interconectada de puesta a tierra, identificada con el símbolo de puesta a tierra o por el color verde y amarillo normalizado, con la cantidad suficiente de bornes adecuados al número de circuitos de salida, donde se reunirán todos los conductores de protección de los distintos circuitos y desde donde también se realizará la puesta a tierra del tablero. Cada tablero tendrá conectadas las masas y partes metálicas no activas al conductor de protección. Para el caso específico de los tableros contruidos en material aislante y armados como tableros de doble aislación, no será necesario poner a tierra el riel DIN de montaje de los dispositivos ni la cerradura ni las bisagras, si estos elementos fuesen metálicos.

Por razones de seguridad, los dispositivos de maniobra y protección se instalarán en forma vertical y serán alimentados por sus bornes superiores.

El tablero será armado por un montador responsable y estará marcado indeleblemente de manera que las siguientes indicaciones permanezcan visibles y legibles desde el frente (a 1 [m] de distancia) después de la instalación:

- Montador responsable.
- Tensión de utilización: trifásica (380 [V]).
- Intensidad de corriente de cortocircuito máxima: 5037 [A]

### Dimensionado térmico del tablero

Para poder llevar a cabo este dimensionamiento térmico es necesario contar con las potencias disipadas por los componentes a instalar en el interior del tablero. Estos valores no los proporciona el fabricante, por lo tanto se emplearán los valores máximos que cada dispositivo puede disipar según su norma de producto, en este caso según la IEC 60898, y se muestran a continuación en la Tabla 31:

Corriente asignada [ A ]	Potencia disipada [ W ]
$I_n \leq 10$	3
$10 < I_n \leq 16$	3,5
$16 < I_n \leq 25$	4,5
$25 < I_n \leq 32$	6
$32 < I_n \leq 40$	7,5
$40 < I_n \leq 50$	9
$50 < I_n \leq 63$	13
$63 < I_n \leq 100$	15
$100 < I_n \leq 125$	20

Tabla 28. Potencia disipada por polo a corriente nominal.

Para el cálculo de la potencia total que se debe disipar en el tablero y considerando lo establecido en IEC 60670-24, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

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

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

**Corriente asignada del tablero ( $I_{nq}$ ):** Corriente asignada a ser calculada como

$$I_{nq} = I_{ne} * K_e$$

**Factor de utilización ( $K_e$ ):** Relación entre la corriente que realmente circula por alguno de los dispositivos de protección de entrada o cabecera del tablero y la corriente asignada de dicho dispositivo de cabecera. El factor de utilización se lo toma por convención igual a 0,85;

**Factor de simultaneidad ( $K$ ):** Relación calculada por el instalador entre la corriente asignada del tablero ( $I_{nq}$ ) y la corriente asignada de salida ( $I_{nu}$ ). Si en la cabecera existe un interruptor diferencial en lugar de un interruptor automático termomagnético la corriente asignada del tablero se considera igual a la corriente asignada de salida ( $I_{nu}$ ).

Si no se disponen los valores reales de corriente, se puede emplear convencionalmente el factor de simultaneidad  $K$  indicado en la tabla 32:

Nº de circuitos principales	Factor de simultaneidad asignado
2 y 3	0,8
4 y 5	0,7
6 a 9 inclusive	0,6
10 (y mayor cantidad)	0,5

Tabla 29. Factor de simultaneidad ( $K$ ) asignado para tableros que cumplen con IEC 60670-24.

La potencia total disipada dentro del tablero se calcula de la siguiente forma:

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

Donde:

$P_{tot}$  [W] = potencia total disipada en el tablero;

$P_{dp}$  [W] = potencia disipada por los dispositivos de protección, tomando en cuenta el factor de utilización y el factor de simultaneidad.

$0,2P_{dp}$  [W] = potencia total disipada por las conexiones, tomacorrientes, relés, interruptores diferenciales, etc.;

$P_{au}$  [W] = potencia total disipada por los otros dispositivos y aparatos eléctricos instalados en el tablero y no incluidos en  $P_{dp}$  y en  $0,2P_{dp}$  tales como las lámparas de señalización (ojos de buey), transformadores para campanillas, etc.;



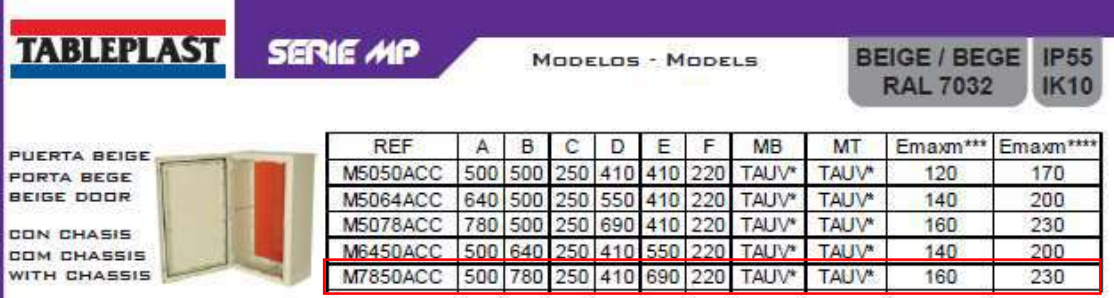
## Verificación

El valor de la potencia total disipada en el tablero ( $P_{tot}[W]$ ) debe ser menor o igual a la potencia máxima disipable por la envoltura o gabinete en uso normal ( $P_{de} [W]$ ) declarada por el fabricante, es decir:

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

La potencia máxima disipada por cada uno de los componentes a instalar en el tablero se obtiene de los datos de los fabricantes de los dispositivos o a partir de los valores máximos permitidos por la correspondiente norma de producto.

Para el tablero principal, se selecciona un tablero de la marca Tableplast, de la serie MP modelo M7850ACC con tapa color beige, de material termoplástico autoextinguible con protección UV, el cual disipa 160 [W] y tiene 500 [mm] de ancho, 780 [mm] de alto y 250 [mm] de profundidad. Cuenta con un grado de protección IP55 e impacto IK10<sup>57</sup>.

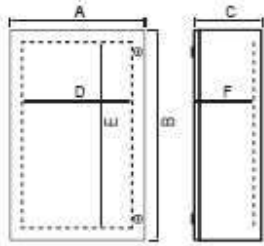


REF	A	B	C	D	E	F	MB	MT	Emaxm***	Emaxm****
M5050ACC	500	500	250	410	410	220	TAUV*	TAUV*	120	170
M5064ACC	640	500	250	550	410	220	TAUV*	TAUV*	140	200
M5078ACC	780	500	250	690	410	220	TAUV*	TAUV*	160	230
M6450ACC	500	640	250	410	550	220	TAUV*	TAUV*	140	200
M7850ACC	500	780	250	410	690	220	TAUV*	TAUV*	160	230

Tabla 30. Tabla de selección para modelos de tableros de la serie MP.

Para el tablero seccional se elige un tablero de la marca Tableplast, de la serie MP modelo M78100AC con tapa color beige, de material termoplástico autoextinguible con protección UV, y tiene 780 [mm] de ancho, 1000 [mm] de alto y 250 [mm] de profundidad. Cuenta con un grado de protección IP55 e impacto IK10<sup>50</sup>.

<sup>57</sup> Catálogo general Tableplast 2011 (Página 34)



COLUMNAS - COLUNAS - COLUMNS

REF	A	B	C	Combinación - Combinação - Combination
M50100AC	500	1000	250	2 x M5050
M50114AC	500	1140	250	M5050 + M6450
M501281AC	500	1280	250	2 x M6450
M501282AC	500	1280	250	M5050 + M7850
M50142AC	500	1420	250	M6450 + M7850
M50150AC	500	1500	250	3 x M5050
M50156AC	500	1560	250	2 x M7850
M50164AC	500	1640	250	2 x M5050 + M6450
M50178AC	500	1780	250	M5050 + 2 x M6450
M501921AC	500	1920	250	3 x M6450
M501922AC	500	1920	250	M5050 + M6450 + M7850
M50200AC	500	2000	250	4 x M5050
M64100AC	640	1000	250	2 x M5064
M64150AC	640	1500	250	3 x M5064
M64200AC	640	2000	250	4 x M5064
M78100AC	780	1000	250	2 x M5078
M78150AC	780	1500	250	3 x M5078
M78200AC	780	2000	250	4 x M5078

Tabla 31. Tabla de selección para modelos de tableros modelo MP.

## Proyecto de Inversión

Luego del análisis anterior, donde se proponen todas las mejoras con su correspondiente justificación, el paso siguiente es realizar la programación del proyecto.

El proyectista es responsable del control y seguimiento de las tareas y procesos, de resolver los problemas y de comunicar. Periódicamente el cliente recibirá por parte de su referente informes como entregables parciales de los avances de su producto, que se compararán con lo establecido en el diagrama.

El plan del proyecto tiene tres dimensiones: la parte temporal (cuánto va a durar el proyecto), la parte económica (costos en los que debe incurrir para lograr lo propuesto) y los recursos (materiales, humanos y tecnológicos).

### Tiempos y recursos

Para comenzar con la programación, lo que se realiza en primer lugar es una identificación de las actividades a realizar, asignando el área responsable que debe intervenir en cada una y el tiempo de duración estimado. Cada una de ellas tiene una tarea precedente (salvo la primera) que indica qué paso debemos completar para poder dar inicio a la misma.

Durante la confección de este listado se desglosa el proyecto en la mayor cantidad de actividades posibles, con el fin de evitar a futuro riesgos durante el proyecto; éstos pueden poner en peligro la finalización del mismo en el tiempo pactado, generar mayor inversión de lo planificado en materiales y/o recursos, producir malestar en los niveles de la organización y en el proyectista, etc. De esta forma estamos optimizando la predictibilidad del proyecto.

Proyecto Final de Ingeniería Industrial  
Asesoramiento Crisba Cañerías S.R.L.

Actividad N°	Descripción	Duración estimada [días]	Actividad precedente	Recursos
1	Elaboración de informe (relevamiento de información, confección de planos e informe detallado, estimación de costos de materiales y recurso humano) para la instalación eléctrica	21	Ninguna	Ingeniería
2	Elaboración de informe (relevamiento de información, confección de planos e informe detallado, estimación de costos de materiales y recurso humano) para seguridad e higiene	15	1	Ingeniería
3	Aprobación de informe eléctrico	3	1	Gerencia - Administración
4	Aprobación de informe en SyH	3	2	Gerencia - Administración
5	Pedido de factibilidad en Corpico	1	3	Ingeniería
6	Armado de informe de ampliación para presentar en Corpico	15	3	Ingeniería
7	Análisis de factibilidad	30	5	Corpico
8	Recepción de factibilidad	1	7	Gerencia - Ingeniería
9	Envío de informe de ampliación	1	6 y 8	Ingeniería
10	Confección de presupuesto de ampliación de potencia	30	9	Corpico
11	Recepción de presupuesto de ampliación de potencia	1	10	Administración
12	Aprobación interna de presupuesto de ampliación de potencia	5	11	Gerencia - Administración
13	Confirmación en Corpico de presupuesto y pago de seña	1	12	Administración
14	Elaboración de aviso de búsqueda laboral para mano de obra para realizar la instalación eléctrica	1	12	Gerencia - Ingeniería
15	Envío y publicación de búsqueda laboral en medios de comunicación	15	14	Administración
16	Recepción de CV de mano de obra para electricidad	15	15	Gerencia
17	Ampliación de potencia	90	13	Corpico
18	Armado de aviso de solicitud de CV de profesionales en Seguridad e Higiene y publicación	15	4	Gerencia
19	Recepción de CV de profesionales en Seguridad e Higiene	15	18	Gerencia
20	Pre-selección de profesionales en SyH	1	19	Gerencia
21	Realización de exámenes preocupacionales a los posibles contratados	15	20	Médico externo
22	Recepción de resultados de exámenes preocupacionales	1	21	Gerencia
23	Selección del profesional en SyH	5	22	Gerencia
24	Armado y publicación de pliego de condiciones para licitación de materiales eléctricos	4	12	Administración - Ingeniería
25	Armado y publicación de pliego de condiciones para licitación de insumos para reacondicionamiento en Seguridad e Higiene	4	4	Administración - Ingeniería
26	Recepción de ofertas de las empresas proveedoras de materiales eléctricos	7	24	Administración - Ingeniería
27	Recepción de ofertas de las empresas proveedoras de insumos de SyH	7	25	Administración - Ingeniería
28	Análisis y recepción de ofertas de proveedores (ME) - parte 1	4	26	Administración
29	Análisis y selección de ofertas de proveedores (ME) - parte 2	3	28	Ingeniería
30	Análisis y selección de ofertas de proveedores (SyH) - parte 1	4	27	Administración
31	Análisis y selección de ofertas de proveedores (SyH) - parte 2	3	30	Ingeniería
32	Confección de órdenes de compra y envío a cada proveedor seleccionado (ME)	3	29	Administración
33	Confección de órdenes de compra y envío a cada proveedor seleccionado (SyH)	3	31	Administración
34	Contratación de personal para realizar la instalación eléctrica (IE)	5	16 y 32	Administración
35	Recepción de materiales para reacondicionamiento en SyH	30	33	Ingeniería - Operario (interno)
36	Recepción de materiales para reacondicionamiento de la IE	30	32	Ingeniería - Operario (interno)
37	Modificación de la instalación eléctrica	45	34 y 36	Personal contratado IE
38	Solicitud de CV para realizar trabajos de colocación de puerta de seguridad, albañilería y trabajos varios	6	35	Gerencia
39	Recepción de CV de personal para trabajos varios	6	38	Gerencia
40	Selección y contratación de personal para los trabajos varios (TV)	5	39	Gerencia - Administración
41	Colocación de cartelera informativa de SyH	3	23 y 40	Personal contratado TV - Profesional SyH
42	Colocación de extintores	1	23 y 40	Personal contratado TV - Profesional SyH
43	Construcción, colocación e inspección de barral en escalera y primer piso	7	23 y 35	Operario (interno) - Profesional SyH
44	Colocación de cintas demarcatorias (piso y escaleras)	1	23 y 40	Personal contratado TV - Profesional SyH
45	Colocación de puntos de sujeción de ames	1	23 y 40	Personal contratado TV - Profesional SyH
46	Instrucción y capacitación sobre usos de EPP	1	23 y 35	Personal de planta - Profesional SyH
47	Colocación de puerta para salida de emergencia	3	23 y 40	Personal contratado TV - Profesional SyH
48	Capacitación extintores	1	42	Personal de planta - Profesional SyH
49	Capacitación sobre medios de escape	1	41 y 47	Personal de planta - Profesional SyH
50	Capacitación sobre escaleras	1	43	Personal de planta - Profesional SyH
51	Capacitación sobre riesgos mecánicos	1	23	Personal de producción - Profesional SyH
52	Capacitación sobre ergonomía	1	23 y 35	Personal de planta - Profesional SyH
53	Capacitación sobre riesgo eléctrico	1	23, 37 y 41	Personal de planta - Profesional SyH

Tabla 32. Tareas a realizar dentro del proyecto.

Una vez determinadas las actividades, se propone una fecha de inicio del proyecto para conocer la duración total del proyecto. Cada tarea será representada en una red (Diagrama de Pert) donde se podrá ver cuál es la cadena crítica de nuestro proyecto, es decir, aquellas tareas que deben realizarse en los tiempos previstos porque si se retrasan ponen en juego la duración total del proyecto. Cada una de ellas se simboliza como:

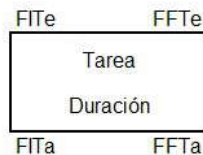


Ilustración 58. Representación de tareas en una red.

Donde:

- FITE: fecha de inicio temprana de la tarea.
- FITa: fecha de inicio tardía de la tarea.
- FFTe: fecha de finalización temprana de la tarea.
- FFTa: fecha de finalización tardía de la tarea.

