

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## Proyecto Final

### GESTIÓN DE PROYECTO

### ILUMINACIÓN LED AUTOPISTA BUENOS AIRES-LA PLATA

Carrera:

Ingeniería Industrial

Alumnos:

Clemengo, Carlos

Torre, Genaro

Legajo:

4445

4559

DNI:

33.222.340

33.454.636

E-Mail:

clemengocarlos@gmail.com

genaro\_torre@outlook.com

Celular:

(02302) 15551825

(02302) 15567631

Tutor:

Ing. Cuello, Luis

## Índice

<b>1 - MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL.....</b>	<b>7</b>
<b>2 - PRODUCTO – PROCESO PRODUCTIVO – LAY-OUT .....</b>	<b>8</b>
2.1 - Producto.....	8
2.1.1 – Descripción General .....	8
2.1.2 – Aplicaciones .....	8
2.1.3 – Estructura, Materiales y Características.....	8
2.1.4 – El Producto y Zona Franca .....	9
2.1.5 – El Producto SKD.....	10
2.2 – Lay-Out .....	12
2.3 – Proceso Productivo .....	14
<b>3 - INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO .....</b>	<b>23</b>
3.1 - MEMORIA DESCRIPTIVA.....	24
3.2 - MEMORIA TÉCNICA.....	25
3.2.1 - Equipo De Refrigeración .....	26
3.2.2 - Conducto De Refrigeración .....	26
3.2.3 - Difusores De Impulsión .....	28
3.2.4 - Rejillas De Retorno.....	28
3.3 - MEMORIA DE CÁLCULO.....	29
3.3.1 - Cálculo De Las Cargas Externas .....	43

3.3.2 - <i>Calculo De Las Cargas Internas</i> .....	47
3.3.3 - <i>Calculo Del Caudal De Aire A Impulsar Al Local</i> .....	51
3.3.4 - <i>Ganancia De Calor Del Equipo Por El Aire Exterior</i> .....	51
3.3.5 - <i>Selección Del Equipo Y Dimensionamiento De Elementos</i> .....	53
3.3.6 - <i>Verificación Con El Ábaco Psicométrico</i> .....	58
<b>4 - INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b> .....	<b>62</b>
4.1 - MEMORIA DESCRIPTIVA .....	63
4.2 - MEMORIA TÉCNICA .....	64
4.3 - MEMORIA DE CÁLCULO .....	67
4.3.1 - <i>Determinación del grado de electrificación del inmueble</i> .....	67
4.3.1.1 – Local .....	67
4.3.2 - <i>SELECCIÓN DE CONDUCTORES Y DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN</i> .....	74
4.3.2.1 – Líneas Principales .....	74
4.3.2.2 – Tableros Seccionales .....	79
4.3.2.3 – Circuitos Terminales .....	96
4.3.3 - <i>CANALIZACIONES</i> .....	139
4.3.3.1 – Circuitos Principales: .....	139
4.3.3.2 – Circuitos Seccionales: .....	139
4.3.3.3 – Circuitos Terminales: .....	141
4.3.4 - <i>TABLEROS</i> .....	143
4.3.4.1 – Cálculo del Tablero Principal 1 .....	143

---

4.3.5- <i>ILUMINACIÓN</i> .....	155
4.3.6 - <i>OTROS SERVICIOS</i> .....	156
4.3.7 - <i>ESTIMACIÓN DE MATERIALES</i> .....	156
<b>5 – <i>SEGURIDAD E HIGIENE</i>.....</b>	<b>159</b>
5.1 - MEMORIA DESCRIPTIVA .....	160
5.2 - MEMORIA TÉCNICA.....	161
5.3 - MEMORIA DE CÁLCULO.....	162
5.3.1 - <i>Determinación del ancho de salida y cantidad de puertas</i> .....	167
5.3.2 - <i>Determinación de la carga de fuego y los extintores necesarios</i> .....	169
5.3.3 - <i>Determinación del equipo de Protección Personal (EPP)</i> .....	173
5.3.4 - <i>Determinación del nivel de iluminación</i> .....	174
5.3.5 – <i>Impacto Ambiental</i> .....	174
<b>6– <i>LOGÍSTICA INTEGRAL</i> .....</b>	<b>175</b>
6.1 – Introducción .....	176
6.2 - Esquema logístico de aprovisionamiento internacional .....	177
6.2.1 – <i>Operatoria Internacional</i> .....	178
6.3 - Esquema logístico de Producción .....	181
6.3.1 – <i>Operatoria dentro de Zona Franca</i> .....	181
6.3.2 – <i>Operatoria dentro de Fábrica</i> .....	182
6.4 - Esquema logístico de Distribución .....	182

---

<b>7– COSTOS.....</b>	<b>183</b>
7.1 - Introducción.....	184
7.2 – Descripción de insumos y productos .....	184
7.3 – Descripción del Flujo y Sectores Funcionales .....	185
7.4 – Clasificación de Costos.....	186
7.5 – Equilibrio de la Empresa y Equilibrio Funcional.....	190
7.6 – Margen de Seguridad .....	192
7.7 – Líneas de Producción .....	193
7.7.1 – <i>Estado de resultado con dos líneas de producción</i> .....	193
7.7.2 – <i>Situación de equilibrio</i> .....	193
7.7.3 – <i>Producción múltiple sin condicionamiento técnico</i> .....	196
7.7.4 – <i>Decisiones ante limitaciones de la disponibilidad de materia prima</i> .....	197
7.8 – Decisiones de Alternativas Excluyentes .....	199
7.8.1 – <i>Venta Masiva o al Detalle</i> .....	199
7.8.2 – <i>Comprar o Fabricar</i> .....	199
<b>8– GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS.....</b>	<b>202</b>
8.1 – Introducción .....	203
8.2 – Desarrollo.....	203
8.3 - Reclutamiento.....	204
8.4 – Selección de Personal.....	205

8.4.1 – Selección de personal por LinkedIn.....	206
8.4.2 – Entrevista .....	206
8.4.3 – Test de Selección del Personal.....	208
8.4.4 – Técnicas grupales de Evaluación .....	209
8.5 – Tipos Generacionales: Generación Y .....	210
8.6 – Propuesta de Valor de Itelecom .....	212
8.7 – Caso Práctico Aplicado de Gestión de Recursos Humanos .....	213
8.7.1 – Descripción del Puesto .....	213
8.7.2 – Reclutamiento y Selección .....	216
<b>9– CALIDAD .....</b>	<b>220</b>
9.1 - Introducción.....	221
9.2 – Procedimiento de Hoja de Proceso .....	221
9.3 – Registro de hoja de proceso .....	221
9.4 – Registro de Producto Terminado .....	223
9.5– Registro de Plan de Control .....	223
9.6– Registro de Control de Producto y Control de Producto Final .....	224
<b>10– SEGUIMIENTO DE PROYECTO .....</b>	<b>228</b>
10.1 - Introducción.....	229
10.2 – Gantt de Obra.....	230
10.3 – Gantt de Abastecimiento - Producción - Distribución .....	231



*11 - ANEXOS.....232*

## *1 - MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL*

Se propone realizar un Proyecto bajo la modalidad de Proyecto Final para la empresa Tecnologías e Inversiones S.A. que se radicará en el predio de la Zona Franca de General Pico, La Pampa.

La necesidad de llevar a cabo este proyecto, surge a partir de los requerimientos de la empresa de montar una planta fabril y llevar a cabo la producción de un lote de fabricación, destinada al proceso de ensamblado de luminarias led.

Para la etapa de puesta en funcionamiento de la planta se realizó el cálculo y diseño de las instalaciones industriales (instalaciones eléctricas, aire acondicionado). Además de atender tareas de implementación de las medidas necesarias para cumplir con las normas vigentes de Seguridad e Higiene (debiéndose para ello diseñar, calcular y seleccionar diversos elementos o dispositivos de seguridad), estableciéndose los protocolos de trabajo seguro para los distintos procesos de fabricación.

Lográndose de este modo cumplir con los requisitos necesarios para la puesta en marcha del proceso de ensamblado de luminarias led.

Para la etapa de producción, se definió la estructura del producto, diseño del proceso productivo, Lay-Out, procedimientos bajo normas de calidad y balanceo de línea de producción.

En lo que respecta a logística, se definió el modelo de abastecimiento, la logística interna y la distribución del producto terminado.

De este modo, el proceso de producción de las luminarias se ejecutó de manera conforme con la entrega final al cliente en la fecha estipulada.

Como proyección futura de la empresa, se realizó un análisis de costos de producción en régimen con diferentes alternativas a implementar. Además, de la implementación de un caso de reclutamiento y selección de recurso humano.



## ***2 - PRODUCTO – PROCESO PRODUCTIVO – LAY-OUT***

Los criterios para el Cálculo y Diseño de las instalaciones industriales se basaron en el producto, proceso productivo y *Lay-Out*.

### **2.1 - Producto**

Denominación del producto: LUMINARIAS DE ALUMBRADO PÚBLICO LED – SERIE M

#### ***2.1.1 – Descripción General***

Las luminarias LED de alumbrado público de Itelecom combinan la forma arquitectónica y versatilidad para que sea una excelente opción para una nueva construcción o adaptación a las existentes. Estas luminarias son construidas en forma modular lo que permite customización acorde al cliente, generando versatilidad a la hora del diseño como de la instalación, montaje y mantenimiento del artefacto. El dispositivo es ofrecido en una gran variedad de potencias, proporcionando la máxima flexibilidad en todos los tipos de aplicaciones. La ingeniería óptica personalizada proporciona una excelente uniformidad y eficiencia, pudiendo reemplazar luminarias VSAP y MH existentes hasta 750W.

#### ***2.1.2 – Aplicaciones***

- Alumbrado público
- Autopistas
- Estacionamientos
- Seguridad
- Área de almacenamiento
- Túneles

#### ***2.1.3 – Estructura, Materiales y Características***

- Grueso calibre, cubierta de aluminio fundido con una excelente gestión térmica.

- Resistente a la corrosión de acabado gris en poliéster en polvo (colores personalizados disponibles).
- Delgado, lo último, diseño de bajo perfil para la resistencia a la carga de viento, haciéndolo mínimo.
- Diseño del lente bajo normativa IESNA.
- La apertura del equipo puede ser intervenido sin herramientas, para facilitar el mantenimiento y la instalación.
- Junta de silicona continua rodea el lente para sellado hermético IP68.
- Opción de incorporar fotocélula para un mayor ahorro energético.
- Temperatura de color de 4000, 5000 y 5700 ° K para una mayor visibilidad y seguridad.
- Diseño modular de alto rendimiento con Chips Philips Lumiled Luxeon-TX.
- Driver MW con alto factor de potencia, driver con bajo THD y con protección contra sobretensiones.
- Encendido instantáneo de arranque en frío y reinicio en caliente.
- Hasta 15 años de operación libre de mantenimiento.
- 5 años de garantía en la lámpara completa. (LED, driver y cubierta)
- Opcional: Atenuación 0-10V, monitoreo remoto y control Encendido/Apagado.
- Lente óptico con diferentes curvaturas, lo que permite diferentes distribuciones lumínicas.

Para mayor información sobre el producto y sus aplicaciones ver Ficha Técnica y Manual del Instalación en *ANEXO*.

#### *2.1.4 – El Producto y Zona Franca*

Como la producción fue llevada a cabo dentro de un espacio regulado por Aduana, debieron considerarse determinadas características particulares al lugar, por ello para el desarrollo de actividades industriales en las Zonas Francas con el objeto de exportar la mercadería resultante a terceros países y dentro del mismo país, debe emitirse un Certificado de Tipificación de Zonas Francas (CTZF), el que determinará la relación insumo-producto, las mermas y/o perdidas y el componente de mercaderías de origen nacional como importados que pudieran incorporarse a los procesos productivos llevados a cabo en las Zonas Francas, y la declaración del proceso productivo bajo validación del INTI.

Por tal motivo fue necesario el análisis de nuestro producto y sus partes componentes para determinar cómo sería su ingreso para cumplir los requisitos aduaneros a la importación.

El CTZF cuenta de 4 partes fundamentales:

- *Insumos:* en este apartado debe describirse cada uno de los insumos a importar, realizando una detallada definición de cada parte componente (dimensiones, características, material), como así también su procedencia de país de importación y valor CIF (Valor en destino con flete y seguro incluido). Por último se definió usando el código de posiciones arancelarias que NCM (Nomenclatura común del Mercosur) tiene cada insumo para definir su arancel a la hora de importar.
- *Producto:* de igual manera que los insumos, debe declararse el producto mediante una definición minuciosa de cada parte componente, lo que nuevamente nos determina una posición arancelaria generándonos un arancel a la hora de exportar el producto fuera de Zona Franca. Se debe colocar el valor FOB (Arriba del transporte libre de flete y seguro), como así también se debe declarar el porcentaje de incidencia Nacional como Importado que presenta nuestro producto.
- *Relación Insumo/Producto:* Nos determina que insumos componen cada producto declarado como así también la relación que existe entre una unidad de producto Terminado y el consumo de cada Insumo considerando perdidas y/o mermas de cada parte interviniente en el armado.
- *Descripción del Proceso Productivo:* Consiste de una explicación detallada de como es el proceso de utilización de los diferentes insumos antes declarados para conformar cada producto declarado en el CTZF. Esta parte es evaluada técnicamente por el organismo INTI.

Ver el ANEXO Certificado De Tipificación De Zona Franca (CTZF).

Dicho CTZF es estudiado y aprobado por la Secretaria de Comercio Exterior en conjunto con el INTI, cuya falta de aprobación imposibilita la salida del producto de Zona Franca, originando retraso en el cumplimiento de la entrega del producto.

### **2.1.5 – El Producto SKD**

Por el requerimiento de confección del CTZF y por el corto tiempo de importación que teníamos para cumplir el plazo de entrega, se determinó que la mejor manera de importar el producto era en un formato SKD (Kit – Semi – Armado) que nos permitiera minimizar los tiempos de proceso y cumplir con la entrega.

Por todo esto se decidió traer el producto desarmado en 5 principales partes que nos permitiera un acople rápido para un pronto armado del producto terminado, cuyas componentes se detallan a continuación:

**Insumos declarados en el CTZF**

**SERIE**

**M** LED



**04-** INS-0142/43/44/45/46/47 / Base plafón



**01-** INS-0025 / Fuente de alimentación



**02-** INS-0026 / Módulo de lámpara LED



**03-** INS-0027 / Tornillo de material acero



**05-** INS-0141 / Cable de Conexión

Donde con este sistema SKD de importación el proceso de armado se redujo a:

- Colocar los módulos en el recinto óptico dentro del plafón y fijando los mismos mediante tornillos
- Colocar el cable de conexión entre el driver y los módulos LED
- Colocar el driver en el recinto posterior del plafón y conectar el terminal de alimentación en baja tensión al cable de alimentación de los módulos.
- Probar el encendido de la luminaria.
- Etiquetado y empaquetado

Lo que nos permitió mediante el uso de conexiones rápidas y sistemas tipo “toolless”, lograr un fácil montaje del producto final de manera rápida y segura sin mayores retrasos en el proceso productivo, lo que podía garantizarnos una entrega en tiempo y forma de nuestro producto hacia el cliente.

## 2.2 – Lay-Out

La planta fabril se encuentra dividida en 3 principales sectores:

- ✓ Sector de oficinas
- ✓ Sector de producción
- ✓ Sanitarios.

Donde para confeccionar el Lay-Out del sector de producción se partió del proceso productivo, las instalaciones pertinentes necesarias para dicho proceso, como así también de las medidas de seguridad e Higiene correspondientes a la actividad, además de considerar el espacio físico para el desarrollo de la actividad otorgado por la concesionaria de Zona Franca.

Por lo anterior nos propusimos a realizar la distribución de cada línea de proceso dentro del establecimiento, pensando en un proceso uniforme y continuo sin cambios abruptos en el proceso que originen demoras, como ser grandes distancias entre los puestos consecutivos, ubicación del sector de depósito como también del almacén, entre otros.

Nuestro lay-Out cuenta de 2 líneas de producción en paralelo para poder lograr el objetivo de entrega de 1000 luminarias en una semana de proceso, siendo el mobiliario para cada línea el siguiente:

- ✓ Disposición de los puestos de trabajo: 13 mesas de trabajo móviles, cada una con sus respectivas protecciones eléctricas. 3 mesas por línea (Montaje, 2do Control y Empaquetado) y 1 Banco de trabajo para el 1er Control de Calidad que abastece a ambas líneas, 1 mesa para reproceso, 1 mesa para Instrumentos de Medición y 4 bancos excedentes para una futura ampliación con otra línea de proceso.
- ✓ Bancos de calidad: 2 bancos de calidad para prueba de 24 horas del 50% de la producción para cada línea y 2 bancos extras para una futura línea a incorporar.
- ✓ Sector de insumos: Cuenta con 3 espacios físicos de almacén de insumos provisorios en fábrica, además de tener 4 estanterías para colocar insumos de producto, como materiales afines al uso en la línea de proceso.
- ✓ Sector producto terminado: Espacio físico para estiba de producto terminado, siendo 2 sectores definidos para depósito.
- ✓ Flujo de materiales: Secuencia de transformación desde el almacén de insumos, pasando por el área de producción hasta su disposición final en el sector de producto terminado.
- ✓ Se consideró la ubicación de las salidas de emergencia como también la ubicación de los extintores necesarios acorde a nuestro proceso a llevar a cabo.
- ✓ Se delimitaron las líneas de libre circulación que separan el pasillo del sector del proceso.
- ✓ Se consideró la ubicación pertinente de las señalizaciones necesarias al proceso como también las luces de emergencia para la correcta evacuación del sector.

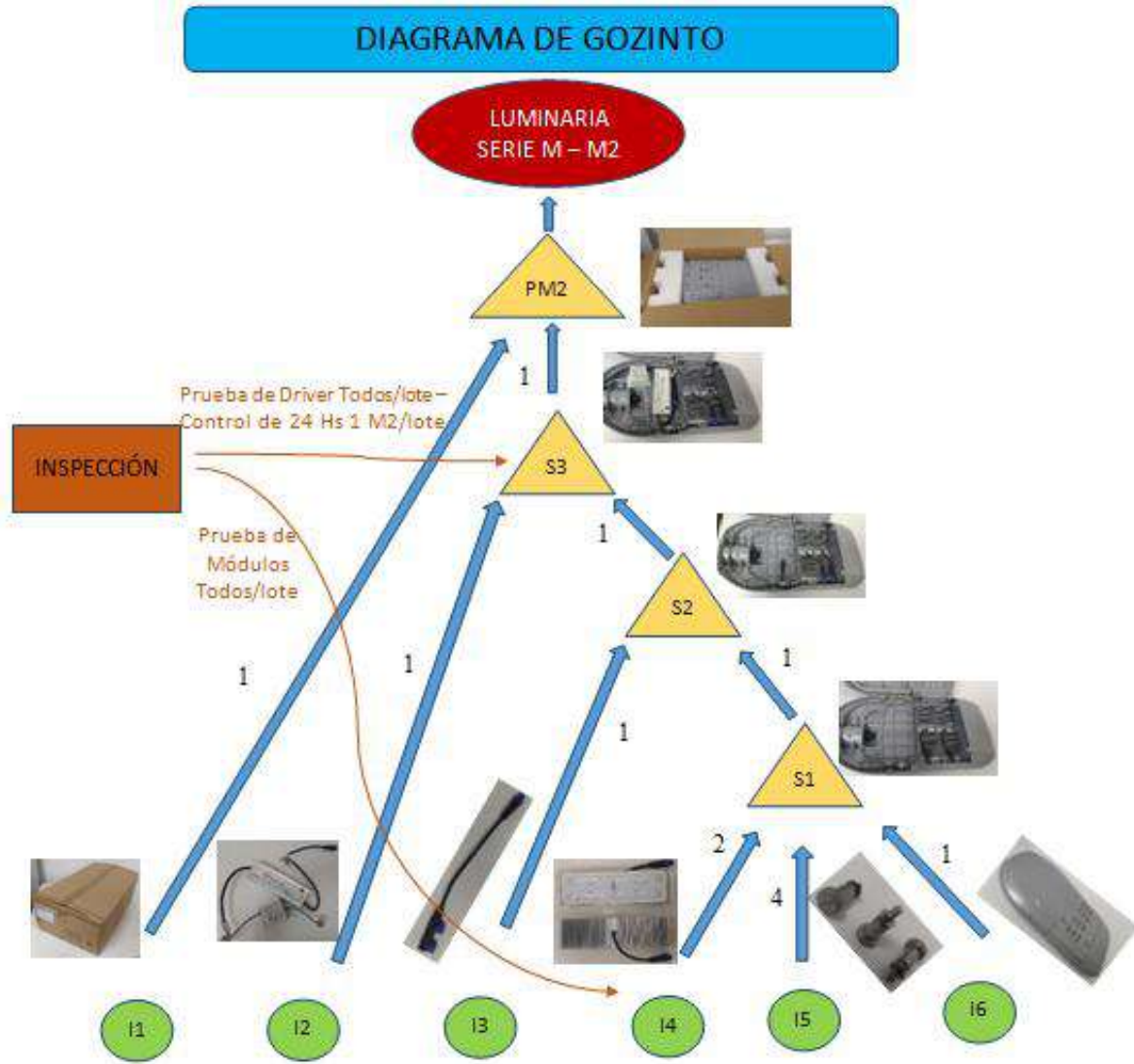
Para el Lay-Out del sector de oficinas se consideró los puestos del personal jerárquico siendo los mismos 4 personas necesarias en nuestro proceso, donde se dispondrá de un escritorio para cada uno de

estos puestos, como además de un box privado que será utilizado para reuniones siendo además la oficina del Jefe de Planta.

El Lay-Out se detalla en el Plano N° 1.

### **2.3 – Proceso Productivo**

El proceso productivo que fue llevado a cabo dentro de la línea de producción, se realizó a partir de la definición de nuestro producto y el correspondiente CTZF, además de considerar nuestro sistema SKD de importación, para lo cual en primera medida se generó un diagrama de Gozinto para visualizar cada una de las etapas claves de nuestro proceso, obteniéndose cada uno de los subconjuntos que pudieran formarse para la confección de nuestro producto, como así también de las operaciones necesarias en el proceso.





De esta manera se determinó en primera instancia cuales debían ser las etapas del proceso productivo y que operaciones debíamos realizar dentro de ellas, donde encontramos que nuestro proceso podía ser dividido en 5 partes, acorde a nuestros subprocesos e Inspecciones detectadas dentro de nuestro diagrama de Gozinto:

- 1- 1<sup>er</sup> Control de Calidad – Donde se realiza la prueba en baja tensión funcional del módulo LED.
- 2- Montaje – Se realiza el montaje de los módulos antes inspeccionados sobre la estructura metálica, posteriormente se le coloca el cable a derivaciones que alimenta los módulos.
- 3- 2<sup>do</sup> Control de Calidad – Se instala el driver de alimentación y se procede al control de calidad verificando el encendido del artefacto.
- 4- 3<sup>er</sup> Control de Calidad – Se deposita 1 luminaria por lote para una prueba de 24 hs corridas verificando funcionamiento.
- 5- Empaquetado – Se procede a etiquetar y embalar los productos terminados en el proceso.

Las hojas de procesos fueron formuladas teniendo en cuenta los siguientes ítems a cubrir dentro de las mismas:

- DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN

Se detallan las operaciones paso a paso en el puesto de trabajo

- COMPONENTES/MATERIAL

Listado de insumos que constituyen parte del producto, especificando código y cantidad.

- MÁQUINA/HERRAMIENTA

Maquinarias y herramientas necesarias para llevar a cabo las operaciones.

- PAUTAS DE CONTROL

Descripción de los controles de calidad sobre las operaciones, detallando frecuencia en que deben llevarse a cabo y sus respectivos registros.

- HERRAMENTAL/EPP

Listado de elementos de protección personal (EPP) si fuesen necesarios y otros elementos específicos.

- BASE ESTÁNDAR

Se detalla el tiempo en minutos por operación completa en el puesto de trabajo, como también la cantidad de piezas por hora en base a ese tiempo estándar.