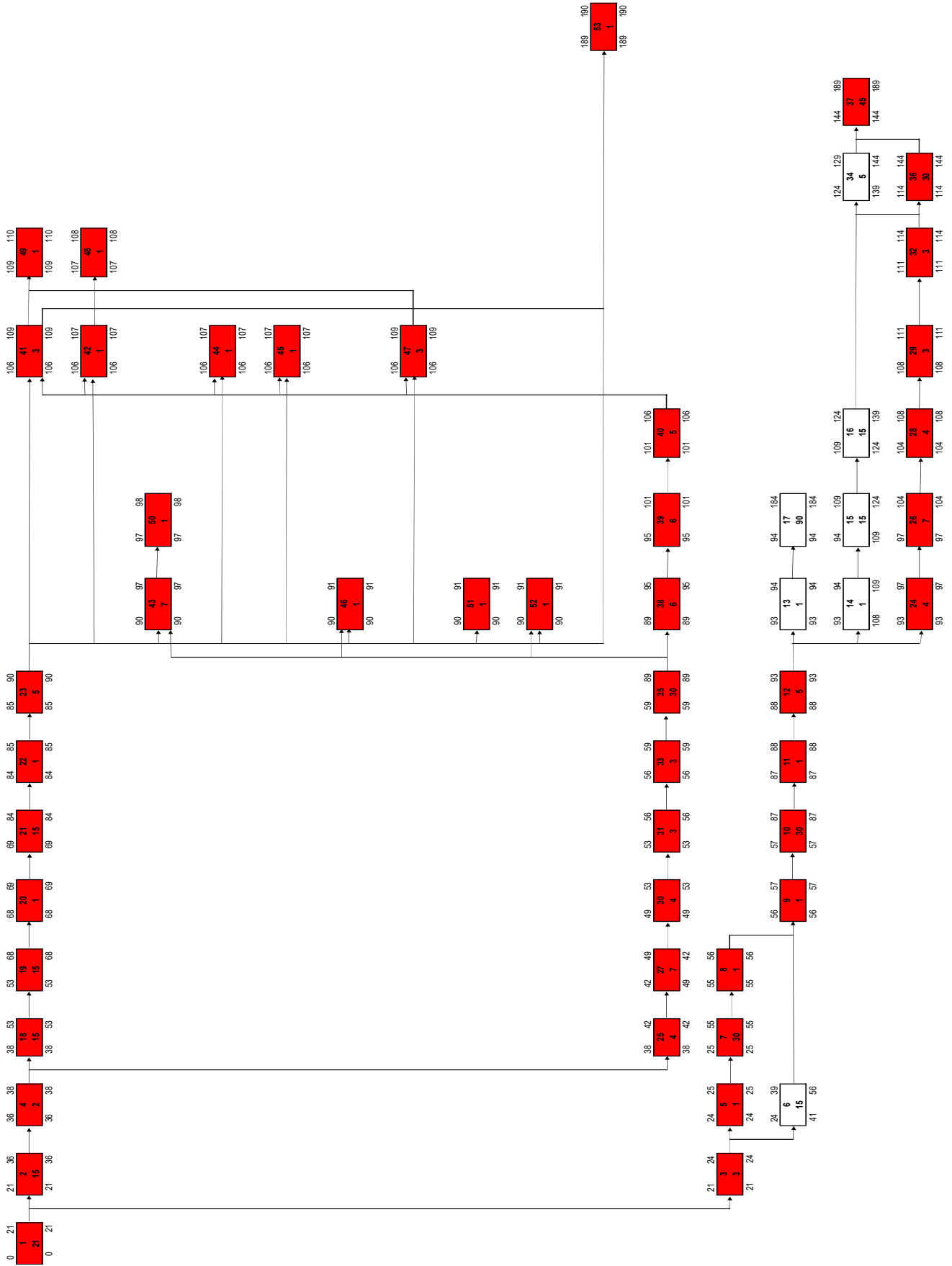


Ilustración 59. Diagrama de red

Mediante un Diagrama de Gantt se representan gráficamente los tiempos que debe llevar cada tarea, contemplando riesgos y complejidades que afecten el desarrollo del proyecto a través de la identificación de puntos buffer del proyecto, que se dividen en tres tipos:

- *Buffer de proyecto:* destinado a proteger al cliente, se añade al final del proyecto principalmente para compensar las fluctuaciones de las actividades en la cadena crítica. Por lo tanto, es una medida estimada de la incertidumbre del proyecto y su finalidad es absorber los efectos acumulados de las perturbaciones aleatorias.
- *Buffer de alimentación:* situado en el punto en que una actividad no crítica se une a la cadena crítica (CC), con el fin de proteger la CC de las posibles alteraciones de las actividades que la alimentan, y a la vez para permitir que las actividades de la CC puedan empezar temprano cuando todo va bien.
- *Buffer de recurso:* es una especie de alerta para evitar que un determinado recurso que tiene que ejecutar varias tareas esté ocupado cuando sea necesario realizar tareas que forman parte de la cadena crítica.

El proyecto se estima de 9 meses, considerando que una semana laboral se constituye de 44 horas (lunes a viernes con una jornada de 8 horas y sábados de 4 horas). La diferencia en días del diagrama de red al diagrama de Gantt reside en esto, que para el anterior se contabilizan horas laborables contemplando fin de semana y feriados. Este diagrama se presenta en los anexos, dada la longitud del mismo.

Ahora bien, considerando que se le colocará un buffer de proyecto del 33% de su duración, el tiempo total del proyecto se estima en un año. Dado que el proyecto consta de varios caminos críticos, el mismo se colocará en el final de la cadena crítica más larga, es decir, luego de la tarea 53.

## Costos y presupuestos

Para cada eje, se plantea un costeo de insumos/materiales y de mano de obra que se debe contratar para realizar el proyecto. Se detallo en forma específica

todo lo requerido con el fin que se ha explicado anteriormente, sortear la mayor cantidad de inconvenientes posibles.

Se ha determinado colocar los valores en dólares, para ofrecer mayor confiabilidad a cada presupuesto.

**Cómputo de materiales/insumos para adecuación en Seguridad e Higiene Industrial**

Item	Especificación	Característica	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
1	Lámpara 38 [W]	LED	uni	4	4,71	18,82
2	Lámpara 95 [W]	LED	uni	20	26,89	537,75
3	Luminaria estanca 20 [W]	LED	uni	4	18,80	75,18
4	Extintor de polvo químico de 10 [kg]	3A-12BC	uni	6	221,12	1.326,71
5	Puerta de 1,85 [m] de ancho (dos hojas) con barral antipánico	-	uni	1	1.292,09	1.292,09
6	Puerta hoja simple con barral antipánico	-	uni	1	447,20	447,20
7	Cartel luminoso salida de emergencia	-	uni	2	28,39	56,77
8	Luz de emergencia	LED	uni	10	13,65	136,52
9	Gafa de montura universal (equipo de protección ocular)	IRAM 3160	uni	14	2,48	34,78
10	Pantalla de protección (equipo de protección ocular)	IRAM 3160	uni	2	32,92	65,84
11	Guante de descarnado tipo soldador	IRAM 3607	par	3	4,63	13,89
12	Guante de vaqueta/descarnado tipo americano	IRAM 3607	par	3	3,32	9,95
13	Guante de vaqueta tipo lincoln	IRAM 3607	par	7	3,21	22,46
14	Guante tejido bañado en nitrilo	IRAM 3607	par	4	1,57	6,29
15	Guante tejido bañado en látex	IRAM 3607	par	4	1,98	7,90
16	Cascos	IRAM 3620/82	uni	15	6,39	95,78
17	Arnés anticaídas	IRAM 3622-1 y 3622-2	uni	1	60,66	60,66
18	Cartelería ilustrativa e instructiva	-	uni	25	0,37	9,29
19	Cinta antideslizante	-	uni	1	20,76	20,76
20	Hierro estructural de 20x20x1,25 [mm]	-	m	50	14,41	720,50
21	Electrodos	-	kg	2	5,39	10,77
22	Bulones	-	uni	60	10,16	609,67
23	Cinta demarcatoria autoadhesiva amarilla y negra de 48 [mm]	-	uni	1	10,55	10,55
24	Cinta demarcatoria autoadhesiva amarilla de 48 [mm]	-	uni	1	10,55	10,55
25	Faja lumbar	-	uni	4	9,25	37,02
						<b>5.637,68</b>

Tabla 33. Materiales - eje de SyH.

**Cómputo de mano de obra y otros para adecuación en Seguridad e Higiene**

Especificación	Cantidad	Costo (USD)
Personal para colocación de puerta, barral y cartelería	2 personas	93,17
Personal de Seguridad e Higiene (capacitación, aplicación de normas, relevamientos, informes, etc.)	1 persona	132,15
Fletes (para el total de pedidos)	-	37,27

Tabla 34. MO y otros - eje SyH.

En esta última, no se calcula el costo total porque se debe tener en cuenta que el valor del personal contratado es por mes; por ende, se estima que ese costo se verá aplicado desde septiembre en adelante. El valor de los dos ítems restantes es el valor final.



Proyecto Final de Ingeniería Industrial  
Asesoramiento Crisba Cañerías S.R. L.

Cómputo de materiales/insumos para la instalación eléctrica						
Item	Especificación	Característica	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
1	Interruptor termomagnético 4x100 [A] - Curva C - 10 [kA]	IEC 60898-1	uni	1	308,01	308,01
2	Interruptor termomagnético 4x80 [A] - Curva C - 10 [kA]	IEC 60898-1	uni	1	292,81	292,81
3	Interruptor termomagnético 4x40 [A] - Curva C - 4,5 [kA]	IEC 60898-1	uni	1	27,89	27,89
4	Interruptor termomagnético 4x32 [A] - Curva C - 4,5 [kA]	IEC 60898-1	uni	6	27,89	167,34
5	Interruptor termomagnético 4x25 [A] - Curva C - 4,5 [kA]	IEC 60898-1	uni	2	22,07	44,14
6	Interruptor termomagnético 2x20 [A] - Curva C - 4,5 [kA]	IEC 60898-1	uni	1	10,05	10,05
7	Interruptor termomagnético 2x16 [A] - Curva C - 4,5 [kA]	IEC 60898-1	uni	2	10,05	20,09
8	Interruptor termomagnético 2x10 [A] - Curva C - 4,5 [kA]	IEC 60898-1	uni	4	10,05	40,18
9	Interruptor diferencial 4x100 [A] - 300 [mA] (S)	IEC 61008-1	uni	1	597,62	597,62
10	Interruptor diferencial 4x80 [A] - 300 [mA]	IEC 61008-1	uni	1	224,01	224,01
11	Interruptor diferencial 4x40 [A] - 30 [mA]	IEC 61008-1	uni	7	222,38	1.556,65
12	Interruptor diferencial 4x25 [A] - 30 [mA]	IEC 61008-1	uni	2	204,50	408,99
13	Llave de corte	IEC 60947-3	uni	1	182,56	182,56
14	Bornera	IP 20	uni	60	1,16	69,66
15	Tablero principal (500x780x250)	IP55/IK10	uni	1	145,36	145,36
16	Tablero seccional (780x1000x250)	IP55/IK10	uni	1	347,83	347,83
17	Cable unipolar marrón 1x1,5 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	25	26,55	6,64
18	Cable unipolar rojo 1x1,5 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	14	26,55	3,72
19	Cable unipolar celeste 1x1,5 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	39	26,55	10,35
20	Cable unipolar marrón 1x2,5 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	23	45,59	10,49
21	Cable unipolar rojo 1x2,5 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	26	45,59	11,85
22	Cable unipolar celeste 1x2,5 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	49	45,59	22,34
23	Cable unipolar negro 1x4 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	10	73,42	7,34
24	Cable unipolar celeste 1x4 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	10	73,42	7,34
25	Cable unipolar marrón 1x35 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	16	6,31	101,00
26	Cable unipolar rojo 1x35 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	16	6,31	101,00
27	Cable unipolar negro 1x35 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	16	6,31	101,00
28	Cable unipolar celeste 1x35 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	16	6,31	101,00
29	Cable unipolar marrón 1x50 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	0,5	8,82	4,41
30	Cable unipolar rojo 1x50 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	0,5	8,82	4,41
31	Cable unipolar negro 1x50 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	0,5	8,82	4,41
32	Cable unipolar celeste 1x50 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	0,5	8,82	4,41
33	Cable tetrapolar subterráneo 1(4x6) [mm <sup>2</sup> ] - aislación XLPE	IRAM 2178	m	211,57	5,13	1.084,61
34	Cable tetrapolar subterráneo 1(4x10) [mm <sup>2</sup> ] - aislación XLPE	IRAM 2178	m	35,81	8,11	290,31
35	Cable bipolar subterráneo 1(2x2,5) [mm <sup>2</sup> ] - aislación XLPE	IRAM 2178	m	61,18	1,04	63,84
36	Cable unipolar verde-amarillo 1x35 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	16	6,31	101,00
37	Cable unipolar verde-amarillo 1x10 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	35,81	2,16	77,46
38	Cable unipolar verde-amarillo 1x6 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	211,57	107,22	226,84
39	Cable unipolar verde-amarillo 1x4 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	10	73,42	7,34
40	Cable unipolar verde-amarillo 1x2,5 [mm <sup>2</sup> ] - aislación PVC	IRAM NM 247-3	m	149,18	45,59	68,01
41	Bandeja portacable perforada de 200 [mm] de ancho	AEA 90364	m	6	14,30	28,61
42	Tapa para bandeja portacable de 200 [mm] de ancho	AEA 90364	m	6	10,94	21,88
43	Bandeja portacable perforada de 150 [mm] de ancho	AEA 90364	m	199	12,31	817,17
44	Curva vertical descendente para bandeja de 200 [mm]	AEA 90364	uni	1	4,99	4,99
45	Tapa para curva vertical descendente de 200 [mm]	AEA 90364	uni	1	3,49	3,49
46	Curva plana a 90° para bandeja de 200 [mm]	AEA 90364	uni	1	3,89	3,89
47	Tapa para curva plana a 90° para bandeja de 200 [mm]	AEA 90364	uni	1	2,56	2,56
48	Reducción para bandeja de 200 a 150 [mm]	AEA 90364	uni	1	2,19	2,19
49	Reducción final de tramo recto para bandeja de 150 [mm]	AEA 90364	uni	5	2,03	10,15
50	Union T para bandeja portacable de 150 [mm]	AEA 90364	uni	12	4,03	48,36
51	Union cruz para bandeja portacable de 150 [mm]	AEA 90364	uni	6	4,71	28,24
52	Curva plana a 90° para bandeja portacable de 150 [mm]	AEA 90364	uni	4	3,23	12,93
53	Juego de bulón y tuerca para bandeja	-	uni	400	0,08	30,71
54	Juego de bulón y tuerca para tapa de bandeja	-	uni	20	0,38	7,64
55	Soporte trapecio	AEA 90364	uni	107	1,26	134,06
56	Soporte ménsula para bandeja de 200 [mm]	AEA 90364	uni	2	2,36	4,73
57	Soporte ménsula para bandeja de 150 [mm]	AEA 90364	uni	26	1,75	45,43
58	Soporte caja universal	AEA 90364	uni	60	4,83	72,99
59	Grampa	-	uni	213	1,22	252,29
60	Grampa de fijación para cable equipotencial	-	uni	137	1,18	161,60
61	Varilla roscada de 5/16	-	uni	107	1,17	125,06
62	Juego de tarugo y tirafondo para pared	-	uni	206	9,94	20,51
63	Caño RS 51	IEC 61386-21	m	0,5	2,74	1,37
64	Caño RS 32	IEC 61386-23	m	36	1,34	48,11
65	Caño RS 22	IEC 61386-21	m	10	0,86	8,62
66	Caño RS 19	IEC 61386-21	m	96	0,54	52,07
67	Caja de paso	IP 41/IK08 - IEC 60670-1	uni	60	3,66	219,88

Tabla 35. Materiales – eje IE – Parte 1.