- **DETALLE DE LA OPERACIÓN**

Se colocan imágenes, planos, etc, que faciliten la comprensión de las operaciones. Las mismas deben ser referenciadas en el campo *Descripción de Operación*.

Véase en ANEXO Hojas de Proceso Productivo Serie M2, RCP-7-01-1 - E01 - Hoja de Proceso - M2.

Determinado como iba a quedar nuestro proceso productivo, se procedió al balanceo de las líneas, considerando los tiempos de cada una de las operaciones antes definidas en las hojas de proceso.

El balanceo fue de tal manera de obtener un tiempo de proceso equilibrado a lo largo de la línea, lo que no permite la formación de cuellos de botella que entorpezcan nuestra entrega en tiempo, para ello se procedió a hacer un diagrama de proceso el cual nos sirvió como herramienta para poder balancear dicho proceso.

Esta herramienta consta de los siguientes ítems:

- **DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN**

Se detallan las operaciones paso a paso en el puesto de trabajo

- **DISTANCIA RECORRIDA**

Distancia de transporte a considerar en cada operación.

- **TIEMPO DE OPERACION**

Se detalla el tiempo en segundos por operación completa en el puesto de trabajo.

- **SIMBOLOS**

Simbología de las distintas operaciones con la que puede contar el proceso, operación, transporte, demora, inspección y almacén.

- **OBSERVACION**

Para realizar acotaciones al margen sobre algún detalle de la operación.

- RESUMEN

Se detalla el diagrama de proceso actual resumido, la propuesta o modificación realizada y la mejora de un diagrama con respecto al otro.

El diagrama de proceso utilizado nos dio una visión más global del proceso puesto que en las hojas de proceso solo se detallan actividades inherentes al proceso directo sobre el producto u subproducto, contrario al diagrama que contemplando distancias recorridas, tiempos muertos por transporte y tiempos de abastecimiento de insumos de la línea, que influyen directamente sobre el valor promedio de producción por hora de nuestro producto.

Véase en ANEXO Diagrama de Proceso Serie M2.

Tomando como datos la base de tiempos de las mediciones en el diagrama de proceso:

- 1- 1<sup>er</sup> Control de Calidad → 34,25 seg/pc → 105 pcs/h
- Operación 1: 2,75 seg
- Operación 2: 5,50 seg
- Operación 3: 10 seg
- Operación 4: 2 seg
- Operación 5: 10 seg
- Operación 6: 3 seg
- Operación 7: 1 seg

- 2- Montaje → 259,60 seg/pc → 13 pcs/h
- Operación 1: 12,20 seg
  - Operación 2: 4,46 seg
  - Operación 3: 12,30 seg
  - Operación 4: 24,93 seg
  - Operación 5: 17,50 seg
  - Operación 6: 5,20 seg
  - Operación 7: 176 seg
  - Operación 8: 7 seg
- 3- 2<sup>do</sup> Control de Calidad → 244,73 seg/pc → 14 pcs/h
- Operación 1: 1,39 seg
  - Operación 2: 1,89 seg
  - Operación 3: 1,58 seg
  - Operación 4: 1,60 seg
  - Operación 5: 185 seg
  - Operación 6: 45 seg
  - Operación 7: 4,10 seg
  - Operación 8: 4,17 seg
- 4- 3<sup>er</sup> Control de Calidad → s/t

- 5- Empaquetado → 201,52 seg/pc → 17 pcs/h
- Operación 1: 48,50 seg
- Operación 2: 4,13 seg
- Operación 3: 3 seg
- Operación 4: 110 seg
- Operación 5: 4,50 seg
- Operación 6: 18,33 seg
- Operación 7: 13,06 seg

Se balanceo la línea de la siguiente manera:

- ✓ 2 operario para el Empaquetado – Los mismos realizaran las operaciones siguientes:
  - Todas las operaciones de Empaquetado
  - Las operaciones 1, 2 y 3 del 2<sup>do</sup> Control de Calidad.

Tiempo de uso de cada recurso:  $201,53 + 1,39 + 1,89 + 1,58 = 206,39$  seg/pcs → 17 pcs/hs

- ✓ 2 operarios para el 2<sup>do</sup> Control de Calidad - Los mismos realizaran las operaciones siguientes:
  - Las operaciones 4, 5, 6, 7 y 8 del 2<sup>do</sup> Control de Calidad.

Tiempo de uso de cada recurso:  $1,60 + 185 + 45 + 4,10 + 4,17 = 239,86$  seg/pcs → 15 pcs/hs

- ✓ 2 operarios para el proceso de Montaje – Los mismos realizaran las operaciones siguientes:
  - Las operaciones 4, 5, 6, 7 y 8 de Montaje.

Tiempo de uso de cada recurso:  $24,93 + 17,50 + 5,20 + 176 + 7 = 230,63$  seg/pcs → 15 pcs/hs

- ✓ 1 operario para el 1<sup>er</sup> Control de Calidad – El mismo realizara las operaciones siguientes:
  - Todas las operaciones del 1<sup>er</sup> Control de Calidad.
  - Las operaciones 1, 2 y 3 de Montaje.

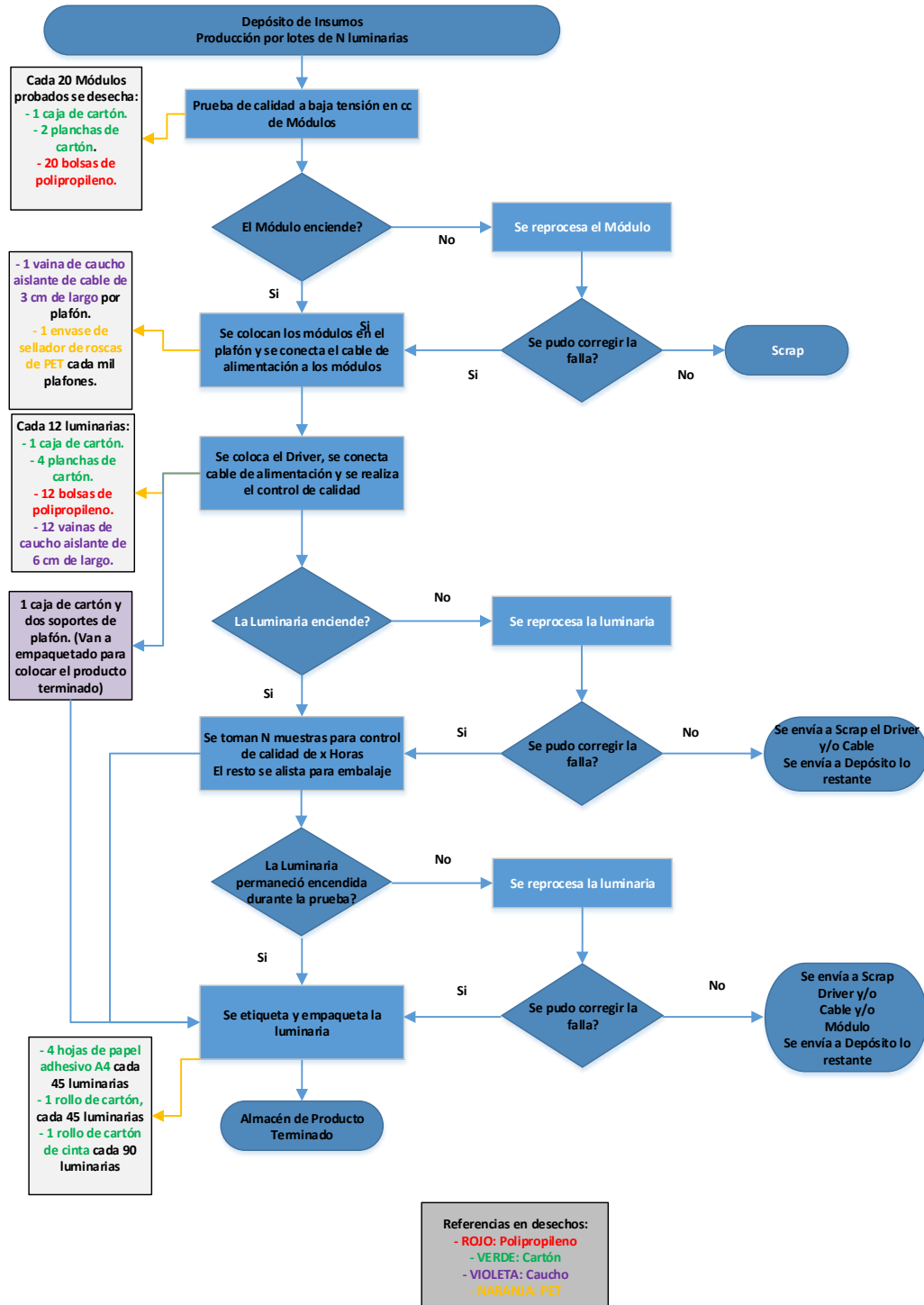
Tiempo de uso de cada recurso:  $34,25 + 2x (12,20 + 4,46 + 12,30) = 92,18$  seg/pcs → 39 pcs/hs

De este balanceo surge una producción promedio de 30 pc/hs en 2 líneas de proceso acorde a los puestos de menor producción que son nuestro cuello de botella, donde tenemos una producción diaria, considerando una jornada de 8 hs dedicadas a la producción, de 240 luminarias terminadas.

Además de los operarios necesarios para las líneas de proceso, es necesario personal afectado a otras tareas afines al proceso que actúan indirectamente sobre el producto, siendo necesarias las figuras de un jefe de Planta, un Jefe de Línea, un Jefe de Deposito y Pañol y un personal Administrativo.

Donde considerando la entrega de 1000 luminarias en una semana de producción requerida por nuestro cliente, nos arroja una producción promedio diaria de 200 luminarias/día, observamos que es posible lograrlo con nuestro esquema de trabajo.

Posteriormente se realizó un diagrama de flujo esquematizando el proceso desde el punto de vista del uso del material y su flujo dentro de la línea, y poder esquematizar las mermas y o perdidas en el proceso, como así también poder establecer los puntos de inspección y sus acciones en cuanto a reproceso.



### ***3 - INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO***



### 3.1 - MEMORIA DESCRIPTIVA

En el siguiente proyecto se detalla el cálculo y diseño del sistema de acondicionamiento de aire de un edificio destinado al ensamblado de luminarias led y una oficina de administración, el cual tiene las siguientes dimensiones

- Ancho: 6 m
- Largo: 30,2 m

Resultando así una superficie cubierta de  $181,2 \text{ m}^2$  aproximadamente.

El mismo estará ocupado con 4 escritorios cada uno con una pc y 13 bancos de trabajo en los cuales se desempeñaran 22 personas en forma intermitente, además consta de 1 heladeras con freezer.

Este cuenta con tres ventanas laterales hacia el lado Este, una hacia el Sur y tres hacia el Norte. Así también posee una puerta de doble hoja hacia el lado Este y una común hacia el Sur. Hacia el Oeste dicha planta es lindera con una fábrica acondicionada destinada para producción de indumentaria. Lo dicho anteriormente puede observarse mejor en el adjunto N° 2.

### 3.2 - MEMORIA TÉCNICA

En el siguiente trabajo se realizó el acondicionamiento de aire en verano, de un local utilizado para el ensamblado de luminarias led, junto con oficinas administrativas. El mismo estará ocupado por 22 personas que trabajaran en forma intermitente durante el transcurso del día, ya que se trabajará entre 8 y 16 horas de cada día, de lunes a viernes.

El acondicionamiento de aire se realizará mediante la instalación de dos equipos de aire acondicionado, los cuales estarán colocados uno a cada lado de los laterales de la instalación y por sobre la azotea del mismo.

Para la distribución del aire se utilizara un conducto interior, aéreo entre el cielorraso y el techo del edificio, por cuestiones de diseño y estética. El mismo será de sección variable, según el caudal que maneje cada tramo.

Los difusores de distribución del aire serán 10 para el equipo 1 y 8 para el equipo 2, colocadas de a pares y en forma simétrica en los laterales del tubo de distribución. Su dimensionamiento se realizó teniendo en cuenta el caudal que debe impulsar y la distancia a la que debe llegar el aire.