Proyecto Final de Ingeniería Industrial  
Asesoramiento Crisba Cañerías S.R. L.

**Cómputo de materiales/insumos para la instalación eléctrica**

Item	Especificación	Característica	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
68	Precintos plásticos	-	uni	400	0,01	3,83
69	Tomacorrientes monofásico de 10 [A] mural (caja con dos bocas)	IRAM 2071	uni	49	1,98	96,78
70	Tomacorrientes monofásico de 10 [A] aéreo	IRAM 2071	uni	8	0,67	5,36
71	Tomacorrientes monofásico de 20 [A] para empotrar (caja con una boca)	IRAM 2071	uni	4	2,24	8,94
72	Tomacorrientes monofásico industrial de 16 [A] mural	IEC 60309	uni	1	9,93	9,93
73	Tomacorrientes trifásico industrial de 63 [A] aéreo	IEC 60309	uni	1	99,32	99,32
74	Tomacorrientes trifásico industrial de 32 [A] aéreo	IEC 60309	uni	1	16,14	16,14
75	Tomacorrientes trifásico industrial de 32 [A] mural	IEC 60309	uni	4	18,62	74,48
76	Tomacorrientes trifásico industrial de 16 [A] aéreo	IEC 60309	uni	5	14,15	70,75
77	Tomacorrientes trifásico industrial de 16 [A] mural	IEC 60309	uni	8	11,04	88,35
						<b>9.507,72</b>

Tabla 36. Materiales - eje IE - Parte 2.

**Cómputo de mano de obra y otros para la adecuación de Instalación Eléctrica**

Especificación	Personal	Costo (USD)	Tiempo (días)	Costo total (USD)
Armado de la instalación (cableado, armado de tableros, bajadas, etc.)	2	37,89	45,00	1.704,97
Personal profesional para firmar el pedido de ampliación de potencia	1	148,62	-	148,62
Ampliación de potencia	-	9.669,21	-	14.602,00
				<b>16.455,59</b>

Tabla 37. MO y otros - eje IE.

## Conclusión

Luego del desarrollo del proyecto, puede observarse que es factible realizar las dos mejoras en las cuáles se basa el asesoramiento se pueden realizar. Si bien son grandes inversiones -sobre todo en lo que conlleva la parte eléctrica- es algo fundamental - y una necesidad - para que la empresa puede ampliar su capacidad de producción y evitar consecuencias tales cómo paradas de producción, daños en maquinarias, retrasos en entregas, y demás que se han nombrado durante el desarrollo del mismo. Se debe tener en cuenta que a la hora de realizar la ampliación de potencia la cooperativa ofrece posibilidad de financiamiento en cuotas para pagar parte del presupuesto, ya que se solicita un porcentaje para poder realizar la compra de materiales. Además, la empresa cuenta con el acceso a créditos por parte de entidades bancarias en las cuáles se maneja.

Se propone a la empresa armar indicadores que muestren la evolución obtenida a partir de ambas aplicaciones, dónde lo relacionado a SyH puede verse en futuros más cercanos ya que su implementación puede ir realizándose a medida que se entregan los materiales.

Desde el punto de vista profesional, la empresa tiene potencial para continuar creciendo en el mercado de repuestos, mejorando su productividad y eficiencia en procesos. Se considera que los puntos elegidos fomentarán un cambio en la cultura organizacional, que será propicio para implementar de a poco la incorporación de 5S e impulsar su potencial.

Durante el proyecto se presentaron complicaciones en cuánto a la realidad en consumos eléctricos con lo que proporcionan los cálculos, por lo tanto se tiene que apelar a la corrección con criterios que el alumno considera correspondientes y/o semejantes a lo que en realidad sucede.

Por otra parte, con la ayuda de los tutores del proyecto, profesores y otros profesionales consultados (extra facultativos), se adquirieron nuevos conocimientos y desafíos en ambas temáticas, que enriquecen la experiencia profesional del alumno y proporcionan nuevas herramientas de análisis, aplicación y utilización.

En cuanto al desarrollo de diagramas para la programación del proyecto - tanto Gantt como Pert-, se observó un caso diferente al que se ha practicado en las asignaturas, con varios caminos críticos y numerosas tareas; esto presentó un pantallazo de lo que es un proyecto real, demostrando cuán diferente puede ser lo que se practica con lo que se hace en la realidad. En este apartado, se apeló al ingenio para poder utilizar los recursos, tanto actuales como futuros, para optimizar su distribución en las tareas y así lograr una reducción en la superposición, que afecta directamente al tiempo de ejecución del proyecto.

## Anexo I: Tablas de cálculo eléctrico

Se presentan a continuación las tablas realizadas para el cálculo eléctrico, que son el soporte de las decisiones e implementaciones realizadas en cada caso

Proyecto Final de Ingeniería Industrial  
Asesoramiento Crisba Cañerías S.R. L.

Monofásico								
Consumo	Cantidad	Potencia [kW]	I [A]	Potencia [kVA]	Total [kVA]	Coef. de uso	Potencia total [kVA]	
Soldadora inducción	1	7,00	45,45	10,00	10,00	0,70	7,00	
Bomba soldadora inducción	1	2,20	11,76	2,59	2,59	0,70	1,81	
Taladro de banco	2	0,37	1,98	0,44	0,87	0,70	0,61	
Amoladora de banco	1	0,35	1,87	0,41	0,41	0,70	0,29	
Sierra sin fin	2	0,37	1,98	0,44	0,87	0,70	0,61	
Selladora de bolsas	3	0,77	4,12	0,91	2,72	0,70	1,90	
Pistola de calor	2	1,80	9,63	2,12	4,24	0,70	2,96	
Compresor	1	1,50	8,02	1,76	1,76	0,70	1,24	
Taladro de mano	1	0,50	2,67	0,59	0,59	0,70	0,41	
Amoladora de mano	1	0,50	2,67	0,59	0,59	0,70	0,41	
Aire acondicionado (split)	1	3,22	4,80	1,06	1,06	0,70	0,74	
Aire acondicionado (portátil)	1	3,50	5,30	1,17	1,17	0,70	0,82	
Caloventor	1	1,50	8,02	1,76	1,76	0,70	1,24	
Computadora de escritorio+impresora	3	0,50	2,67	0,59	1,76	0,70	1,24	
Notebook	2	0,02	0,12	0,03	0,05	0,70	0,04	
Radio	3	0,04	0,21	0,05	0,14	0,70	0,10	
Heladera	1	0,15	0,80	0,18	0,18	0,70	0,12	
Escáner	1	0,15	0,80	0,18	0,18	0,70	0,12	
Módem	1	0,03	0,16	0,04	0,04	0,70	0,02	
Cafetera eléctrica	1	0,90	4,81	1,06	1,06	0,70	0,74	
Pava eléctrica	2	0,90	4,81	1,06	2,12	0,70	1,48	
Televisor	1	0,25	1,34	0,29	0,29	0,70	0,21	
Ventilador de pie	5	0,13	0,67	0,15	0,74	0,70	0,51	
Ventilador	2	0,09	0,48	0,11	0,21	0,70	0,15	
Cargador de teléfono	2	0,01	0,03	0,01	0,01	0,70	0,01	
Luminaria led entrada	12	0,01	0,06	0,01	0,16	0,70	0,11	
Lámpara led tipo galponera producción	20	0,10	0,51	0,11	2,24	0,70	1,56	
Lámpara led tipo galponera producción	4	0,04	0,20	0,04	0,18	0,70	0,13	
Luminaria tipo estancia producción	4	0,02	0,11	0,02	0,09	0,70	0,07	
Tubo led fluorescente	12	0,04	0,19	0,04	0,51	1,70	0,86	
<b>Pot total sin coef de uso</b>					<b>38,57</b>	<b>Pot total con coef de uso</b>		<b>27,51</b>
							<b>27.506,58</b>	

Tabla 38. Consumos monofásicos de la planta.

Proyecto Final de Ingeniería Industrial  
Asesoramiento Crisba Cañerías S.R. L.

Trifásico							
Consumo	Cantidad	Potencia [kW]	I [A]	Potencia [kVA]	Total [kVA]	Coef. de uso	Potencia total [kVA]
Dobladora PLC	1	4,00	7,15	4,71	4,71	0,70	3,29
Dobladora CNC	1	6,00	10,72	7,06	7,06	0,70	4,94
Pestañadora	2	2,20	3,93	2,59	5,18	0,70	3,62
Prensa	3	2,20	3,93	2,59	7,76	0,70	5,44
Torno	1	3,80	6,79	4,47	4,47	0,70	3,13
Balancín	1	2,20	3,93	2,59	2,59	0,70	1,81
Sierra sensitiva	1	2,20	3,93	2,59	2,59	0,70	1,81
<i>Imáx = 26 [A]</i> Soldadora eléctrica	1	11,98	26,00	17,11	17,11	0,70	11,98
Cortadora de mangueras	1	2,20	3,93	2,59	2,59	0,70	1,81
<i>Imáx = 20 [A]</i> Amoladora de banco t	2	2,20	3,93	2,59	5,18	0,70	3,62
se consideró un cos de 0,7			<b>Pot total sin coef de uso</b>		<b>59,23</b>	<b>Pot total con coef de uso</b>	
					<b>37,84</b>		

Tabla 39. Consumos trifásicos de la planta.

<b>Circuito 1</b>		<b>Monofásico</b>	<b>Trifásico</b>	<b>Potencia kVA</b>
1	Compresor	x		1,76
2	Soldadora inducción	x		10,00
3	Bomba soldadora inducción	x		2,59
4	Prensa		x	2,59
5	Pestañadora		x	2,59
6	Prensa		x	2,59
7	Pestañadora		x	2,59
			<i>Total</i>	24,71

<b>Circuito 2</b>		<b>Monofásico</b>	<b>Trifásico</b>	<b>Potencia kVA</b>
1	Taladro de banco	x		0,44
2	Taladro de banco	x		0,44
3	Prensa		x	2,59
4	Amoladora de banco t		x	2,59
5	Cortadora de mangueras		x	2,59
6	Amoladora de banco	x		0,41
7	Soldadora eléctrica		x	17,11
			<i>Total</i>	26,16

<b>Circuito 3</b>		<b>Monofásico</b>	<b>Trifásico</b>	<b>Potencia kVA</b>
1	Soldadora eléctrica		x	17,11
2	Radio	x		0,05
3	Taladro de mano	x		0,59
4	Taladro de mano	x		0,59
5	Amoladora de mano	x		0,59
6	Compresor	x		1,76
7	Amoladora de banco t		x	2,59
			<i>Total</i>	23,28

<b>Circuito 4</b>		<b>Monofásico</b>	<b>Trifásico</b>	<b>Potencia kVA</b>
1	Torno		x	4,47
2	Sierra sensitiva		x	2,59
3	Balancín		x	2,59
4	Soldadora eléctrica		x	17,11
5	Sierra sin fin	x		0,44
			<i>Total</i>	27,20

Tabla 40. Distribución consumos en circuitos - Parte 1.



<b>Circuito 5</b>		<b>Monofásico</b>	<b>Trifásico</b>	<b>Potencia kVA</b>
<b>1</b>	Pistola de calor	x		2,12
<b>2</b>	Amoladora de mano	x		0,59
<b>3</b>	Amoladora de mano	x		0,59
<b>4</b>	Amoladora de mano	x		0,59
<b>5</b>	Dobladora PLC		x	4,71
<b>6</b>	Dobladora CNC		x	7,06
<b>7</b>	Amoladora de mano	x		0,59
<b>8</b>	Pistola de calor	x		2,12
<b>9</b>	Amoladora de mano	x		0,59
<b>10</b>	Sierra sin fin	x		0,44
			<i>Total</i>	19,38

<b>Circuito 6</b>		<b>Monofásico</b>	<b>Trifásico</b>	<b>Potencia kVA</b>
<b>1</b>	Amoladora de mano	x		0,59
<b>2</b>	Taladro de mano	x		0,59
<b>3</b>	Pistola de calor	x		2,12
<b>4</b>	Soldadora eléctrica		x	17,11
			<i>Total</i>	20,41

Tabla 41. Distribución de consumos en circuitos - Parte 2.

Proyecto Final de Ingeniería Industrial  
Asesoramiento Crisba Cañerías S.R. L.

PLANILLA RESUMEN

Sector	Tablero Principal														
	Tablero Seccional									CS	IUG 1	IUG 2	TUG 1	TUG 2	TUE
	IUG 3	IUG 4	OCE 1	OCE 2	OCE 3	OCE 4	OCE 5	OCE 6	ACU						
	<i>Distribución de bocas</i>														
Oficina											7		7	2	2
Baño oficina											1		1		
Ingreso												12		5	1
Producción	13	11	7	7	7	5	10	4	1		2		5		
Cocina producción											1		2		
Baño producción											1		1		
Primer piso producción											2		2		

Tipo de circuito	Usos Generales		Usos Específicos							Circuito Seccional	Usos Generales				Usos Especiales
	IUG 3	IUG 4	OCE 1	OCE 2	OCE 3	OCE 4	OCE 5	OCE 6	ACU		IUG 1	IUG 2	TUG 1	TUG 2	
Cantidad de Bocas	13	11	7	7	7	5	10	4	1		12	14	13	12	3
DPMS por circuito [V.A]	1.950	1.650	24.710	26.160	23.280	27.200	19.380	20.410	22.000		1.800	2.100	2.200	2.200	3.300
DPMS por circuito [V.A]	1.950	1.650	17.297	18.312	16.296	19.040	13.566	14.287	22.000		1.800	2.100	2.200	2.200	3.300
DPMS para GE [V.A]	3.600										8.300				3.300
DPMS cargas Especificas [V.A]			120.798												
Coef. de simultaneidad	0,7		0,4								0,7				
DPMS cargas [V.A]			50.839								8.120				
Carga total del inmueble [V.A]															<b>58.959</b>

Tabla 42. Cálculos eléctricos - Parte 1.

Proyecto Final de Ingeniería Industrial  
Asesoramiento Crisba Cañerías S.R. L.