El retorno de aire se realizara mediante el uso de cañerías con rejillas de retorno distribuidas una cada 2 difusores. Para reducir el ingreso de suciedad al sistema se utilizaran filtros anexados al propio equipo para evitar el ingreso de suciedad al sistema. Estas conectaran directamente el ambiente con el equipo de refrigeración.

Por todo lo expuesto, y como resultado de los cálculos y selecciones, los elementos a colocar serán:



### *3.2.1 - Equipo De Refrigeración*

- Marca: SURREY
- Sistema: Rooftop ecológico frio solo
- Modelo: 564AZS072E---SC
- Capacidad Nominal: 6 TR (cada equipo)
- Tensión: 380 V, 50 Hz
- Dimensiones
  - Largo: 1023 mm
  - Ancho: 1124 mm
  - Alto: 1388 mm
- Peso: 270 kg

Este tipo de aparato es apto para climatización central por conductos, con el mínimo impacto estético. Son de instalación muy simple, en una sola unidad para alojar tanto en el techo o piso. Poseen máxima resistencia a la corrosión ya que su gabinete es de acero galvanizado con pintura poliéster en polvo horneada.

### *3.2.2 - Conducto De Refrigeración*

Este será de chapa de acero galvanizada, directamente suspendido entre el cielorraso y el techo del local. El mismo tendrá sección variable determinada por el caudal que maneja cada tramo, siendo dicha sección rectangular.

En las siguientes tablas se detallan las secciones necesarias para cada tramo y cada equipo:

### Equipo 1

Tramo	Dim. Equivalente (cm)
A <sub>1</sub> -B <sub>1</sub>	50x40
B <sub>1</sub> -C <sub>1</sub>	30x25
C <sub>1</sub> -D <sub>1</sub>	25x20
B <sub>1</sub> -E <sub>1</sub>	40x30
E <sub>1</sub> -F <sub>1</sub>	30x25
F <sub>1</sub> -G <sub>1</sub>	25x20

### Equipo 2

Tramo	Dim. Equivalente (cm)
A <sub>2</sub> -B <sub>2</sub>	50x40
B <sub>2</sub> -C <sub>2</sub>	40x30
C <sub>2</sub> -D <sub>2</sub>	25x20
B <sub>2</sub> -E <sub>2</sub>	40x30
E <sub>2</sub> -F <sub>2</sub>	25x20

### 3.2.3 - Difusores De Impulsión

Los difusores seleccionados, a partir de todas las consideraciones que se realizaron, presentan las siguientes características:

#### Difusor equipo 1

- Caudal =  $5,6 \text{ m}^3/\text{min}$
- Alcance = 1,8 m
- Dimensiones = 300 x 300 cm (ancho x alto)
- Velocidad = 390 m/min
- Caída de presión = 2,8 mm ca.

#### Difusor equipo 2

- Caudal =  $6,3 \text{ m}^3/\text{min}$
- Alcance = 1,8 m
- Dimensiones = 350 x 350 cm (ancho x alto)
- Velocidad = 355 m/min
- Caída de presión = 2,3 mm ca.

### 3.2.4 - Rejillas De Retorno

Se determinó colocar 5 rejillas de retorno para el equipo 1, siendo que cada una tendrá una sección de  $0,067 \text{ m}^2$ , por lo que las dimensiones de cada una serán aproximadamente de 0,25 m x 0,3 m.

Para el equipo 2 se decidió colocar 4 rejillas de retorno, cada una con una sección de  $0,083 \text{ m}^2$ , por lo que las dimensiones de cada una serán aproximadamente de 0,3 m x 0,3 m, siendo las mismas de sección rectangular y estando ubicadas entre el cielorraso y el techo.

### 3.3 - MEMORIA DE CÁLCULO

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

#### Formulas

$$1) \quad Q = K \cdot A \cdot (t_e - t_i)$$

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

$K$  : Coeficiente de transmitancia total (kcal/h.m<sup>2</sup>.°C)

$A$  : Área transversal del elemento (m<sup>2</sup>)

$t_e$  : Temperatura del aire exterior (°C)

$t_i$  : Temperatura del aire interior (°C)

$$2) \quad Q_s = A \cdot I \cdot c$$

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

$A$  : Área expuesta al sol (m<sup>2</sup>)

$I$  : Intensidad de radiación solar (kcal/h.m<sup>2</sup>)

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

$$3) \quad Q_T = Q_t + Q_s$$

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

$Q_t$  : Cantidad de calor por transmisión (kcal/h) (se calcula a partir de la formula 1)

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

$$4) \quad C = \frac{Q_{st}}{17 \cdot (t_a - t_l)}$$

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

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

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

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

$$5) \quad Q_{sac} = 17 \cdot C_a \cdot (t_e - t_i)$$

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

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

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

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

$$6) \quad Q_{lae} = 42 \cdot C_a \cdot (h_{e_e} - h_{e_i})$$

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

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

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

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

7) 
$$A = \frac{C}{V}$$

$A$  : Sección transversal de la reja ( $m^2$ )

$C$  : Caudal circulatorio ( $m^3/min$ )

$V$  : Velocidad de circulación ( $m/min$ )

8) 
$$C_a = a \cdot C$$

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

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

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



## Tablas

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

**Tabla N°1** - Condiciones de diseño exterior en invierno y verano

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

**Tabla N°2 - Corrección de temperaturas exteriores y humedad relativa**

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

Para 35° de latitud sur, paredes y techos opacos. Variación diaria temperatura 11 °C. Diferencia temperatura aire exterior-interior (15 horas) 10 °C. Corrección si el Δt de cálculo es mayor, por ejemplo, 12 °C. Sumar a los valores de tabla 2 °C.

**Tabla N°3 - Diferencia equivalente de Temperatura (°C)**

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

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

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

**Tabla N° 5** - Coeficiente de protección

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

**Tabla N° 6** - Disipación de calor de personas, según grado de actividad.

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

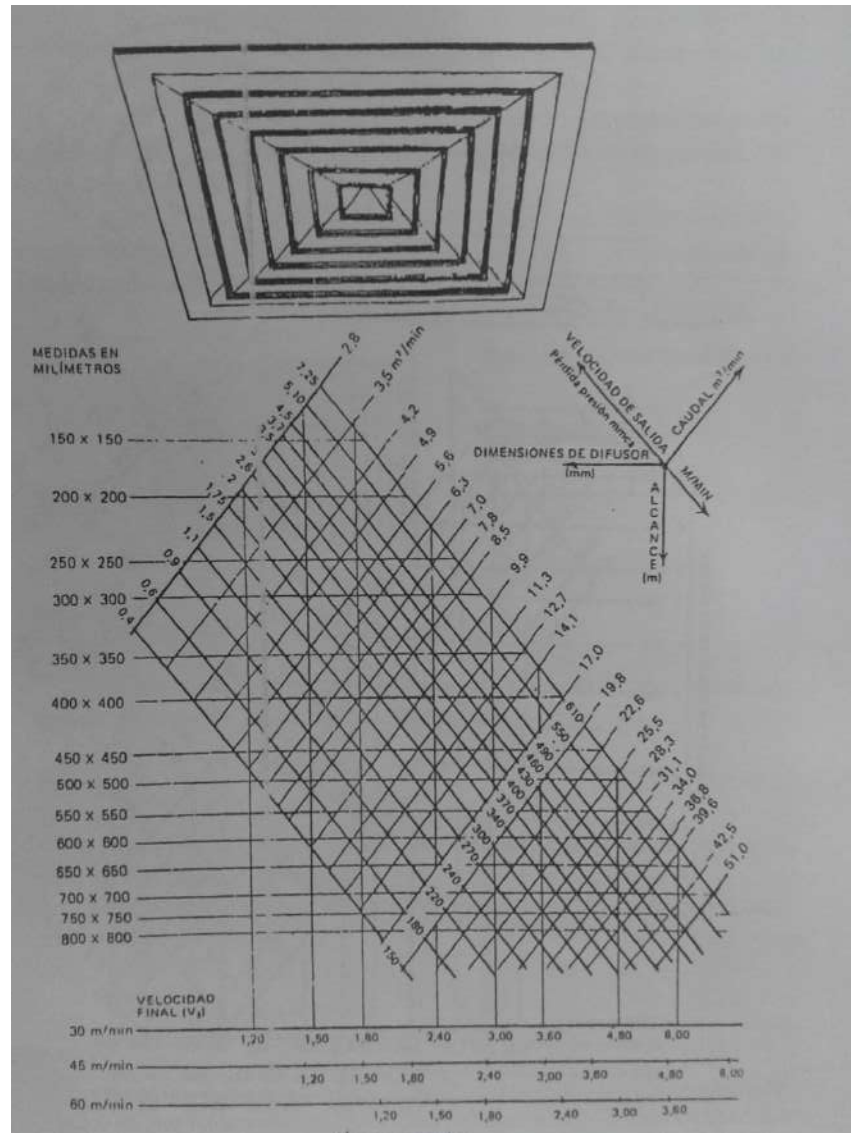
**Tabla N° 7** - Ganancia de calor de conductos