PLANILLA RESUMEN

Sector	Tablero Principal																
	Tablero Seccional																
	IUG 3	IUG 4	OCE 1	OCE 2	OCE 3	OCE 4	OCE 5	OCE 6	ACU	CS	IUG 1	IUG 2	TUG 1	TUG 2	TUE		
n° de Fases	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	
Un [V]	220	220	380	380	380	380	380	380	380	380	220	220	220	220	220	380	
IB [A]	8,86	7,50	26,28	27,82	24,76	28,93	20,61	21,71	33,43	77,24	8,18	9,55	10,00	10,00	15,00	89,58	
Sección L, N [mm²]	2,5	2,5	6	6	6	6	6	6	10	35	1,5	1,5	2,5	2,5	4	50	
Sección Pe [mm²]	2,5	2,5	6	6	6	6	6	6	10	16	2,5	2,5	2,5	2,5	4	25	
Iadm [A]	33	33	49	49	49	49	49	49	68	96	15	15	21	21	28	117	
Factor de correcc. temp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Factor de correcc. agrup.	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	1	1	1	1	1	1	1	
Iz [A]	23,76	23,76	35,28	35,28	35,28	35,28	35,28	35,28	48,96	96,00	15,00	15,00	21,00	21,00	28,00	117	
In [A]	10	10	32	32	32	32	32	32	40	80	10	10	16	16	20	100	
L [m]	41,35	19,83	22,07	30,16	50,59	31,65	35,81	41,29	35,81	16	25	14	23	26	10	0,5	
GDC [V.mm²/A.m]	0,04	0,04	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,035	
ΔU [V]	5,86	2,38	3,38	4,89	7,31	5,34	4,31	5,23	4,19	1,24	5,45	3,56	3,68	4,16	1,50	0,03	
ΔUCT	2,67%	1,08%	0,89%	1,29%	1,92%	1,41%	1,13%	1,38%	1,10%		2,48%	1,62%	1,67%	1,89%	0,68%		
ΔUTS										0,33%							
ΔUTP																0,01%	
ΔUtotal	3,00%	1,42%	1,22%	1,62%	2,26%	1,74%	1,47%	1,71%	1,44%	0,33%	2,49%	1,63%	1,68%	1,90%	0,69%	0,01%	
Ikmax. [A]	535,38	813,13	1.086,57	980,67	786,28	963,34	918,02	864,38	1.093,92	1.534,57	492,19	713,08	718,93	669,47	1.219,80	1.626,22	
Ikmin. [A]	351,07	531,93	711,03	642,10	515,60	630,83	601,34	566,44	717,22	1.003,55	345,58	492,43	496,25	463,79	812,55	1.059,78	
S².k² [A²s]	127.806	127.806	476.100	476.100	476.100	736.164	736.164	476.100	1.322.500	16.200.625	29.756	29.756	82.656	82.656	211.600	33.062.500	
P.t [A²s]	30.000	30.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	1.100.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	1.300.000	
<b>Conductores</b>																	
IRAM	2178 - Método E	2178 - Método E	2178 - Método E	2178 - Método E	2178 - Método E	2178 - Método E	2178 - Método E	2178 - Método E	2178 - Método E	NM 247-3	NM 247-3	NM 247-3	NM 247-3	NM 247-3	NM 247-3	NM 247-3	
Sección [mm²]	2,5	2,5	6	6	6	6	6	6	10	35	1,5	1,5	2,5	2,5	4	50	
Diámetro [mm]	14,00	14,00	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90	20,50								
<b>Canalización</b>																	
	Bandeja portacable perforada	Bandeja portacable perforada	Bandeja portacable perforada	Bandeja portacable perforada	Bandeja portacable perforada	Bandeja portacable perforada	Bandeja portacable perforada	Bandeja portacable perforada	Bandeja portacable perforada	Bandeja portacable perforada	Caño embutido/caño a la vista	Caño embutido/caño a la vista	Caño embutido/caño a la vista	Caño embutido/caño a la vista	Caño embutido/caño a la vista	Caño embutido/caño a la vista	Caño embutido en pared

Tabla 43. Cálculos eléctricos - Parte 2.

Proyecto Final de Ingeniería Industrial  
Asesoramiento Crisba Cañerías S.R. L.

PLANILLA RESUMEN

Sector	Tablero Principal														
	Tablero Seccional									CS	IUG 1	IUG 2	TUG 1	TUG 2	TUE
	IUG 3	IUG 4	OCE 1	OCE 2	OCE 3	OCE 4	OCE 5	OCE 6	ACU						
<b>Interruptor Automático</b>															
Curva	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Corriente Nominal [A]	10	10	32	32	32	32	32	32	40	80	10	10	16	16	20
Poder de corte [A]	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	10000	4500	4500	4500	4500	4500
Grado de limitación	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Modelo	EZ9F34210	EZ9F34210	EZ9F34432	EZ9F34432	EZ9F34432	EZ9F34432	EZ9F34432	EZ9F34432	EZ9F34440	A9N18372	EZ9F34210	EZ9F34210	EZ9F34216	EZ9F34216	EZ9F34220
Curva	C												C		
Corriente Nominal [A]	25												25		
Poder de corte [A]	4500												4500		
Grado de limitación	3												3		
Modelo	EZ9F34425												EZ9F34425		
<b>Disyuntor Diferencial</b>															
Corriente diferencial [mA]	30		30	30	30	30	30	30	30	300	30			300	
Corriente nominal [A]	25		40	40	40	40	40	40	40	80	25			100	
Modelo	A9R91425		A9R91440	A9R91440	A9R91440	A9R91440	A9R91440	A9R91440	A9R91440	A9R14480	A9R91425			A9R35491	
Tipo	Instantáneo		Instantáneo	Instantáneo	Instantáneo	Instantáneo	Instantáneo	Instantáneo	Instantáneo	Instantáneo	Instantáneo			Selectivo	
Marca	SE		SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE			SE	

Tabla 44. Cálculos eléctricos - Parte 3.

### Tablero Principal

Circuito	IB (A)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
IUG 1	8,18	8,18		
IUG 2	9,55		9,55	
TUG 1	10,00	10,00		
TUG 2	10,00		10,00	
TUE	15,00			15,00
CS	74,54	74,54	74,54	74,54

$I_{cp} = 89,58$  → Cálculo con la carga total del inmueble

Tabla 45. Balance y cálculo de corriente para el TP.<sup>58</sup>

### Tablero Seccional

Circuito	IB (A)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
IUG 3	8,86	8,86		
IUG 4	7,50		7,50	
OCE 1	26,28	26,28	26,28	26,28
OCE 2	27,82	27,82	27,82	27,82
OCE 3	24,76	24,76	24,76	24,76
OCE 4	28,93	28,93	28,93	28,93
OCE 5	20,61	20,61	20,61	20,61
OCE 6	21,71	21,71	21,71	21,71
ACU	33,43	33,43	33,43	33,43

$I_{cs} = 77,24$  → Cálculo con la carga del CS

Tabla 46. Balance y cálculo de corriente para el TS.<sup>58</sup>

<sup>58</sup> L1 color marrón; L2 rojo; L3 negro

	<b>Circuitos Terminales que se desprenden del Tablero Seccional</b>								
	<b>IUG 3</b>	<b>IUG 4</b>	<b>OCE 1</b>	<b>OCE 2</b>	<b>OCE 3</b>	<b>OCE 4</b>	<b>OCE 5</b>	<b>OCE 6</b>	<b>ACU</b>
<b>Sección [mm<sup>2</sup>]</b>	2,5	2,5	6	6	6	6	6	6	10
<b>Tensión [V]</b>	220	220	380	380	380	380	380	380	380
<b>Longitud [m]</b>	41,35	19,83	22,07	30,16	50,59	31,65	35,81	41,29	35,81
<b>Resistencia a 20°C [Ω/km]</b>	6,897	6,897	2,874	2,874	2,874	2,874	2,874	2,874	1,724
<b>Resistencia a 70°C [Ω/km]</b>									
<b>Resistencia a 90°C [Ω/km]</b>	9,440	9,440	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	2,340
<b>Resistencia total máx [Ω]</b>	0,5934	0,3903	0,2896	0,3213	0,4014	0,3272	0,3435	0,3649	0,2869
<b>Resistencia total mín [Ω]</b>	0,4289	0,2804	0,2071	0,2303	0,2891	0,2346	0,2466	0,2623	0,2054
<b>Reactancia [Ω/km]</b>	0,0957	0,0957	0,0850	0,0850	0,0850	0,0850	0,0850	0,0850	0,0800
<b>Reactancia total [Ω]</b>	0,0474	0,0454	0,0454	0,0460	0,0478	0,0462	0,0465	0,0470	0,0463
<b>Z máx [Ω]</b>	0,5953	0,3929	0,2931	0,3246	0,4042	0,3304	0,3466	0,3680	0,2906
<b>Z mín [Ω]</b>	0,4315	0,2841	0,2120	0,2349	0,2930	0,2391	0,2509	0,2665	0,2106
<b>Ik" mín [A]</b>	351,07	531,93	711,03	642,10	515,60	630,83	601,34	566,44	717,22
<b>Ik" máx [A]</b>	535,38	813,13	1.086,57	980,67	786,28	963,34	918,02	864,38	1.093,92
<b>Valor de disparo de la térmica mín [A]</b>	50,00	50,00	160,00	160,00	160,00	160,00	160,00	160,00	200,00
<b>Valor de disparo de la térmica máx [A]</b>	100,00	100,00	320,00	320,00	320,00	320,00	320,00	320,00	400,00

Tabla 47. Cálculos de corrientes de cortocircuito - Parte 1.

Proyecto Final de Ingeniería Industrial  
Asesoramiento Crisba Cañerías S.R. L.

	<b>Circuitos que se desprenden del Tablero Principal</b>						<b>Medidor</b>	
	<b>CS</b>	<b>IUG 1</b>	<b>IUG 2</b>	<b>TUG 1</b>	<b>TUG 2</b>	<b>TUE</b>	<b>Cable 3x95/50</b>	<b>Cable 3x50/50</b>
<b>Sección [mm²]</b>	35	1,5	1,5	2,5	2,5	4	95	50
<b>Tensión [V]</b>	380	220	220	220	220	220	380	380
<b>Longitud [m]</b>	16	25	14	23	26	10	130	160
<b>Resistencia a 20°C [Ω/km]</b>	0,554	13,300	13,300	7,980	7,980	4,950	0,295	0,560
<b>Resistencia a 70°C [Ω/km]</b>	0,705	16,457	16,457	9,874	9,874	6,171		
<b>Resistencia a 90°C [Ω/km]</b>							0,411	0,822
<b>Resistencia total máx [Ω]</b>	0,2031	0,6032	0,4222	0,4189	0,4485	0,2535	0,1918	
<b>Resistencia total mín [Ω]</b>	0,1437	0,4673	0,3210	0,3184	0,3423	0,1843	0,1348	
<b>Reactancia [Ω/km]</b>							0,0840	0,0860
<b>Reactancia total [Ω]</b>	0,0435	0,0435	0,0435	0,0435	0,0435	0,0435	0,0435	
<b>Z máx [Ω]</b>	0,2077	0,6048	0,4244	0,4212	0,4506	0,2572	0,1967	
<b>Z mín [Ω]</b>	0,1501	0,4693	0,3239	0,3213	0,3450	0,1894	0,1417	
<b>Ik" mín [A]</b>	1.003,55	345,58	492,43	496,25	463,79	812,55	1.059,78	
<b>Ik" máx [A]</b>	1.534,57	492,19	713,08	718,93	669,47	1.219,80	1.626,22	
<b>Valor de disparo de la térmica mín [A]</b>	400,00	50,00	50,00	80,00	80,00	100,00	500,00	
<b>Valor de disparo de la térmica máx [A]</b>	800,00	100,00	100,00	160,00	160,00	200,00	1.000,00	

Tabla 48. Cálculo de corrientes de cortocircuito - Parte 2.

Proyecto Final de Ingeniería Industrial  
Asesoramiento Crisba Cañerías S.R. L.

	Circuito	In [A]	Potencia disipada por polo [W]	Número de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección Pd [W]	Factor Ke o K	Potencia total disipada por cada dispositivo Pd x (Ke <sup>2</sup> o K <sup>2</sup> ) [W]
<b>Circuito de entrada</b>	<b>CP</b>	100	15	4	60	0,85	43,35
<b>Circuitos de salida</b>	<b>CS</b>	80	15	4	60	0,81	39,32
	<b>CT</b>	25	4,5	4	18	0,81	14,57
	<b>IUG 1</b>	10	3	2	6	0,78	3,64
	<b>IUG 2</b>	10	3	2	6	0,78	3,65
	<b>TUG 1</b>	16	3,5	2	7	0,78	4,26
	<b>TUG 2</b>	16	3,5	2	7	0,78	4,26
	<b>TUE</b>	20	4,5	2	9	0,78	5,48
	<b>Pdp=</b>						<b>118,52</b>

Tabla 49. Determinación de la potencia a disipar dentro del TP.

	Circuito	In [A]	Potencia disipada por polo [W]	Número de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección Pd [W]	Factor Ke o K	Potencia total disipada por cada dispositivo Pd x (Ke <sup>2</sup> o K <sup>2</sup> ) [W]
<b>Circuito de entrada</b>	<b>CS</b>	80	15	4	60	0,85	43,35
<b>Circuitos de salida</b>	<b>OCE 1</b>	32	6	4	24	0,26	1,68
	<b>OCE 2</b>	32	6	4	24	0,26	1,62
	<b>OCE 3</b>	32	6	4	24	0,26	1,62
	<b>OCE 4</b>	32	6	4	24	0,26	1,62
	<b>OCE 5</b>	32	6	4	24	0,26	1,62
	<b>OCE 6</b>	32	6	4	24	0,26	1,62
	<b>ACU</b>	40	7,5	4	30	0,26	2,03
	<b>IUG</b>	25	4,5	4	18	0,26	1,22
	<b>IUG 3</b>	10	3	2	6	0,65	2,54
	<b>IUG 4</b>	10	3	2	6	0,65	2,54
	<b>Futuro</b>	10	3	2	6	0,65	2,54
	<b>Pdp=</b>						<b>63,99</b>

Tabla 50. Determinación de la potencia a disipar dentro del TS.



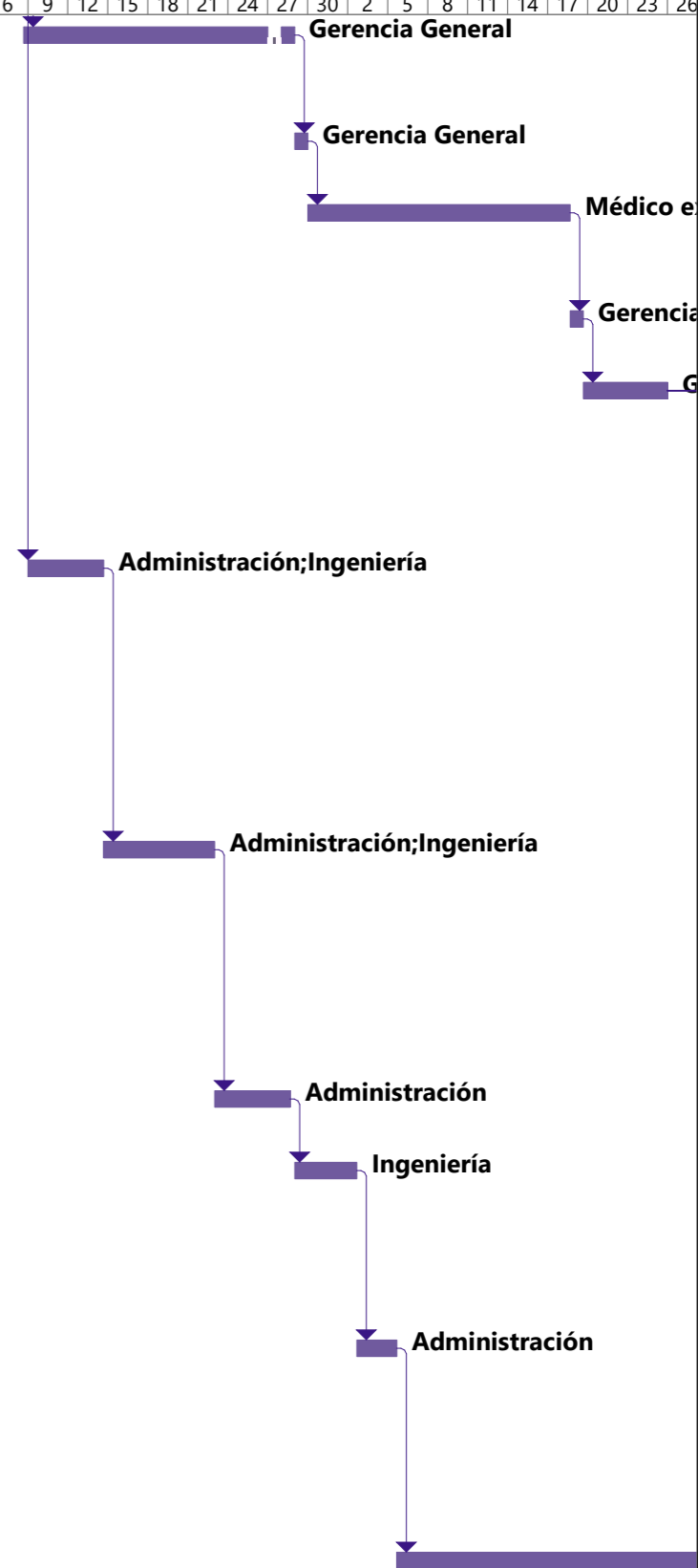
## Anexo II: Diagrama de Gantt

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Precedencia	Gantt Chart																											
							mayo 2021							junio 2021							julio 2021							agosto 2021						
0		<b>Asesoramiento Crisba Cañerías</b>	<b>219 días</b>	<b>lun 3/5/21</b>	<b>vie 4/2/22</b>		[Gantt bar for task 0]																											
1		Elaboración de informe (relevamiento de información, confección de planos e informe detallado, estimación de costos de materiales y recurso humano) para la instalación eléctrica	21 días	lun 3/5/21	vie 28/5/21		[Gantt bar for task 1, labeled Ingeniería]																											
2		Elaboración de informe (relevamiento de información, confección de planos e informe detallado, estimación de costos de materiales y recurso humano) para seguridad e higiene	15 días	vie 28/5/21	jue 17/6/21	1	[Gantt bar for task 2, labeled Ingeniería]																											
3		Aprobación de informe eléctrico	3 días	vie 28/5/21	mié 2/6/21	1	[Gantt bar for task 3, labeled Administración;Gerencia General]																											
4		Aprobación de informe en SyH	2 días	jue 17/6/21	sáb 19/6/21	2	[Gantt bar for task 4, labeled Administración;Gerencia General]																											
5		Pedido de factibilidad en Corpico	1 día	jue 17/6/21	vie 18/6/21	3	[Gantt bar for task 5, labeled Ingeniería]																											
6		Armado de informe de ampliación para presentar en Corpico	15 días	sáb 19/6/21	jue 8/7/21	3	[Gantt bar for task 6, labeled Ingeniería]																											
7		Análisis de factibilidad	30 días	vie 18/6/21	mar 27/7/21	5	[Gantt bar for task 7, labeled Corpico]																											
8		Recepción de factibilidad	1 día	mar 27/7/21	mié 28/7/21	7	[Gantt bar for task 8, labeled Gerencia General;Ingeniería]																											
9		Envío de informe de ampliación	1 día	mié 28/7/21	jue 29/7/21	6;8	[Gantt bar for task 9, labeled Ingeniería]																											
10		Confección de presupuesto de ampliación de potencia	30 días	jue 29/7/21	lun 6/9/21	9	[Gantt bar for task 10]																											
11		Recepción de presupuesto de ampliación de potencia	1 día	lun 6/9/21	mar 7/9/21	10	[Gantt bar for task 11]																											
12		Aprobación interna de presupuesto de ampliación de potencia	5 días	mié 8/9/21	mar 14/9/21	11	[Gantt bar for task 12]																											
13		Confirmación en Corpico de presupuesto y pago de seña	1 día	mar 14/9/21	mié 15/9/21	12	[Gantt bar for task 13]																											
14		Elaboración de aviso de búsqueda laboral para mano de obra para realizar la instalación eléctrica	1 día	mar 14/9/21	mié 15/9/21	12	[Gantt bar for task 14]																											
15		Envío y publicación de búsqueda laboral en medios de comunicación	15 días	mié 15/9/21	mar 5/10/21	14	[Gantt bar for task 15]																											
16		Recepción de CV de mano de obra para electricidad	15 días	mar 5/10/21	sáb 23/10/21	15	[Gantt bar for task 16]																											
17		Ampliación de potencia	90 días	mié 15/9/21	vie 7/1/22	13	[Gantt bar for task 17]																											
18		Armado de aviso de solicitud de CV de profesionales en Seguridad e Higiene y publicación	15 días	sáb 19/6/21	jue 8/7/21	4	[Gantt bar for task 18, labeled Gerencia General]																											

Proyecto: Asesoramiento Crisba  
Fecha: vie 23/4/21

Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

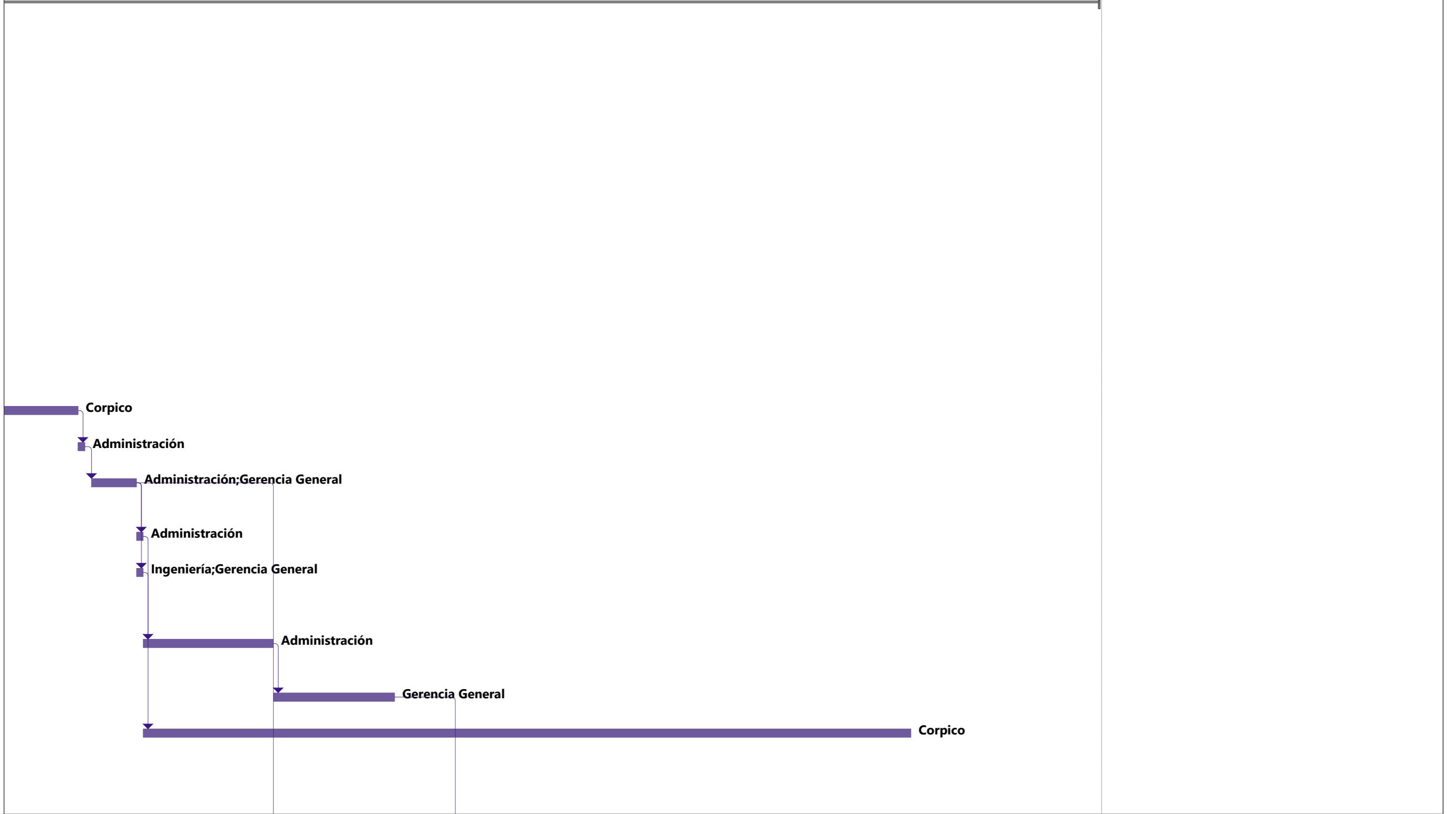
Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Precedencia	Gantt Chart																											
							mayo 2021							junio 2021							julio 2021							agosto 2021						
19		Recepción de CV de profesionales en Seguridad e Higiene	15 días	jue 8/7/21	jue 29/7/21	18	[Gantt bar for task 19, spanning from May 8 to July 29, 2021]																											
20		Pre-selección de profesionales en SyH	1 día	jue 29/7/21	vie 30/7/21	19	[Gantt bar for task 20, spanning from July 29 to August 1, 2021]																											
21		Realización de exámenes preocupacionales a los posibles contratados	15 días	vie 30/7/21	mié 18/8/21	20	[Gantt bar for task 21, spanning from July 30 to August 14, 2021]																											
22		Recepción de resultados de exámenes preocupacionales	1 día	mié 18/8/21	jue 19/8/21	21	[Gantt bar for task 22, spanning from August 18 to August 19, 2021]																											
23		Selección del profesional en SyH	5 días	jue 19/8/21	jue 26/8/21	22	[Gantt bar for task 23, spanning from August 19 to August 24, 2021]																											
24		Armado y publicación de pliego de condiciones para licitación de materiales eléctricos	4 días	mar 5/10/21	sáb 9/10/21	12	[Gantt bar for task 24, spanning from October 5 to October 9, 2021]																											
25		Armado y publicación de pliego de condiciones para licitación de insumos para reacondicionamiento en Seguridad e Higiene	4 días	vie 9/7/21	mié 14/7/21	4	[Gantt bar for task 25, spanning from July 9 to July 14, 2021]																											
26		Recepción de ofertas de las empresas proveedoras de materiales eléctricos	7 días	sáb 9/10/21	mar 19/10/21	24	[Gantt bar for task 26, spanning from October 9 to October 16, 2021]																											
27		Recepción de ofertas de las empresas proveedoras de insumos de SyH	7 días	mié 14/7/21	vie 23/7/21	25	[Gantt bar for task 27, spanning from July 14 to July 21, 2021]																											
28		Análisis y recepción de ofertas de proveedores (ME) - parte 1	4 días	mar 19/10/21	sáb 23/10/21	26	[Gantt bar for task 28, spanning from October 19 to October 23, 2021]																											
29		Análisis y selección de ofertas de proveedores (ME) - parte 2	3 días	sáb 23/10/21	mié 27/10/21	28	[Gantt bar for task 29, spanning from October 23 to October 26, 2021]																											
30		Análisis y selección de ofertas de proveedores (SyH) - parte 1	4 días	vie 23/7/21	mié 28/7/21	27	[Gantt bar for task 30, spanning from July 23 to July 27, 2021]																											
31		Análisis y selección de ofertas de proveedores (SyH) - parte 2	3 días	jue 29/7/21	lun 2/8/21	30	[Gantt bar for task 31, spanning from July 29 to August 1, 2021]																											
32		Confección de órdenes de compra y envío a cada proveedor seleccionado (ME)	3 días	mié 27/10/21	lun 1/11/21	29	[Gantt bar for task 32, spanning from October 27 to October 30, 2021]																											
33		Confección de órdenes de compra y envío a cada proveedor seleccionado (SyH)	3 días	lun 2/8/21	jue 5/8/21	31	[Gantt bar for task 33, spanning from August 2 to August 5, 2021]																											
34		Contratación de personal para realizar la instalación eléctrica (IE)	5 días	lun 1/11/21	sáb 6/11/21	16;	[Gantt bar for task 34, spanning from November 1 to November 6, 2021]																											
35		Recepción de materiales para reacondicionamiento en SyH	30 días	jue 5/8/21	lun 13/9/21	33	[Gantt bar for task 35, spanning from August 5 to September 13, 2021]																											



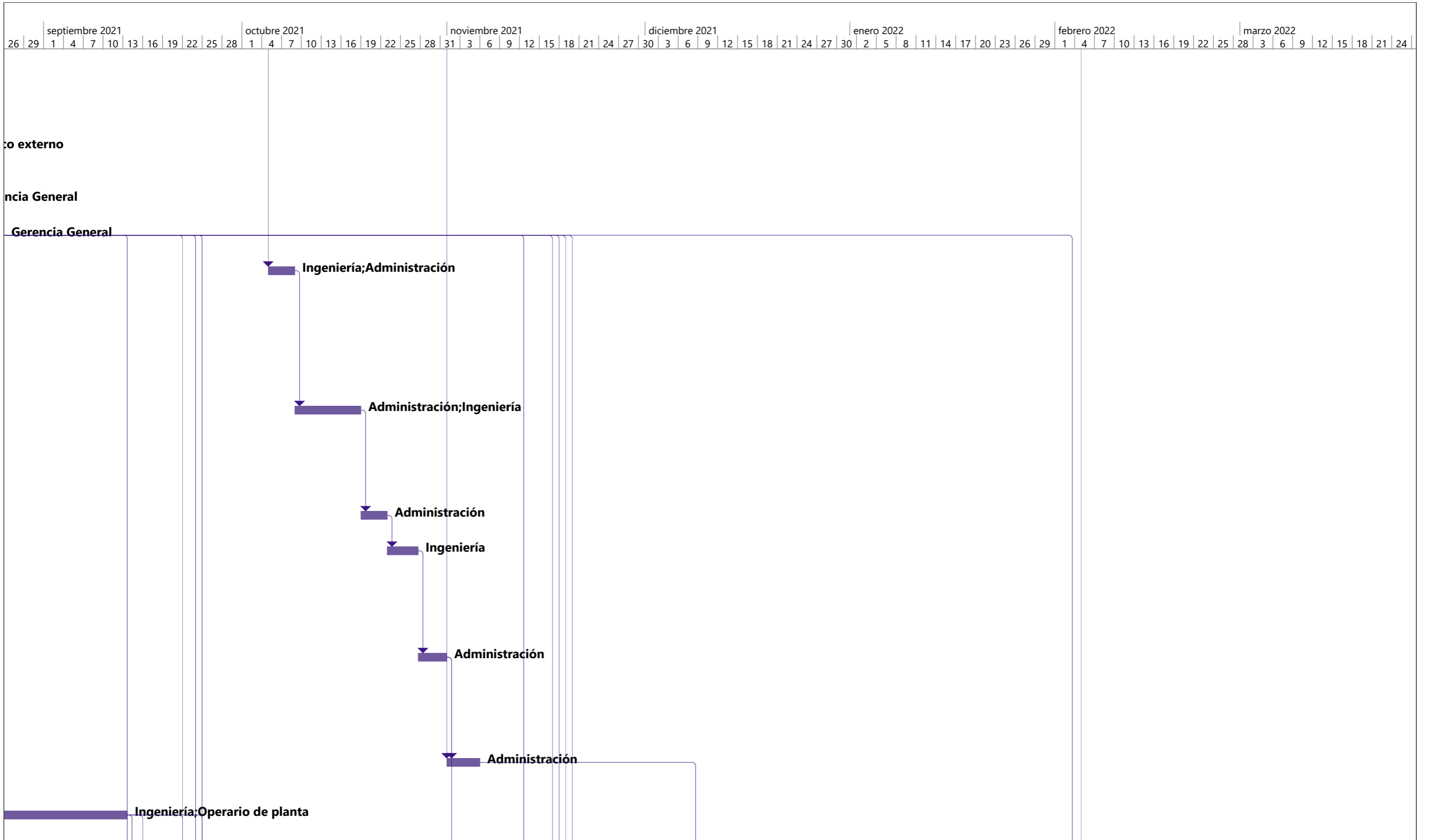
Proyecto: Asesoramiento Crisba Fecha: vie 23/4/21	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Precedencia	Gantt Chart																											
							mayo 2021	junio 2021	julio 2021	agosto 2021																								
36		Recepción de materiales para reacondicionamiento de la IE	30 días	lun 1/11/21	mié 8/12/21	32																												
37		Modificación de la instalación eléctrica	45 días	mié 8/12/21	jue 3/2/22	34																												
38		Solicitud de CV para realizar trabajos de colocación de puerta de seguridad, albañilería y trabajos varios	6 días	jue 16/9/21	jue 23/9/21	35																												
39		Recepción de CV de personal para trabajos varios	6 días	jue 23/9/21	vie 1/10/21	38																												
40		Selección y contratación de personal para los trabajos varios (TV)	5 días	sáb 6/11/21	vie 12/11/21	39																												
41		Colocación de cartelería informativa de SyH	3 días	vie 12/11/21	mié 17/11/21	23																												
42		Colocación de extintores	1 día	mié 17/11/21	jue 18/11/21	23																												
43		Construcción, colocación e inspección de barral en escalera y primer piso	7 días	lun 13/9/21	mié 22/9/21	23																												
44		Colocación de cintas demarcatorias (piso y escaleras)	1 día	jue 18/11/21	vie 19/11/21	23																												
45		Colocación de puntos de sujeción de arnes	1 día	vie 19/11/21	sáb 20/11/21	23																												
46		Instrucción y capacitación sobre usos de EPP	1 día	mié 22/9/21	jue 23/9/21	23																												
47		Colocación de puerta para salida de emergencia	3 días	sáb 20/11/21	mié 24/11/21	23																												
48		Capacitación extintores	1 día	jue 25/11/21	vie 26/11/21	42																												
49		Capacitación sobre medios de escape	1 día	vie 26/11/21	sáb 27/11/21	41																												
50		Capacitación sobre escaleras	1 día	jue 23/9/21	vie 24/9/21	43																												
51		Capacitación sobre riesgos mecánicos	1 día	vie 24/9/21	sáb 25/9/21	23																												
52		Capacitación sobre ergonomía	1 día	sáb 25/9/21	lun 27/9/21	23																												
53		Capacitación sobre riesgo eléctrico	1 día	jue 3/2/22	vie 4/2/22	23																												