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

**Tabla N° 8** - Porcentaje de aire total recirculado

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

**Tabla N° 9** – Requerimientos de aire nuevo mínimos ( $\text{m}^3/\text{min}$  persona)



**Tabla Nº 10** Selección difusores de inyección

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

**Tabla Nº 11-** Velocidad de descarga de aire en conductos principales

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

Tabla N° 12 - Velocidad de pasaje de aire en rejillas de retorno

**Gráficos**

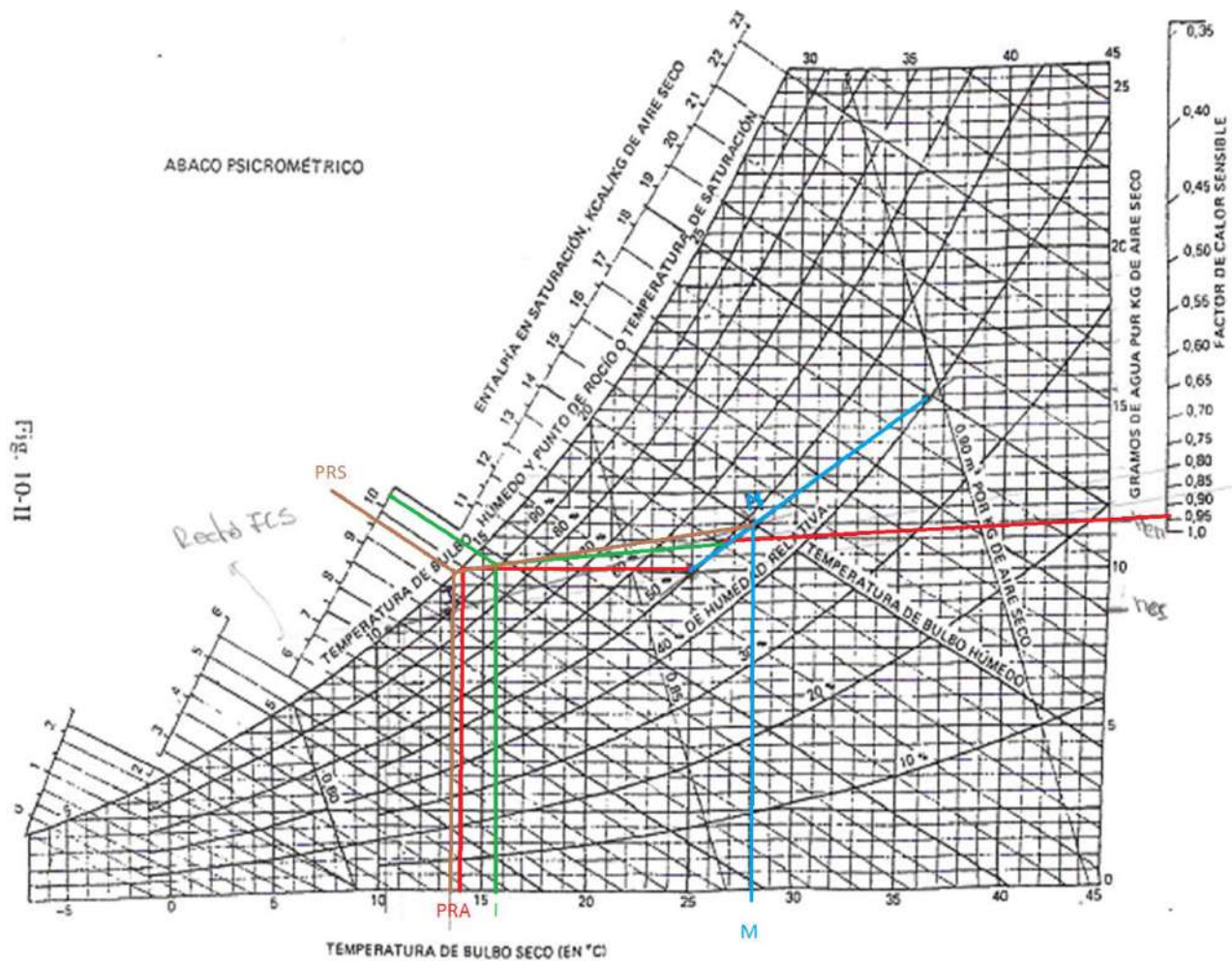
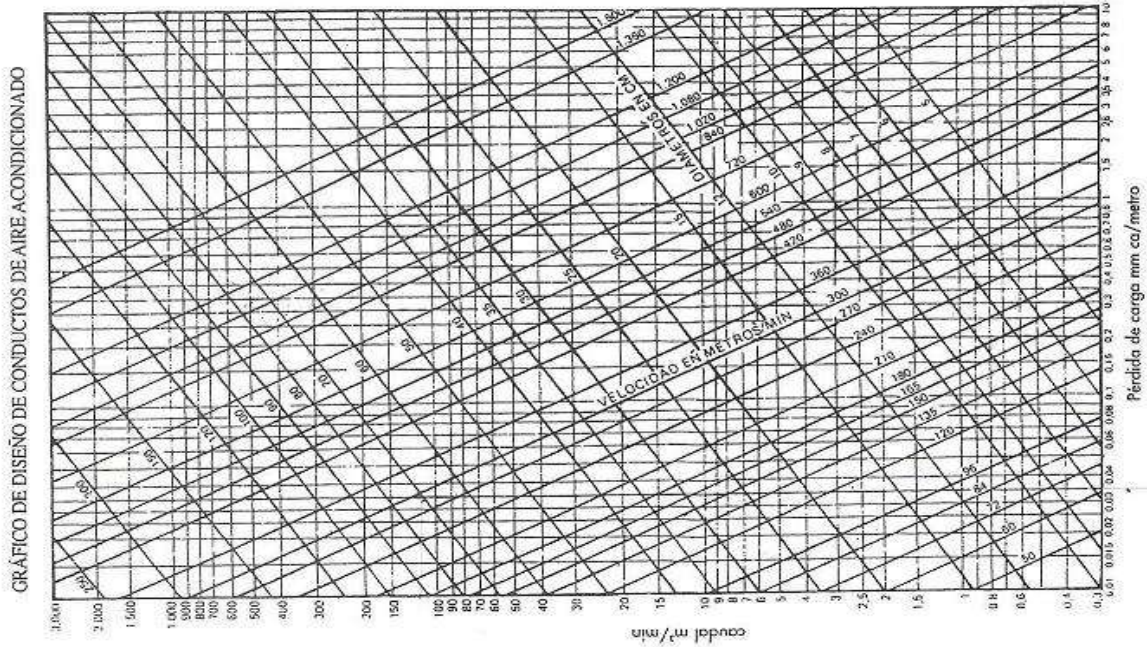


Gráfico N° 1 – Abaco Psicométrico





**Gráfico N° 2** – Gráfico de diseño de conductos de aire acondicionado

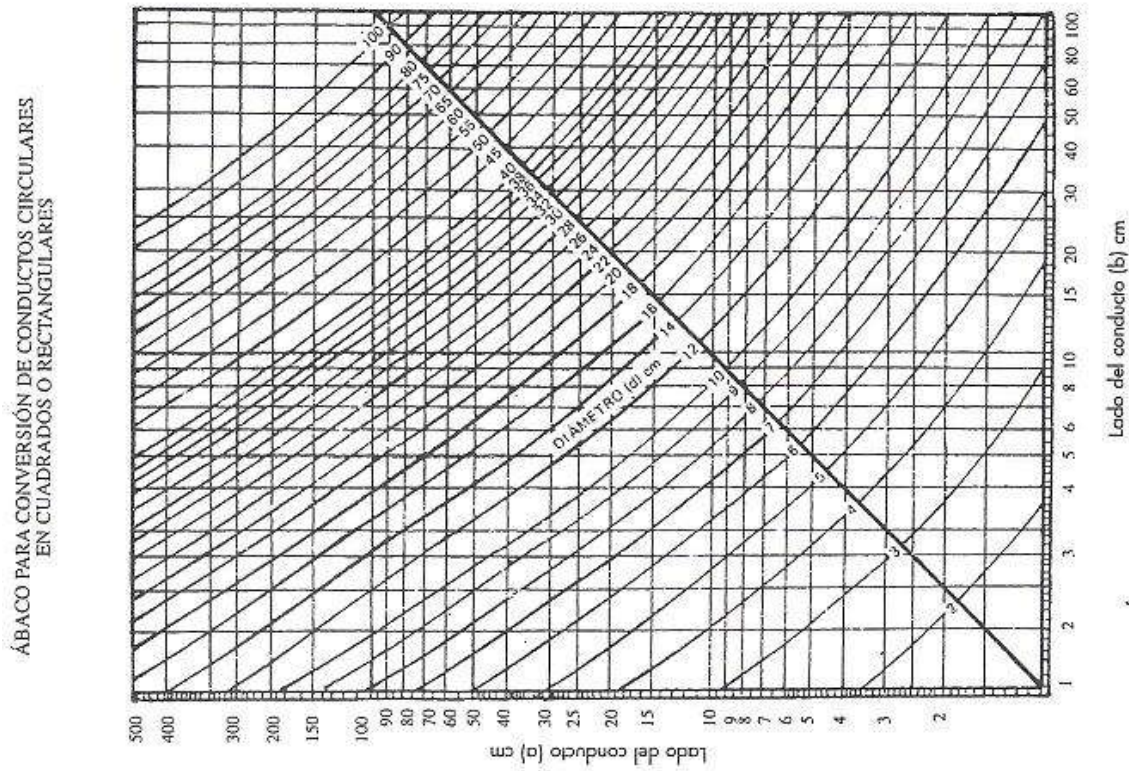


Gráfico Nº 3 – Abaco para conversión de conductos circulares en rectangulares

INSTALACIONES INDUSTRIALES

### Abaco de Confort

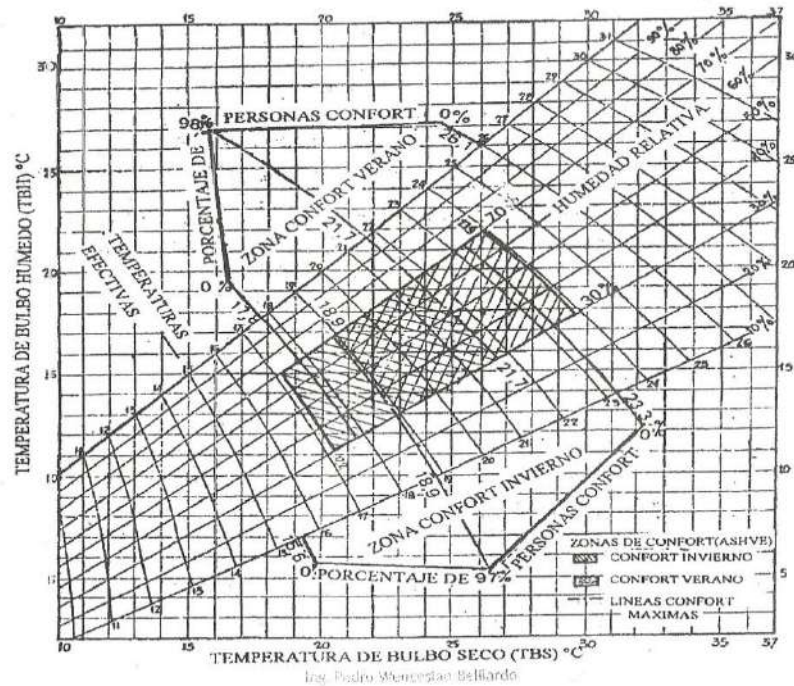


Gráfico N° 4 – Abaco de confort para la vida humana

El local estará ocupado por 22 personas que realizan tareas administrativas y de ensamblado de luminarias led (4 en oficina y 18 en producción), contando para ello con 4 computadoras que disipan 500 W cada una y una heladera con freezer que disipa 200 W. Además entre iluminación general y localizada del tipo led habrá 2.115 W de potencia, también se cuenta con un control de calidad de las luminarias led lo que arroja una potencia de 22.500 W. El funcionamiento del mismo será de tipo intermitente, dado que se trabaja de 8 a 16 horas por día de lunes a viernes.

Como detalles constructivos de la instalación pueden citarse:

- Pared de ladrillo cerámico hueco de 0,21 m de espesor y una altura de 2,6 m lindera con fábrica textil.
- Peredes de Durluc de 0,13 m de espesor y una altura de 2,6 m.
- Ventanas de 5,15 m de ancho por 2,6 m de alto.
- Vidriado transparente simple, con cortinas interiores de cuerina blanca.
- Techo a un agua de chapa de hierro galvanizado sobre perfiles “c” de acero, cámara de aire y cielorraso de material aislante térmico.
- Suelo compuesto por 0,10 m de contrapiso con pintura de alto tránsito.
- Puertas de vidrio de 1,60 m de ancho por 2 m de alto y una puerta de vidrio de 0,8 m de ancho por 2 m de alto.

### 3.3.1 - Cálculo De Las Cargas Externas

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

- Exterior (15 horas): 36 °C y 40% H<sub>r</sub>
- Interior (recomendado): 25 °C y 50% H<sub>r</sub>

Cabe destacar que dicho valor exterior fue tomado de la tabla N°1, adoptando los valores dados para la ciudad de Santa Rosa por ser la más cercana a nuestro lugar de estudio y dicha condición interior surge de tener en cuenta el abaco de confort (grafico 4) necesario para las personas.

En cuanto a los coeficientes de transmisión a utilizar, estos son:

- Paredes de ladrillo cerámico hueco de 0,21 m de espesor, donde en función del material según tablas, obtenemos  $K=1,58 \text{ kcal/h.m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  (coeficiente de transmisión térmica).

- Paredes de durloc se calculó de la siguiente manera:

Primero se sacó de tablas el coeficiente de conductividad térmica para cada elemento que compone la pared, luego con el espesor se procedió al cálculo del coeficiente de transmisión térmica.

$$\text{Placas de yeso (dos)} \quad e = 2 \text{ cm} \quad \lambda = 0,16 \text{ Kcal/hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Capa de aire} \quad e / \lambda = 0,16 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Kcal}$$

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

$$k = \frac{1}{0,16 + 2 \times \frac{0,02}{0,016}} = 2,45 \text{ Kcal/hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Vidrio simple según tabla ( $K=5 \text{ kcal/h.m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ).

- Para el caso del techo se calculó de la siguiente manera:

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

$$\text{Hierro galvanizado} \quad e = 1,5 \text{ mm} \quad \lambda = 50 \text{ Kcal/hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Cámara de aire entre la chapa y el cielorraso} \quad e / \lambda = 0,4 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Kcal}$$

$$\text{Cielo raso de material aislante térmico} \quad e = 2 \text{ cm} \quad \lambda = 0,038 \text{ Kcal/hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$k = \frac{1}{\frac{0,0015}{50} + 0,4 + \frac{0,02}{0,038}} = 1,08 \text{ Kcal/hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Piso. No se considera ganancia de calor.
- Puertas vidrio ( $K=5 \text{ kcal/h.m}^2.\text{°C}$ )

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

### **Flujo de calor a través de paredes y techos exteriores.**

Se calcula la cantidad de calor ganado a partir de la fórmula 1, pero considerando que el valor  $\Delta t = (t_e - t_i)$ , (diferencia equivalente de temperatura) se saca de la tabla N° 3.