<b>Proyecto: Asesoramiento Crisba</b> Fecha: vie 23/4/21	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

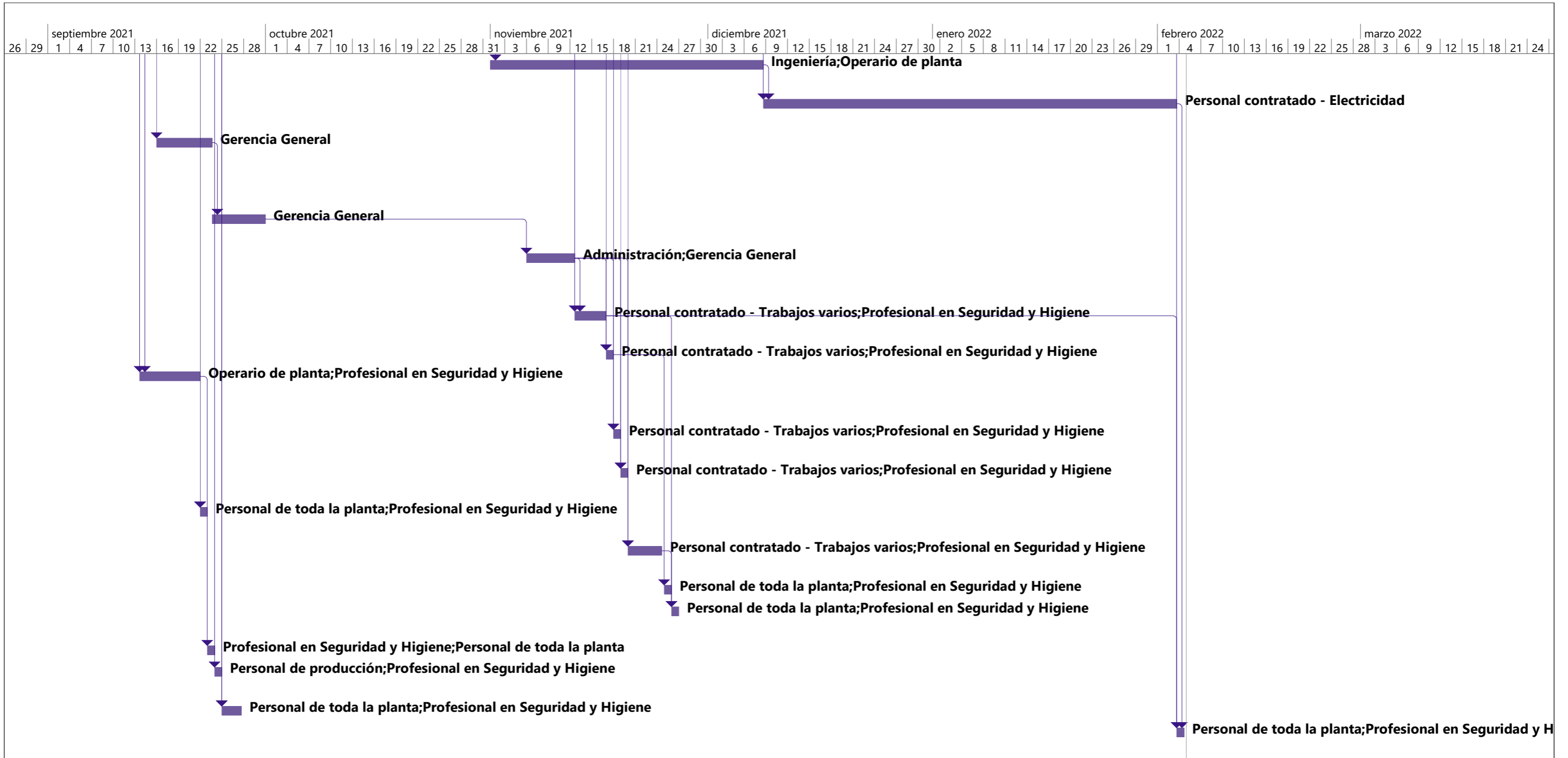


Proyecto: Asesoramiento Crisba Fecha: vie 23/4/21	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			



Proyecto: Asesoramiento Crisba  
 Fecha: vie 23/4/21

Tarea		Resumen del proyecto		Tarea inactiva		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
División		Tarea inactiva		solo duración		Informe de resumen manual		solo fin		Progreso	
Hito		Hito inactivo		Resumen inactivo		Resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Resumen manual		Hito externo			



Proyecto: Asesoramiento Crisba  
 Fecha: vie 23/4/21






Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

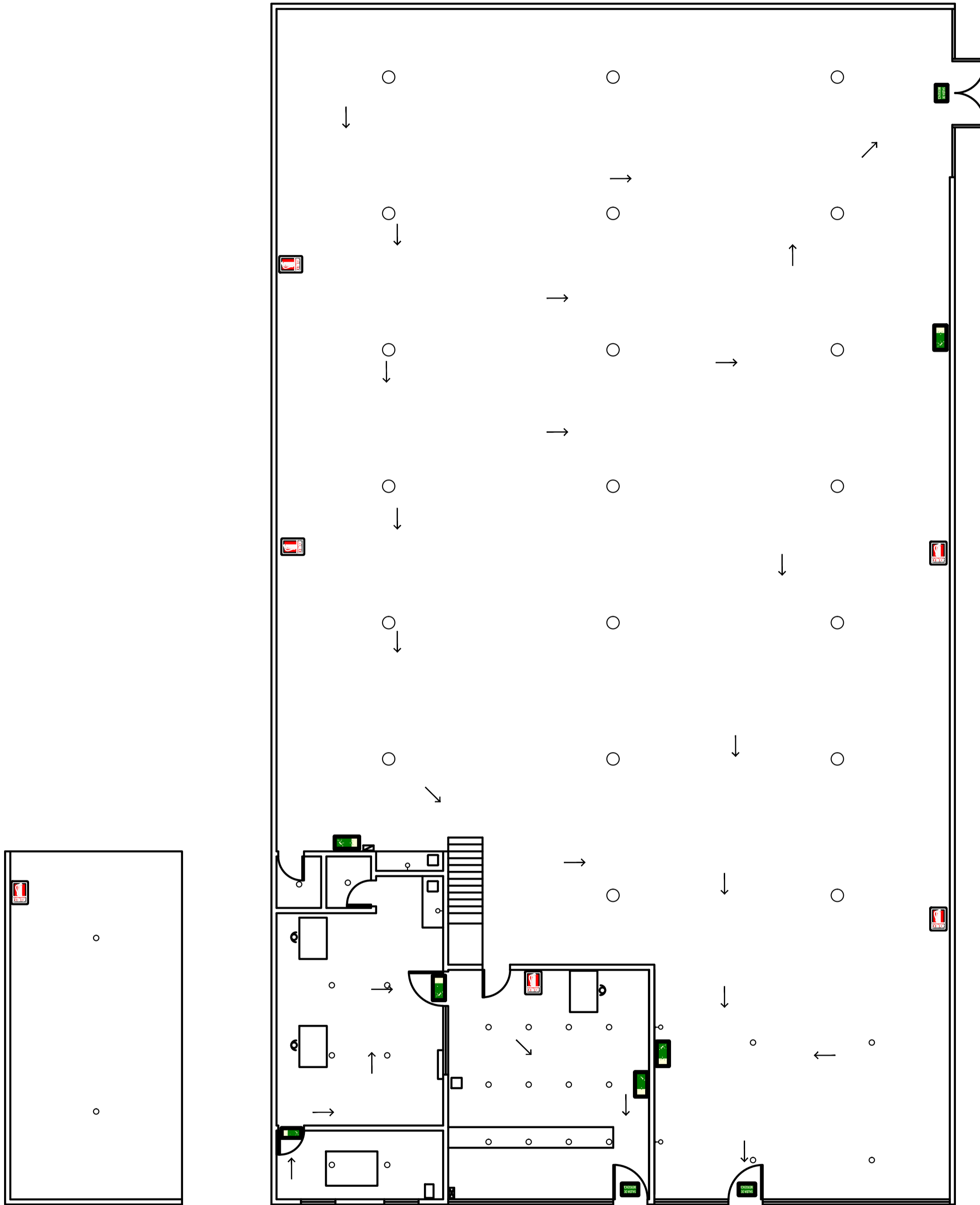
## Anexo III: Planos

En este Anexo se encuentran los planos correspondientes a la parte de seguridad e higiene (distribución de luminarias, colocación de extintores, señalización, etc.) y a la parte eléctrica (distribución de circuitos eléctricos, esquema unifilar, canalizaciones, etc.)

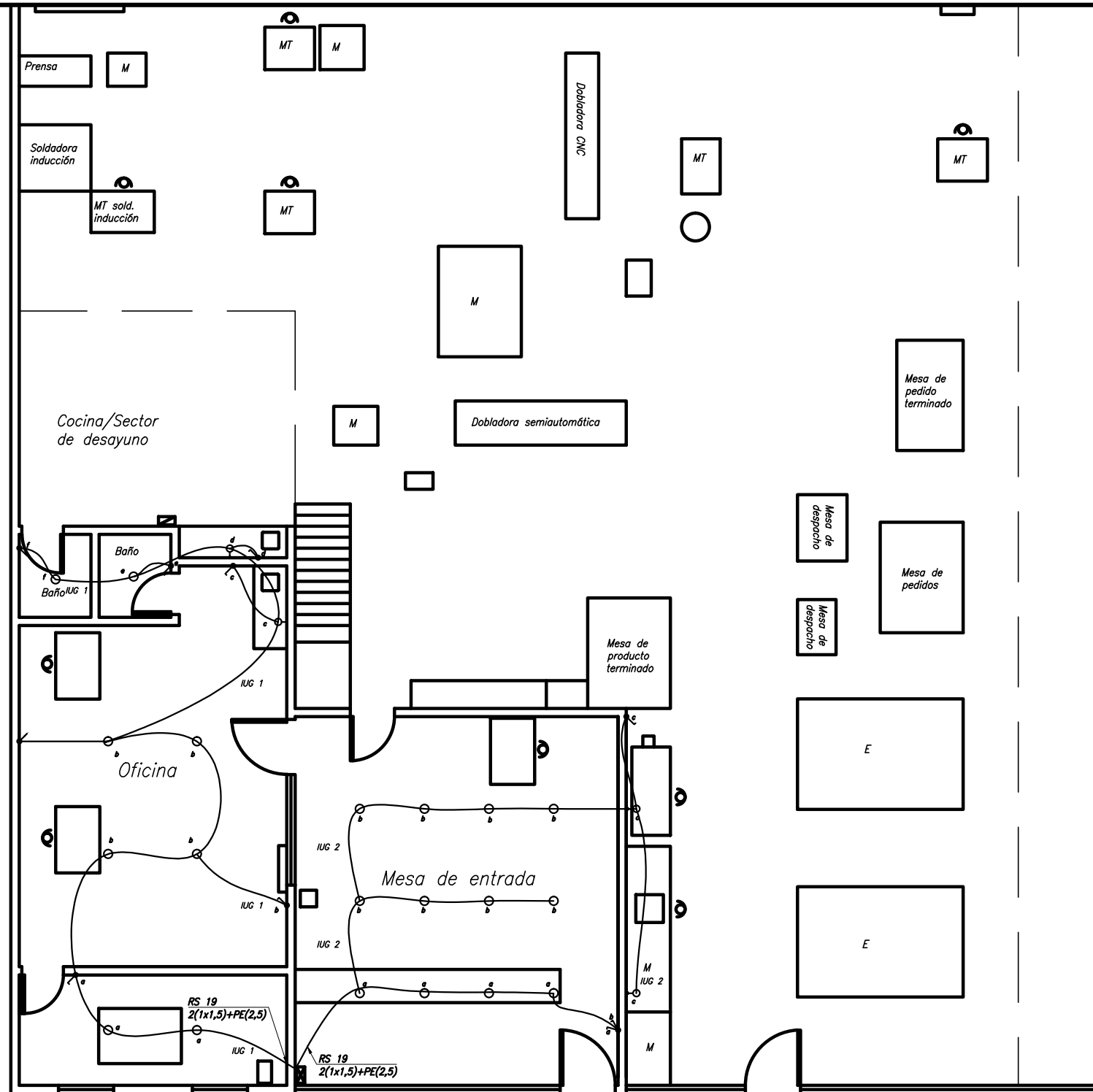
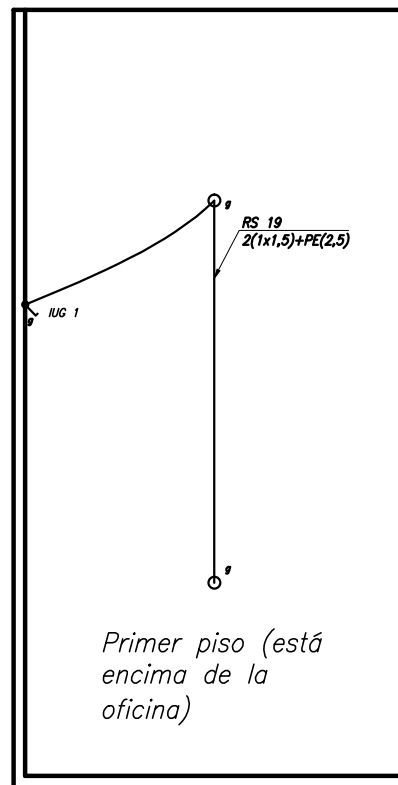