### **Flujo de calor a través de paredes y techos interiores.**

Se calcula la cantidad de calor ganado a partir de la fórmula N° 1, considerando que un local no acondicionado se encuentra a 5°C menos que la temperatura exterior.

### **Flujo de calor a través de vidrios**

Está formado por la cantidad de calor ganado por transmisión y por radiación solar, se utiliza la formula N° 1, 2 y 3. El coeficiente  $c$  se obtiene de la tabla N° 5; la intensidad de radiación solar  $I$  de la tabla N° 4, y para el cálculo del  $\Delta t$  se considera la diferencia entre la temperatura exterior y la interior.

Por lo tanto los cálculos de la ganancia de calor se realizan para las 15 horas (horario más desfavorable para la zona), considerando las siguientes condiciones, serán:

- Exterior (15 horas): 36 °C y 40%  $H_r$
- Interior (recomendado): 25 °C y 50%  $H_r$

CALCULO A LAS 15 HORAS.

Denominación	Orien.	Dimensiones	Área (m <sup>2</sup> )	I (kcal/h .m <sup>2</sup> )	c	K (kcal/°C.h.m <sup>2</sup> )	Δt (°C)	Total (kcal/h)
Pared Interior	O	(30,2 x 2,6)	78,52			1,58	8	992,50
Pared Exterior	N	(6 x 2,6) – 3x(0,4 x 0,3)	15,24			2,45	16	597,41
Pared Exterior	E	3x(4,80 x 2,6 ) - (0,8 x 2)	35,84			2,45	10	878,10
Vidrio con puerta (transm.)	S	( 4,7 x 2,6)	12,22			5	7	428
Vidrio (transm.)	E	2x(5,15 x 2,6)	26,78			5	10	1339
Vidrio (transm.)	N	3x(0,4 x 0,3)	0,36			5	16	29
Vidrio (transm.)	E	(5,7 x 2,6)	14,82			5	10	741
Puerta exterior vidrio (transm.)	E	(0,8 x 2)	1,6			5	10	80
Vidrio con puerta (radiación)	S	( 4,7 x 2,6)	12,22	38	0,2			93
Vidrio (radiación)	E	2x(5,15 x 2,6)	26,78	35	0,3			281,2
Vidrio (radiación)	N	3x(0,4 x 0,3)	0,36	190	0,3			20,50
Vidrio (radiación)	E	(5,7 x 2,6)	14,82	35	1			518,70

Puerta exterior vidrio (radiación)	E	(0,8 x 2)	1,6	35	1			56
Techo	-	(30,2 x 6)	181,2			1,08	20	3914
Piso	No se considera ganancia de calor							
Total								9968,41
Ganancia de calor en conductos y pleno aislados con lana de vidrio de 50 mm de espesor (4%)								398,73
Ganancia de calor total por transmisión y efecto solar (calor sensible)								10367,15

### 3.3.2 - *Calculo De Las Cargas Internas*

#### 1. **Carga debida a los ocupantes**

De tabla N° 6 se obtiene el calor disipado por persona de acuerdo al grado de actividad desarrollado. Considerando un trabajo de oficina con cierta actividad, resulta que los valores de calor sensible y calor latente son:

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

Considerando ahora que tenemos 4 personas trabajando en el área de oficina, dicha carga será:

Calor sensible debido a los ocupantes en oficina	=	220 kcal/h
Calor latente debido a los ocupantes en oficina	=	240 kcal/h

Considerando un trabajo pesado, resulta que los valores de calor sensible y calor latente son:

- Calor sensible = 80 kcal/h



- Calor latente = 160 kcal/h.

Considerando ahora que tenemos 15 personas trabajando en el área de producción, dicha carga será:

Calor sensible debido a los ocupantes en oficina	=	1.200 kcal/h
Calor latente debido a los ocupantes en oficina	=	2.400 kcal/h

Considerando un trabajo liviano, resulta que los valores de calor sensible y calor latente son:

- Calor sensible = 60 kcal/h
- Calor latente = 80 kcal/h.

Considerando ahora que tenemos 3 supervisores trabajando en el área de producción, dicha carga será:

Calor sensible debido a los ocupantes en oficina	=	180 kcal/h
Calor latente debido a los ocupantes en oficina	=	240 kcal/h

El valor total correspondiente a los ocupantes es de:

Calor sensible total debido a los ocupantes	=	1600 kcal/h
Calor latente total debido a los ocupantes	=	2880 kcal/h

## 2. Disipación por artefactos eléctricos. (Iluminación general y localizada)

El calor proveniente de lámparas de iluminación es totalmente sensible. En nuestro caso, entre iluminación general y localizada, tenemos una potencia de 2.115 W.

Para lámparas led la emisión de calor es de 0,86 kcal/h por Watt instalado. Cuando se consideran lámparas led se considera una eficiencia del 85 %, lo que solo el 15% es disipado en forma de calor. En nuestro caso consideraremos lámparas del tipo panel led de 60x60 de 40 watt (iluminación general) y de tipo tubular led de 15 watt para los puestos de trabajo, ya que son más apropiados para el trabajo de oficina y en producción debido a su tipo de luz.

Por lo tanto el calor disipado por la iluminación es:

$$Q = (0,86 \times 2115) \times 0,15 = 272,83 \text{ kcal/h}$$

Calor sensible ganado por iluminación (2.115 W) = 272,83 kcal/h
---

### 3. Disipación en puesto de control de calidad

El calor proveniente de las lámparas del control de calidad es totalmente sensible. En nuestro caso tenemos una potencia de 22.500 W.

Para lámparas led la emisión de calor es de 0,86 kcal/h por Watt instalado. Cuando se consideran lámparas led se considera una eficiencia del 85 %, lo que solo el 15% es disipado en forma de calor. En nuestro caso tenemos un total de 90 luminarias led de uso exterior de 250 W.

Por lo tanto el calor disipado por la iluminación es:

$$Q = (0,86 \times 22500) \times 0,15 = 2902,5 \text{ kcal/h}$$

Calor sensible ganado por control de calidad (22.500 W) = 2902,5 kcal/h
---

### 4. Ganancia de calor por diversos aparatos

En el local destinado para tareas administrativas se encuentran colocadas 4 PC's, las cuales disipan aproximadamente 500 Watts cada una, además hay 1 heladera con freezer que disipa unos 200 Watts:

$$Q = (4 \times 500 + 200) \times 0,86 = 1892 \text{ kcal/h}$$

Calor total ganado por aparatos (sensible)	=	1892 kcal/h
--	---	-------------

### 5. Ganancia de calores varios. (Ganancia de conductos de suministro y retorno)

De acuerdo con la tabla N° 7, para tendidos cortos (entre 15 y 30 metros) y conductos aislados con lana de vidrio de 50 mm de espesor, en lugares a 35°C, y que transportan de 18 a 180 m<sup>3</sup>/min a velocidades de 250 a 500 m/min; se debe adicionar una ganancia de calor entre el 2 y el 4 % del calor sensible aportado por transmisión y efecto solar.

Dicho calor ya fue calculado y se encuentra tabulado en las tablas de cálculo de cargas externas, siendo el valor que se adiciono de 4 %.

### GANANCIA DE CALOR TOTAL DEL LOCAL

En la siguiente tabla se detallan los valores totales de calor sensible y latente en el interior del local.

Total calor sensible interior (10367,15 + 1600 + 272,83 + 2902,5 + 1892)	=	17034,48 kcal/h
Total calor latente interior (2880)	=	2880 kcal/h
Ganancia total	=	19914,48 kcal/h

### 3.3.3 - *Calculo Del Caudal De Aire A Impulsar Al Local*

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

$$\text{Entonces } C = \frac{Q_{SI}}{17(t_a - t_i)} = \frac{17034,48}{170} = 100,20 \text{ m}^3/\text{min}$$

Caudal de aire a impulsar al local	≈	100,20 m <sup>3</sup> /min
------------------------------------	---	----------------------------

### 3.3.4 - *Ganancia De Calor Del Equipo Por El Aire Exterior*

Como primer paso se debe determinar el caudal de aire nuevo necesario para satisfacer las condiciones de ventilación. Una forma práctica de determinarlo consiste en establecerlo en función del *porcentaje del caudal de aire total recirculado en el sistema de acondicionamiento*, ósea mediante el uso de la fórmula N° 8. Para determinar el valor del porcentaje a usar en la misma hacemos uso de la tabla N° 8, donde consideramos para locales con muchas personas, de un 25%.

$$C_a = a \times C = 0,25 \times 100,20 = 25,05 \text{ m}^3/\text{min}$$

Caudal de aire nuevo	=	25,05 m <sup>3</sup> /min
----------------------	---	---------------------------

Una vez calculado este caudal de aire nuevo, se debe verificar que cumpla con la cantidad de aire exterior mínimo por persona que deben respetarse, la cual está dada según el tipo de local y de la cantidad de personas en el mismo. En la práctica, para lugares de trabajo en general, se considera un

valor mínimo de  $0,5 \text{ m}^3/\text{min}$  teniendo en cuenta un porcentaje normal de personas fumando dentro del local (tabla N° 9). Considerando que teníamos 22 personas en el interior resulta:

$$\text{Caudal de aire nuevo} = 11 \text{ m}^3/\text{min}$$

Como este valor es inferior al calculado como porcentaje del total de aire recirculado, adoptamos un caudal de  $25,05 \text{ m}^3/\text{min}$  de aire nuevo en el sistema de acondicionamiento.

Adoptado este valor, calculamos la ganancia de calor debida al aire exterior.

#### a) Calor sensible del aire seco

Para determinarlo hacemos uso de la formula N° 5:

$$Q_{sae} = 17 \cdot C_a \cdot (t_e - t_i) = 17 \cdot 25,05 \cdot (36 - 25) \rightarrow Q_{sae} = 4684,35 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Calor sensible aportado} = 4684,35 \text{ kcal/h}$$

#### b) Calor latente del vapor de agua

Para determinarlo hacemos uso de la formula N° 6, donde los valores de  $h_e$  y  $h_i$  los obtenemos del ábaco psicométrico (Gráfico N° 1), sobre la base de las condiciones interiores y exteriores de cálculo.

$$h_e = 15,5 \text{ g de H}_2\text{O por kg de aire seco (para } 36 \text{ °C y } 40\% H_r)$$

$$h_i = 10 \text{ g de H}_2\text{O por kg de aire seco (para } 25 \text{ °C y } 50\% H_r)$$

Entonces:

$$Q_{lae} = 42 \cdot C_a \cdot (h_{e_e} - h_{e_i}) = 42 \cdot 25,05 \cdot (15,5 - 10) \rightarrow Q_{lae} = 5786,55 \text{ kcal/h}$$

Calor latente aportado	=	5786,55 kcal/h
------------------------	---	----------------

Por lo expuesto, la ganancia total de calor por aire exterior será:

Ganancia total de calor por aire exterior (sensible + latente)	=	10470,9 kcal/h
--	---	----------------

### **GANANCIA TOTAL DE CALOR DEL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO**

Ganancia de calor total del local ( $Q_{ti}$ )	=	19914,48 kcal/h
Ganancia de calor total por aire exterior ( $Q_{te}$ )	=	10470,90 kcal/h
Ganancia de calor total del sistema ( $Q_T$ )	=	30385,38 kcal/h

#### *3.3.5 - Selección Del Equipo Y Dimensionamiento De Elementos*

- Selección del equipo

Dadas las dimensiones del local a acondicionar se determinó colocar dos equipos de aire acondicionado. La determinación del mismo se hace en base a las toneladas frío que debe manejar. Consideramos la equivalencia:  $1 \text{ Tn frío} = 3023,95 \text{ kcal/h}$

$$Q_{\text{equipo}} = \frac{30385,38}{3023,95} = 10,05 \text{ Tn frío}$$

Por lo tanto se adoptaron dos equipos de aire acondicionado de la marca SURREY, del sistema Rooftop ecológicas Frío solo. El modelo del mismo es 564AZS072E---SC, que posee una capacidad nominal de 6 Tn frío.

Características:

Modelo		Cap. Nom.	Tensión	Peso	Dimensiones (cm) / Alto x Ancho x Prof.
		(TR)	V-F-Frec.	Kg.	
Frío Sólo	564ASS036E---SC	3	220-1-50	233	102,3 x 108,3 x 129,7
	564AZS036E---SC	3	380-3-50	233	102,3 x 108,3 x 129,7
	564AZS057E---SC	5	380-3-50	258	102,3 x 108,3 x 129,7
	564AZS072E---SC	6	380-3-50	270	102,3 x 112,4 x 138,8
	564AZS090E---SC	7,5	380-3-50	294	122,5 x 112,4 x 138,8

○ **Calculo de conductos de aire acondicionado y rejillas de impulsión.**

Para la determinación de los conductos de aire a colocar en la instalación se tendrá en cuenta que la totalidad de aire a impulsar ( $100,20 \text{ m}^3/\text{min}$ ) será aportado por dos equipos de frío, los cuales estarán colocados uno a cada lado de la planta sobre el techo de la misma. Dicho caudal a impulsar es de  $50,10 \text{ m}^3/\text{min}$  por cada equipo, y el mismo circulara por una sola línea de conducto central, siendo la distribución del mismo de la forma que se considera más adecuada (ver plano adjunto numero 2).

A su vez, el caudal que moviliza cada equipo de refrigeración se repartirá en 10 difusores de aire para el equipo colocado en el frente de la planta (equipo 1) y en 8 difusores de aire para el equipo en la parte trasera de la planta (equipo 2), que estarán colocadas en forma equidistante del conducto principal de distribución a ambos lados. Por lo expuesto, cada rejilla deberá introducir un caudal de aire

de aproximadamente  $6,26 \text{ m}^3/\text{min}$  para el equipo 2 y un caudal de aire de  $5,01 \text{ m}^3/\text{min}$  para el equipo 1, con un alcance aproximado de 1,8 metros (caso más desfavorable).

Con lo dicho anteriormente, y haciendo uso de la Tabla N° 10 determinamos las características de los difusores a colocar:

#### Difusor equipo 1

- Caudal =  $5,6 \text{ m}^3/\text{min}$
- Alcance = 1,8 m
- Dimensiones = 300 x 300 cm (ancho x alto)
- Velocidad = 390 m/min
- Caída de presión = 2,8 mm ca.

#### Difusor equipo 2

- Caudal =  $6,3 \text{ m}^3/\text{min}$
- Alcance = 1,8 m
- Dimensiones = 350 x 350 cm (ancho x alto)
- Velocidad = 355 m/min
- Caída de presión = 2,3 mm ca.

Para la determinación de las dimensiones de los conductos para cada equipo consideramos la totalidad del aire a circular, estableciendo previamente una velocidad máxima de circulación del mismo, de manera de no sobrepasar valores críticos que pudieran resultar molestos para los usuarios de la oficina. Según la tabla N° 11, y para oficinas y locales con algo de nivel de ruido se puede adoptar una velocidad máxima de circulación en el tubo principal de 400 m/min.

Con esta velocidad de circulación en el tubo principal y el caudal a transportar máximo, en el gráfico N° 2 para el diseño de conductos de aire acondicionado, determinamos un punto que nos define



el diámetro del conducto principal y el gradiente de cálculo  $R$ , que se mantendrá constante en la instalación. A partir de dicho punto se traza la recta de maniobra de  $R$  constante, con la cual se determinan los demás diámetros de los conductos, considerando el caudal que circula por cada uno.

De lo expuesto resulta, la recta de maniobra es a  $R = 0,1$  mm.c.a/m, y el diámetro del tramo principal en 50 cm.

Luego como en la práctica se utilizan conductos de sección rectangular, hacemos uso del gráfico N° 3, el cual al entrar con el diámetro determinado nos da las posibles dimensiones del conducto rectangular, cuidando siempre que la relación entre lados no sea mayor de 5 a 1.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de lo dicho anteriormente, con las secciones determinadas en cada caso para el equipo 1 y el equipo 2:

Equipo 1

Tramo	Caudal (m <sup>3</sup> /min)	Longitud (m)	Diámetro (cm)	Dim. Equivalente (cm)
A <sub>1</sub> -B <sub>1</sub>	50,10	2,7	50	50x40
B <sub>1</sub> -C <sub>1</sub>	20,04	3,6	30	30x25
C <sub>1</sub> -D <sub>1</sub>	10,02	3,6	25	25x20
B <sub>1</sub> -E <sub>1</sub>	30,06	3,6	35	40x30
E <sub>1</sub> -F <sub>1</sub>	20,04	3,6	30	30x25
F <sub>1</sub> -G <sub>1</sub>	10,02	3,6	25	25x20

Equipo 2

Tramo	Caudal (m <sup>3</sup> /min)	Longitud (m)	Diámetro (cm)	Dim. Equivalente (cm)
A <sub>2</sub> -B <sub>2</sub>	50,10	2,7	50	50x40
B <sub>2</sub> -C <sub>2</sub>	25,05	3,6	35	40x30
C <sub>2</sub> -D <sub>2</sub>	12,525	3,6	25	25x20
B <sub>2</sub> -E <sub>2</sub>	25,05	3,6	35	40x30
E <sub>2</sub> -F <sub>2</sub>	12,525	3,6	25	25x20

○ **Calculo de las rejillas de retorno.**

La selección de las bocas de retorno de aire es función de la velocidad del mismo en la proximidad de la rejilla, de la caída de presión disponible y de los niveles de sonido aceptables. La velocidad del aire de retorno debe ser baja a pequeñas distancias de la reja a fin de que no se produzcan corrientes de aire molestas en el local. Las bocas de retorno se ubicarán en la parte superior a los lados de los difusores para una correcta circulación del aire por el lugar de trabajo.

Teniendo en cuenta la tabla N° 12, considerando la ubicación de las rejillas cerca de personas, fijamos la velocidad de pasaje en 150 m/min.

Para el dimensionamiento de las rejillas de retorno, utilizamos la formula N° 7, en la cual los datos a utilizar son el caudal de aire que circula en m<sup>3</sup>/min y la velocidad de pasaje m/min. En nuestro caso tenemos un caudal de 50,1 m<sup>3</sup>/min y una velocidad de 150 m/min por cada equipo. Por lo tanto:

$$A = \frac{C}{V} = \frac{50,1}{150} = 0,334 \text{ m}^2$$

Si consideramos que colocamos 5 rejas de retorno para el equipo 1, cada una tendrá una sección de  $0,067 \text{ m}^2$ , por lo que las dimensiones de cada una serán aproximadamente de  $0,25 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$ .

Si para el equipo 2 colocamos 4 rejas de retorno, cada una tendrá una sección de  $0,083 \text{ m}^2$ , por lo que las dimensiones de cada una serán aproximadamente de  $0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$ .

### 3.3.6 - Verificación Con El Ábaco Psicométrico

Como se ha dicho, se realizara el acondicionamiento de un local destinado para trabajo administrativo y de ensamblado de luminarias led, mediante la utilización de dos equipos de aire acondicionado tipo rooftop ecológicos ubicado en la azotea del edificio.

Dicho análisis psicométrico se realizara siguiendo los ejemplos dados en el material de la cátedra instalaciones industriales, y considerando el gráfico N°1.

Para este caso se requieren las siguientes condiciones de funcionamiento

- Condición del aire interior (A):  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $50\% \text{ H}_r$
- Condición del aire exterior (E):  $36 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $40\% \text{ H}_r$
- Caudal de aire circulante  $50,1 \text{ m}^3/\text{min}$  por equipo.
- Aire exterior de ventilación  $20\%$  del caudal de circulación
- Factor de calor sensible del local:

$$FCS = \frac{Q_{si}}{Q_{si} + Q_{li}} = \frac{17034,48}{17034,48 + 2880} = 0,855$$

$Q_{si}$  Calor sensible del ambiente.

$Q_{li}$  Calor latente del ambiente.

○ Eficiencia de saturación del serpentín del equipo viene dado por el número de hileras nuestro caso tomamos 90% para 4 hileras y 150 m/min de velocidad transversal de pasaje del aire para el equipo.

Mediante el uso del ábaco psicrométrico podemos determinar:

- Punto de rocío del aparato (PRA)
- Condición del aire de impulsión (I)
- Condición del aire de mezcla (M)
- Punto de rocío del serpentín (PRS)
- Cantidad de calor total que debe extraer el acondicionador (QT)
- Cantidad de agua a extraer para deshumectar (V)

### **Punto de rocío del aparato (PRA)**

Se une el FCS: 0,855 con el punto de referencia del ábaco de 26,7 °C y 50% Hr y se traza una línea de igual pendiente que pasa por el punto de condición interior del aire del ambiente (A) de 25 °C y 50% Hr, que constituye la recta de FCS del local acondicionado.

El punto de rocío del aparato (PRA) que se lee al cortar la curva de saturación es de 12,5 °C.

### **Condición del aire de impulsión (I)**

La condición de impulsión I debe estar sobre la recta de FCS y dado la eficiencia del serpentín es del 90%, el punto de impulsión se determina en la intersección de dicha recta y la humedad relativa del 90%, correspondiendo a una temperatura de impulsión  $t_I$  de 14,5 °C,  $h_{tI} = 9,5$  Kcal/Kg y  $h_{eI} = 8,8$  grs/kg.

### Condición del aire de mezcla (M)

Aire interior en estado A= 25 °C y 50% HR: 100,2 m<sup>3</sup>/min

Aire exterior en estado E= 36 °C y 40% HR: 25,05 m<sup>3</sup>/min

Total de aire circulando: 125,25 m<sup>3</sup>/min

El aire interior en el estado A configura el  $100,2/125,25 = 80\%$

La condición de la mezcla (M) se halla sobre la recta que une los puntos de condición del aire exterior (E) y el ambiente (A), estableciendo sobre ese segmento las proporciones de mezcla respectivas, orientado hacia el caudal mayor, de manera que el punto de mezcla (M) es de 27,5 °C y 49% H<sub>r</sub>, h<sub>tM</sub>= 13,8 Kcal/Kg, h<sub>eM</sub>=12 grs/kg y V<sub>eM</sub>= 0,867 m<sup>3</sup>/Kg .

### Punto de rocío del serpentín (PRS)

El proceso de enfriamiento del aire del serpentín del equipo se representa mediante una recta que une el punto de condición M de 27,5 °C y 49% H<sub>r</sub> que constituye el aire de entrada, hasta el punto de salida o impulsión I de 14,5 °C y 90% H<sub>r</sub>.

El punto de rocío del serpentín PRS se lee prolongando dicha línea hasta cortar la curva de saturación y es de 12 °C, algo menor que el PRA y constituye la temperatura promedio real para satisfacer las condiciones de enfriamiento y deshumectación que se requieren.

### Cantidad de calor a extraer (QT)

La diferencia de entalpia entre el aire que entra, H<sub>tM</sub> y el que sale del serpentín o de impulsión, H<sub>tI</sub> vale:

$$DHT = H_{tM} - H_{tI} = 13,8 - 9,5 = 4,3kcal/kg$$

El peso del aire circulante  $GT$  surge del caudal  $C$  y del volumen específico aproximado del aire de mezcla o de entrada al serpentín,  $V_{eM}$  mediante la ecuación:

$$GT = \frac{C}{V_{eM}} = \frac{100,2 \text{ m}^3 / \text{min} \times 60 \text{ min/h}}{0,867 \text{ m}^3 / \text{kg}} = 6934,26 \text{ kg/h}$$

De modo que el calor total a extraer  $QT$  es de:

$$QT = \Delta HT \cdot GT = 4,3 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \times 6934,26 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 29817,30 \text{ kcal/h}$$

$$Q_T = \frac{29817,30}{3023,95} = 9,86 \text{ Tn frío}$$

Por lo tanto, no se deberá realizar un cambio en el equipo, ya que el previamente seleccionado era de 6 Tn frío c/equipo, siendo este valor superior al requerido al hacer la verificación con el ábaco psicrométrico.