REFERENCIAS SyH

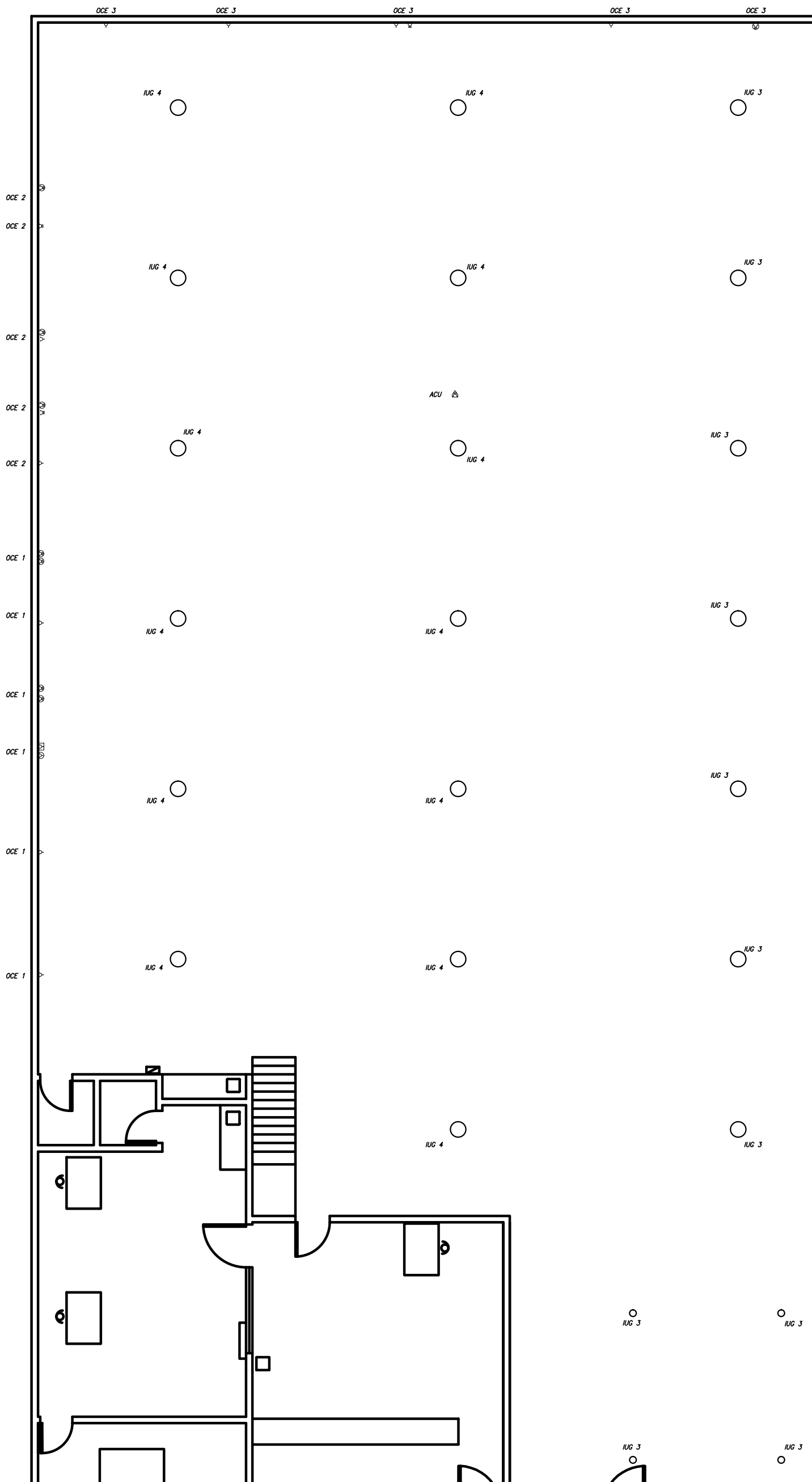
-  Extintor
-  Salida de emergencia
-  Salida hacia la derecha
-  Salida
-  Salida hacia la izquierda









Apellido y Nombre		Yani, Carolina		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA - UNLPam
Carrera		Ingeniería Industrial		
Fecha	19-12-2020	Valoración:		FACULTAD DE INGENIERIA
Revisado	Cátedra	EQUIPO DE TRABAJO 01		EMPRESA: CRISBA CAÑERÍAS SRL
PLANO DE:		PROYECTO FINAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL		PLANO 01
CÓDIGO		Seguridad y Higiene		
ESCALA:	1:100	RIGUROSIDAD:	TOLERANCIAS:	VERSIÓN 01


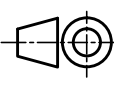


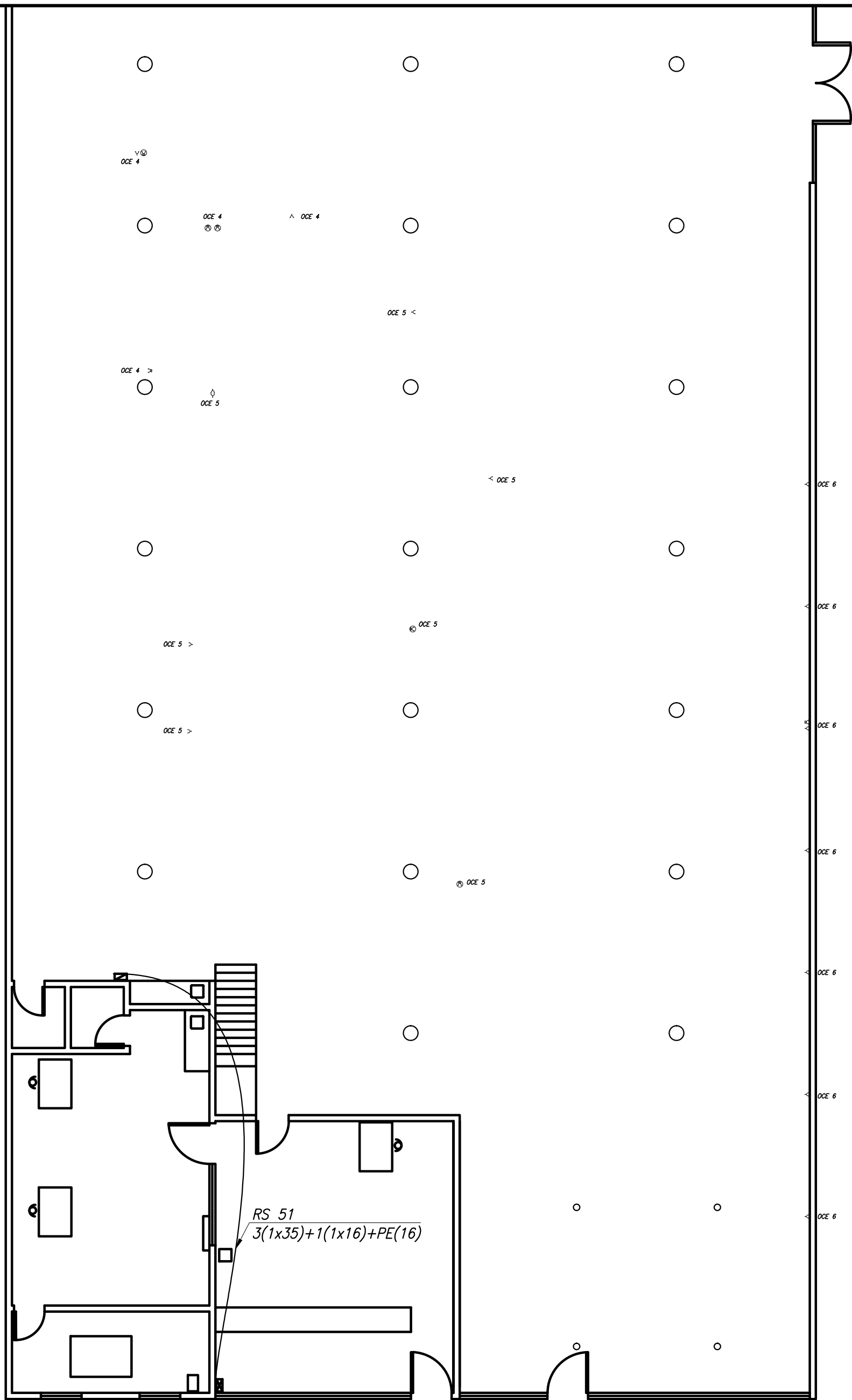
Apellido y Nombre	Yani, Carolina		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA - UNLPam FACULTAD DE INGENIERIA	
Carrera	Ingeniería Industrial			
Fecha	26/07/2020	Valoración:		
Revisado	Cátedra			
EQUIPO DE TRABAJO	01	PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		EMPRESA: CRISBA CAÑERÍAS SRL
	PLANO DE: <b>Circuitos IUG 1 - IUG 2</b>			PLANO 01
CÓDIGO				01
ESCALA:	1:100	RIGUROSIDAD:	TOLERANCIAS:	01
VERSION				01



REFERENCIAS ELÉCTRICAS


-  Tomacorriente trifásico industrial de 63 [A]
-  Tomacorriente trifásico industrial de 32 [A]
-  Tomacorriente trifásico industrial de 16 [A]
-  Tomacorriente monofásico industrial de 16 [A]
-  Tomacorriente monofásico domiciliario de 20 [A]
-  Tomacorriente monofásico domiciliario de 10 [A]

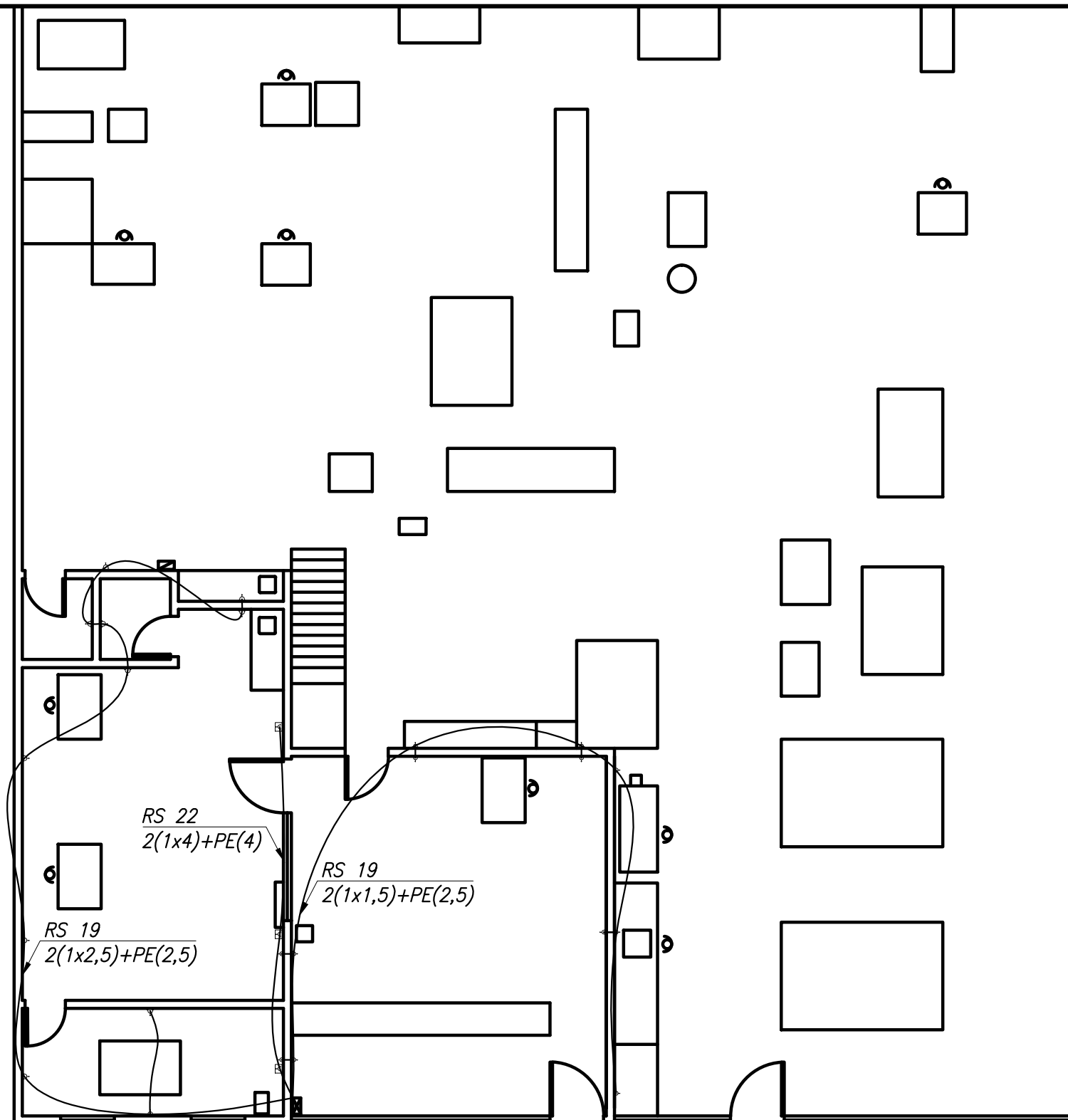
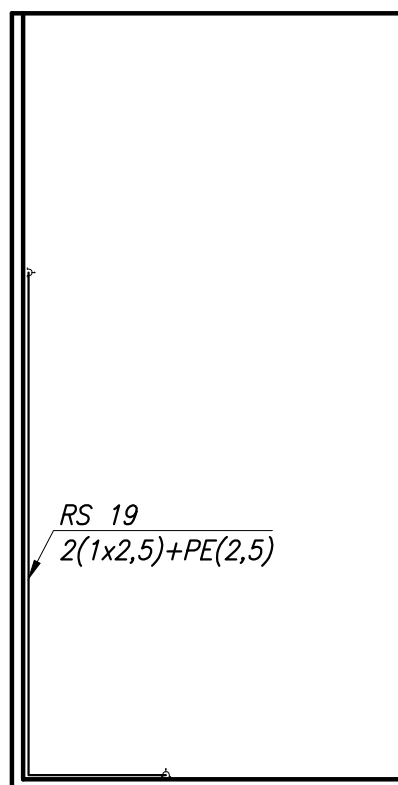
Apellido y Nombre		Yani, Carolina		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA - UNLPam FACULTAD DE INGENIERIA	
Carrera		Ingeniería Industrial			
Fecha	25-12-2020	Valoración:			
Revisado	Cátedra			EMPRESA: CRISBA CAÑERÍAS SRL	
EQUIPO DE TRABAJO	01	PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		FACULTAD DE INGENIERIA	
	PLANO DE:	Circuitos IUG 3, IUG 4, OCE 1, OCE 2, OCE 3, ACU		PLANO	
CÓDIGO				02	
ESCALA:	1:100	RIGUROSIDAD:		TOLERANCIAS:	01
				VERSION	




Apellido y Nombre		Yani, Carolina		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA - UNLPam FACULTAD DE INGENIERIA	
Carrera		Ingeniería Industrial			
Fecha	26-12-2020	Valoración:			
Revisado	Cátedra			EMPRESA: <b>CRISBA CAÑERÍAS SRL</b>	
EQUIPO DE TRABAJO	01	PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL			
	PLANO DE:	<b>Circuitos OCE 4, OCE 5, OCE 6 y CS</b>		FACULTAD DE INGENIERIA	
CÓDIGO				PLANO	03
ESCALA:	1:100	RIGUROSIDAD:		VERSIÓN	01




### REFERENCIAS ELÉCTRICAS

-  Tomacorriente trifásico industrial de 63 [A]
-  Tomacorriente trifásico industrial de 32 [A]
-  Tomacorriente trifásico industrial de 16 [A]
-  Tomacorriente monofásico industrial de 16 [A]
-  Tomacorriente monofásico domiciliario de 20 [A]
-  Tomacorriente monofásico domiciliario de 10 [A]

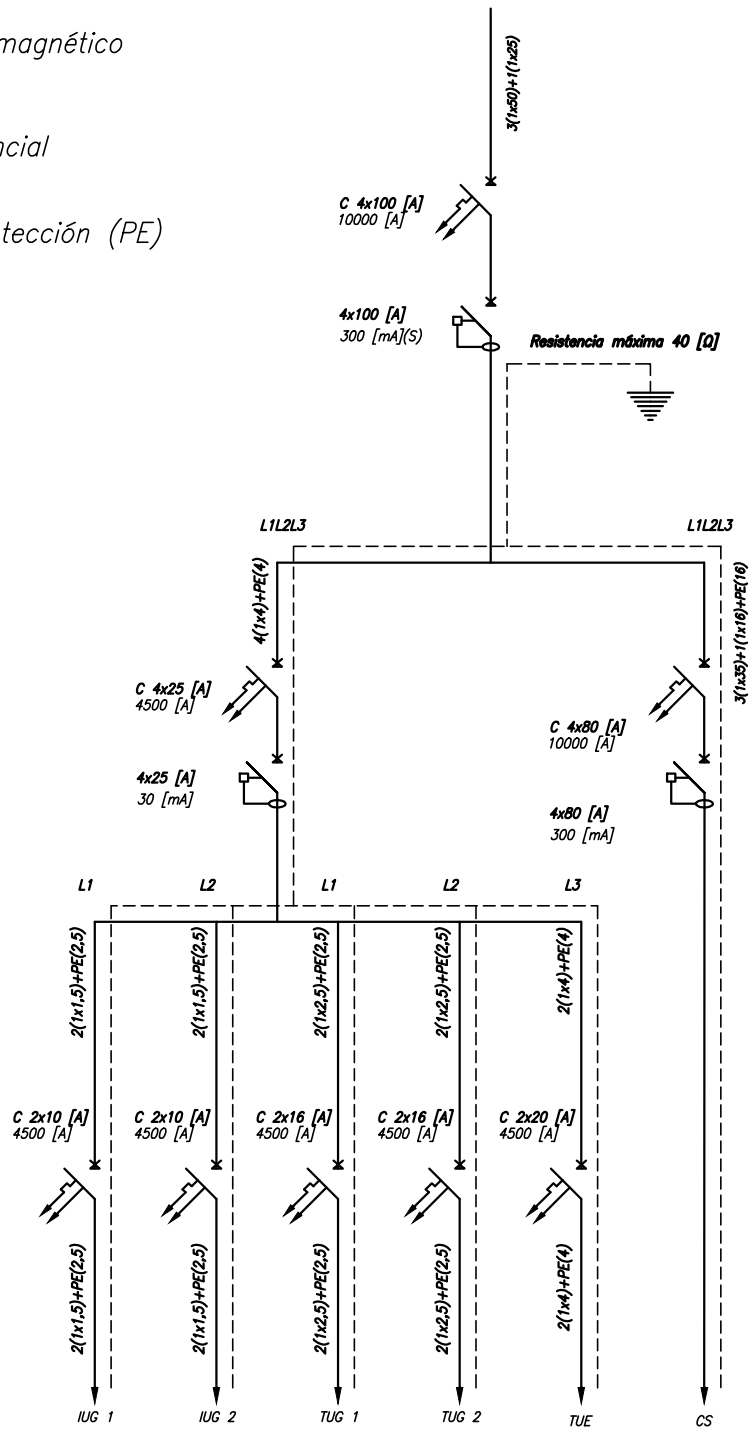




Apellido y Nombre		Yani, Carolina		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA - UNLPam FACULTAD DE INGENIERIA		
Carrera		Ingeniería Industrial				
Fecha	26/12/2020	Valoración:				
Revisado	Cátedra			EMPRESA: CRISBA CAÑERÍAS SRL		
EQUIPO DE TRABAJO		01		PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
PLANO DE:		Circuitos TUG 1, TUG 2 y TUE				
CÓDIGO						PLANO
ESCALA:		1:100		RIGUROSIDAD:	TOLERANCIAS:	
EMPRESA:		CRISBA CAÑERÍAS SRL		PLANO	04	
EMPRESA:		CRISBA CAÑERÍAS SRL		VERSION	01	

REFERENCIAS

-  Interruptor termomagnético
-  Interruptor diferencial
-  Conductor de protección (PE)

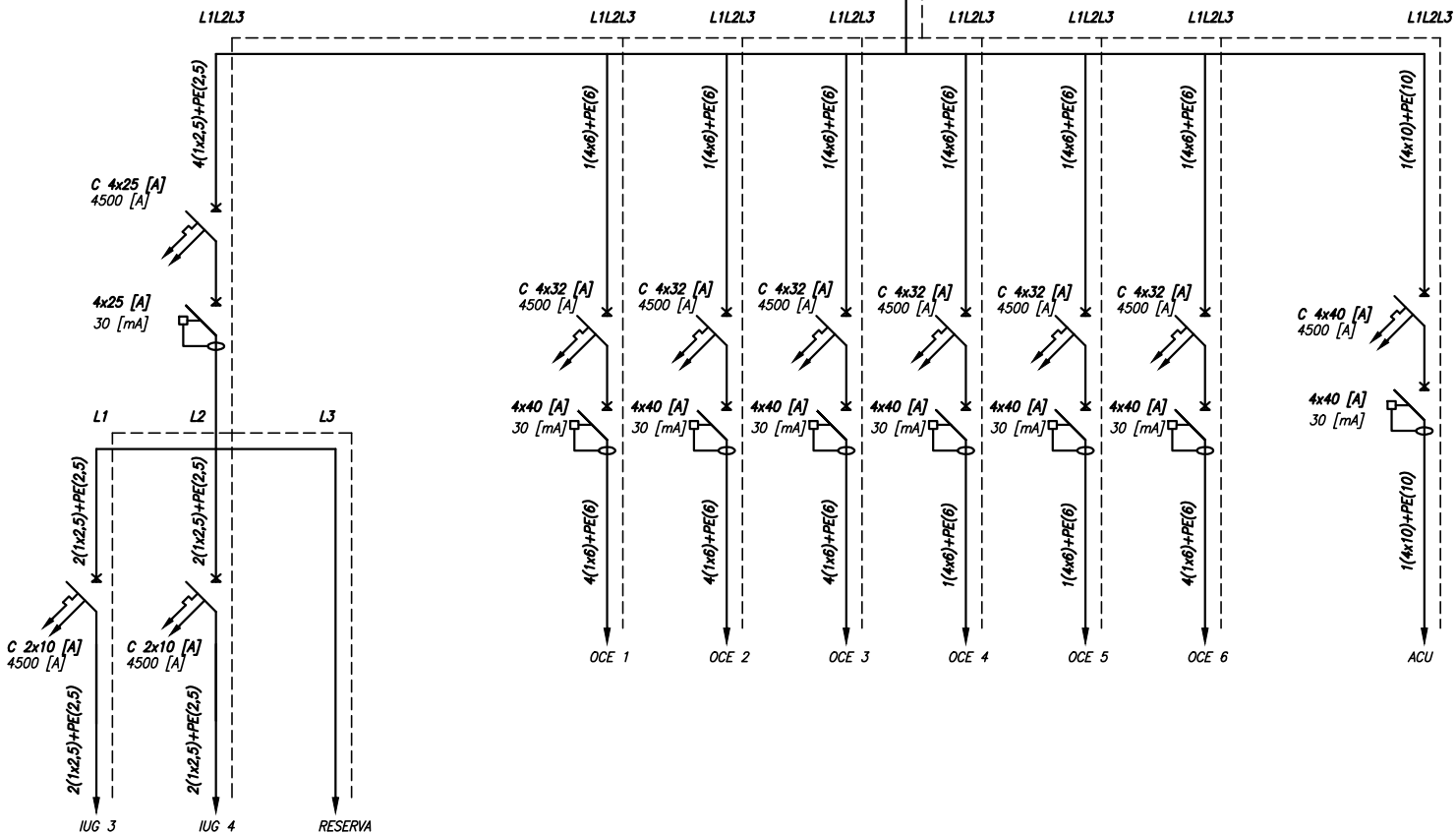
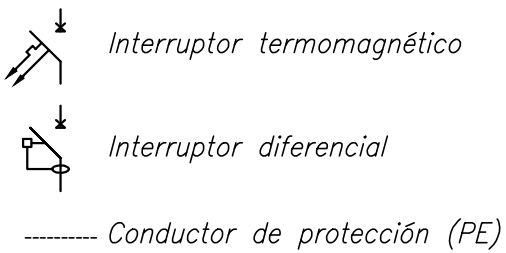
$TP - Ik'' = 1.626,22 [A]$



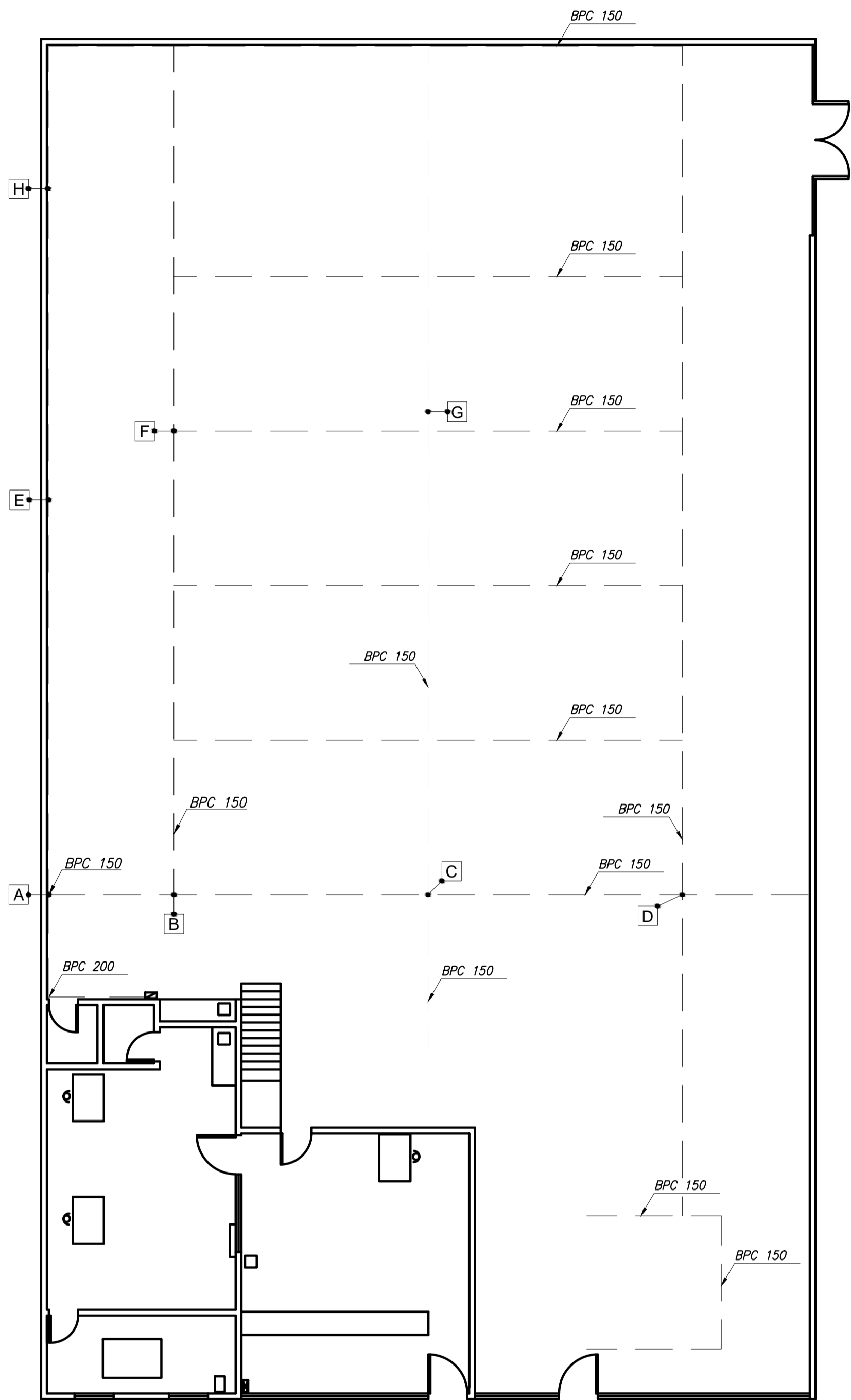
Apellido y Nombre		Yani, Carolina		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA - UNLPam</b> FACULTAD DE INGENIERIA	
Carrera		Ingeniería Industrial			
Fecha	22/06/2020	Valoración:			
Revisado	Cátedra				
EQUIPO DE TRABAJO	01	PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		EMPRESA:	<b>CRISBA CAÑERÍAS SRL</b> 
PLANO DE:		<b>Esquema Unifilar - TP</b>		PLANO	
CÓDIGO				ESCALA:	RIGUROSIDAD:
				VERSIÓN	01

$$TS - I_k'' = 1.534,57 [A]$$

REFERENCIAS



Apellido y Nombre Carerra		Yani, Carolina Ingeniería Industrial	
Fecha	22/06/2020	Valoración:	
Revisado	Cátedra	PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
EQUIPO DE TRABAJO		EMPRESA: CRISBA CAÑERÍAS SRL	
CÓDIGO		PLANO DE: Esquema Unifilar - TS	
ESCALA:		RIGUROSIAD: TOLERANCIAS:	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA - UNLPam		FACULTAD DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA		PLANO	
01		01	
01		01	



- A [1(4x6) OCE 1 IRAM 2178-XLPE  
1(4x6) OCE 2 IRAM 2178-XLPE  
1(4x6) OCE 3 IRAM 2178-XLPE  
1(4x6) OCE 4 IRAM 2178-XLPE  
1(4x6) OCE 5 IRAM 2178-XLPE  
1(4x6) OCE 6 IRAM 2178-XLPE  
1(4x10) ACU IRAM 2178-XLPE  
1(2x2,5) IUG 3 IRAM 2178-XLPE  
1(2x2,5) IUG 4 IRAM 2178-XLPE  
1(1x10) PE IRAM 247/3-PVC
- B [1(4x6) OCE 4 IRAM 2178-XLPE  
1(4x6) OCE 5 IRAM 2178-XLPE  
1(4x6) OCE 6 IRAM 2178-XLPE  
1(4x10) ACU IRAM 2178-XLPE  
1(2x2,5) IUG 3 IRAM 2178-XLPE  
1(2x2,5) IUG 4 IRAM 2178-XLPE  
1(1x10) PE IRAM 247/3-PVC
- C [1(4x6) OCE 5 IRAM 2178-XLPE  
1(4x6) OCE 6 IRAM 2178-XLPE  
1(4x10) ACU IRAM 2178-XLPE  
1(2x2,5) IUG 3 IRAM 2178-XLPE  
1(2x2,5) IUG 4 IRAM 2178-XLPE  
1(1x10) PE IRAM 247/3-PVC
- D [1(4x6) OCE 6 IRAM 2178-XLPE  
1(2x2,5) IUG 3 IRAM 2178-XLPE  
1(1x10) PE IRAM 247/3-PVC
- E [1(4x6) OCE 2 IRAM 2178-XLPE  
1(4x6) OCE 3 IRAM 2178-XLPE  
1(1x6) PE IRAM 247/3-PVC
- F [1(4x6) OCE 4 IRAM 2178-XLPE  
1(4x6) OCE 5 IRAM 2178-XLPE  
1(2x2,5) IUG 4 IRAM 2178-XLPE  
1(1x6) PE IRAM 247/3-PVC
- G [1(4x10) ACU IRAM 2178-XLPE  
1(4x6) OCE 5 IRAM 2178-XLPE  
1(2x2,5) IUG 4 IRAM 2178-XLPE  
1(1x10) PE IRAM 247/3-PVC
- H [1(4x6) OCE 3 IRAM 2178-XLPE  
1(1x6) PE IRAM 247/3-PVC

Apellido y Nombre		Yani, Carolina		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA - UNLPam FACULTAD DE INGENIERIA
Carrera		Ingeniería Industrial		
Fecha	26-12-2020	Valoración:		EMPRESA: CRISBA CAÑERÍAS SRL
Revisado	Cátedra			
EQUIPO DE TRABAJO	01	PROYECTO FINAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL		PLANO
PLANO DE:		Ubicación bandeja portacable		
CÓDIGO				05
ESCALA:	1:100	RIGUROSIDAD:		VERSIÓN
				01



## Bibliografía

- Cámara Argentina de Seguridad. <http://cas-seguridad.org.ar/capacitacion>
- <http://servicios.infoleg.gob.ar>
- <http://www.instalectra.org/>
- <https://www.areatecnologia.com/>
- <https://www.se.com/>
- Teoría cátedra Instalaciones Eléctricas de la Facultad de Ingeniería (UNLPam)
- <https://www.editores-srl.com.ar/>
- <https://ri.conicet.gov.ar/>
- <https://estrucplan.com.ar/producciones/contenido-tecnico/p-seguridad-industrial/poderes-calorificos-para-el-calculo-de-la-carga-de-fuego/>
- <https://www.tadeoczerweny.com.ar/>
- <https://ar.prysmiangroup.com/>
- <http://www.sermatel.com.ar/>
- <http://www.electrotucuman.com.ar/>
- <https://www.roker.com.ar/>
- <https://www.scame.com/>
- <https://clientes.ciardi.com.ar/>
- <http://samet.com.ar/>
- <https://www.quantexindustrial.com.ar/es/>
- <https://www.argentina.gob.ar/srt/>