### **Cantidad de agua a extraer para deshumectar $V$ (l/h)**

La diferencia de humedad específica del aire de mezcla  $h_{eM}$  y el de impulsión  $h_{eI}$  vale:

$$DHT = h_{eM} - h_{eI} = 12 - 8,8 = 3,2 \text{ grs/kg}$$

Por lo tanto, la cantidad de agua condensada  $V$  vale:

$$V = \frac{\Delta h_e \cdot GT}{1000} = \frac{3,2 \frac{\text{grs}}{\text{kg}} \times 6934,26 \text{ kg/h}}{1000} = 22,2 \text{ l/h}$$

## *4 - INSTALACIÓN ELÉCTRICA*

## 4.1 - MEMORIA DESCRIPTIVA

El presente proyecto contempla el cálculo, distribución de líneas, ubicación de tableros, dimensionado y puntos de utilización correspondientes a la instalación de energía eléctrica de un inmueble constituido por: un sector de oficina de 29 m<sup>2</sup> de superficie cubierta y 20 m<sup>2</sup> de superficie semicubierta, un sector de producción de 140 m<sup>2</sup> de superficie cubierta, una sala de equipo compresor de 15 m<sup>2</sup> y un contenedor con sanitarios aledaños al local de 18 m<sup>2</sup>. Considerándose el inmueble como *locales destinados a depósito, transformación o elaboración de sustancias no inflamables, según norma 771.8.3.3*. Dicho inmueble se encuentra ubicado en la localidad de General Pico, provincia de La Pampa, en el predio de la Zona Franca.

Cabe destacar que la construcción del inmueble está realizada con paredes de durlock y vidrios, techo de chapa con cielo raso de paneles de lana de vidrio.

Dicho proyecto se desarrollará según la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (edición 2006) y las Normas IRAM correspondientes, por lo que quedan garantizados la seguridad de las personas y el funcionamiento óptimo del sistema.

Se prevé la instalación de 1 Tablero Principal ubicado en un pilar de mampostería, construido a nivel de la línea municipal. Desde el Tablero Principal (TP1), mediante un tendido subterráneo que aloja a los conductores, se accederá al Tablero Seccional General 1 (TSG1), ubicado en el sector de producción del local y de este al Tablero Seccional 1, mediante otro tendido subterráneo, ubicado en el fondo del sector de producción. Además desde el Tablero Seccional 1 se alimentará el Tablero Seccional 2 mediante un tendido subterráneo ubicado en la sala del compresor.



## 4.2 - MEMORIA TÉCNICA

El proyecto ha sido elaborado de acuerdo al “Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles” vigente correspondiente a la edición 2006, de la Asociación Electrotécnica Argentina.

La instalación sigue una distribución compuesta por:

- Tablero Principal
- Tableros Seccionales generales.
- Tableros Seccionales.
- Circuitos Terminales

### Detalle

#### **Circuito Principal (CP)**

Tablero Principal (Clase II)	TP 1
Tipo de Suministro	Trifásico
Grado de electrificación	Elevado
Conductor	IRAM MN 247-3 PVC
Sección	4x(1x50)
Canalización	RS 51- 1662 mm <sup>2</sup> Clase II
Carga [V.A]	70122
Tablero Seccional que alimenta.	TSG 1

### Circuitos Seccionales (CS)

Tablero Seccional	TSG 1	TS 1	TS 2
Conductor	IRAM MN 2178 PVC	IRAM MN 2178 PVC	IRAM MN 2178 PVC
Sección	1x(3x25+1x16)+PE	1x(4x16) +PE	1x(4x6) +PE
Canalización	Directamente enterrado	Directamente enterrado	Directamente enterrado
Carga [V.A]	70122	46662	21660

### Circuitos Terminales (CT):

Tablero Seccional General 1 (TSG 1)

	IUG <sub>11</sub>	IUG <sub>12</sub>	IUG <sub>13</sub>	IUE <sub>11</sub>	TUG <sub>11</sub>	TUG <sub>12</sub>	TUG <sub>13</sub>	TUG <sub>14</sub>	TUE <sub>11</sub>	ACU <sub>11</sub>	ACU <sub>12</sub>	TS1
Cantidad de bocas	3	13	5	4	6	6	6	8	2	1	1	-
Conductor	IRAM MN 247-3 PVC											IRAM MN 2178 PVC
Sección	2x(1x2,5)+PE									3x(1x2,5)+PE		1x(4x16)+PE
Canalización	RS 16- 132 mm <sup>2</sup>									RS 19- 177 mm <sup>2</sup>		Directamente enterrado
Carga [V.A]	450	1950	2200	2000	2200	2200	2200	2200	3300	5500	5500	46662

Tablero Seccional 1 (TS 1)

	OCE <sub>1-11</sub>	OCE <sub>1-12</sub>	OCE <sub>1-13</sub>	TS2
Cantidad de bocas	2	2	2	-
Conductor	IRAM MN 247-3 PVC			IRAM MN 2178 PVC
Sección	2x(1x10)+PE			1x(4x6)+PE

Canalización	RS 25- 346 mm <sup>2</sup>			Directamente enterrado
Carga [V.A]	8334	8334	88334	21660

Tablero Seccional 2 (TS 2)

	OCE <sub>1-21</sub>	IUG <sub>1-21</sub>
Cantidad de bocas	2	1
Conductor	IRAM MN 247-3 PVC	IRAM MN 247-3 PVC
Sección	3x(1x10)+PE	2x(1x2,5)+PE
Canalización	RS 32- 616 mm <sup>2</sup>	RS 16- 132 mm <sup>2</sup>
Carga [V.A]	21000	600

### Artefactos de iluminación

Para la iluminación del local se selecciona como luminaria paneles LED de 60x60 cm para su rápido montaje, bajo consumo (37,8 W), larga vida útil (más de 50.000 hora), bajo costo de mantenimiento, flujo luminoso de 3120 lm, rendimiento lumínico de 82,5 lm/W y su gran reproducción cromática (Mayor a 70).

Obteniéndose como resultado la necesidad de colocar 48 paneles LED homogéneamente distribuidos para cumplimentar los niveles de iluminación recomendados.

Los Planos referidos a la instalación eléctrica se ubican en el Anexo y detallan a continuación:

Plano N°3: Circuito General

Plano N°4: Tablero Principal

Plano N°5: Tablero Seccional General 1

Plano N°6: Tablero Seccional 1

Plano N°7: Tablero Seccional 2

Plano N°8: Circuitos de Tomacorrientes

Plano N°9: Circuito de Iluminación

## 4.3 - MEMORIA DE CÁLCULO

### 4.3.1 - Determinación del grado de electrificación del inmueble

Como se citó anteriormente se considerara al inmueble formado un local donde compuesto por un sector de oficinas y uno de producción, existiendo exteriormente un contenedor con sanitarios y un pequeño local destinado al equipo de aire comprimido.

#### 4.3.1.1 – Local

**Locales destinados a depósito, transformación o elaboración de sustancias no inflamables, según norma 771.8.3.3.**

El grado de electrificación se determinó según los pasos siguientes:

Previamente según la tabla 771.8.VII (Página 35) se calculó la superficie del inmueble. En la tabla 1 se detallan los valores para cada ambiente.

N°	Ambiente	Superficie Semicubierta (m <sup>2</sup> )	Superficie cubierta (m <sup>2</sup> )	
1	Oficina	-	29	
2	Frente exterior	20	-	
3	Producción	-	140	
4	Sector aire comprimido	-	15	
5	Sanitarios	-	18	Superficie a considerar (m <sup>2</sup> )
	<b>TOTAL</b>	20	202	222

Tabla 1.- Ambientes y superficies del inmueble.

De este modo, como la superficie es levemente superior a 200 m<sup>2</sup>, corresponde a un grado de electrificación MEDIO.

Luego, mediante la tabla 771.8.VIII (pág. 36) se identificaron los números mínimos de circuitos, los que resultaron ser 3.

Pero a fines de mejorar la prestación de la instalación optamos por un grado de electrificación ELEVADO.

Analizando las variantes que prevé la norma se adoptó:

	IUG	TUG	IUE	TUE	OCE
ELEVADO	4	4	1	1	4

Se obtuvieron los puntos mínimos de utilización y en función de estos se agregaron los necesarios para completar los circuitos. En la tabla 2 se muestran los puntos de utilización por local.

N°	Ambiente	Sup.(m <sup>2</sup> )	IUG <sub>11</sub>	TUG <sub>11</sub>	IUE <sub>11</sub>	TUE <sub>11</sub>	OCE <sub>11</sub>
1	Oficina	29	1	1	-	-	-
2	Frente exterior	20	-	-	1	1	-
3	Producción	140	1	3	-	-	3
4	Sector aire comprimido	15	1	-	-	-	1
5	Sanitarios	18	1	-	-	-	-

Tabla 2.- Locales y puntos de utilización.

Los circuitos anteriores se distribuyeron de la siguiente manera en el Tablero Seccional general 1 (TSG 1), Tablero Seccional 1 (TS 1) y Tablero Seccional 2 (TS 2).

Teniendo como referencia la tabla 771.9.I (pág. 45) se calculó la demanda de potencia máxima simultánea (DPMS).

➤ Para el TS 1

N°	Ambiente	Sup.(m <sup>2</sup> )	TS 1		
			OCE <sub>1-11</sub>	OCE <sub>1-12</sub>	OCE <sub>1-13</sub>
1	Producción	140	2	2	2

Tabla 6.- Locales y puntos de utilización.

- Demanda de potencia máxima simultánea correspondiente a los circuitos dedicados a cargas específicas:

Cada banco de prueba de calidad tendrá 15 luminarias de 250 [watt]. Colocaremos dos bancos de prueba por circuito. Las luminarias poseen un factor de potencia de 0,9.

$$OCE_{1-11} = OCE_{1-12} = OCE_{1-13} = \frac{250 \times 30}{0,9} = 8334 \text{ V.A}$$

$$DPMS''_{1-1} = 3 \times 8334 \text{ VA}$$

$$DPMS''_{1-1} = 25002 \text{ VA}$$

Considerando un coeficiente de simultaneidad según 771.9.2 (Página 45) de acuerdo a las cargas específicas a conectar y a su probabilidad de funcionamiento, tenemos que ese coeficiente es 1 ya que

en nuestro caso el control de calidad de las luminarias permanecerá encendido las 24 horas del día.  
Entonces, nos queda la Demanda de Potencia Simultánea:

$$DPS''_{1-1} = 25002 \text{ VA}$$

Por lo tanto la carga total correspondiente al tablero TS 1 se obtuvo según 771.9.3.1 (pág. 46) obteniendo:

$$DPS_{TS1} = 25002 \text{ VA} + DPS_{TS2} = 25002 \text{ VA} + 17880 \text{ VA} = 42882 \text{ VA}$$

➤ Para el TS 2

N°	Ambiente	Sup.(m <sup>2</sup> )	TS 2	
			OCE <sub>1-21</sub>	IUG <sub>1-21</sub>
1	Sector aire comprimido	15	1	1

Tabla 6.- Locales y puntos de utilización.

- Demanda de potencia máxima simultánea correspondientes al grado de electrificación:

$$IUG_{2-21} = 4 \times 150 \text{ VA} = 600 \text{ VA}$$

$$DPMS'_{1-2} = 600 \text{ VA}$$

Considerando un coeficiente de simultaneidad según Tabla 771.9.II (Página 45) de 1 nos queda la Demanda de Potencia Simultánea:

$$DPS'_{1-2} = 1 \times 600 \text{ VA} = 600 \text{ VA}$$

- Demanda de potencia máxima simultánea correspondiente a los circuitos dedicados a cargar específicas:

Aquí se tendrá un conexionado para el equipo compresor y un toma corriente auxiliar.

$$OCE_{1-21} = 21000 \text{ V.A}$$

$$DPMS''_{1-2} = 21000 \text{ VA}$$

Considerando un coeficiente de simultaneidad según 771.9.2 (Página 45) de acuerdo a las cargas específicas a conectar y a su probabilidad de funcionamiento, tenemos que ese coeficiente es 0,8 ya que dependerá de la frecuencia de encendido del equipo compresor. Entonces, nos queda la Demanda de Potencia Simultánea:

$$DPS''_{1-2} = 0,8 \times 21000 \text{ VA}$$

$$DPS''_{1-2} = 17280 \text{ VA}$$

Por lo tanto la carga total correspondiente al tablero TS 2 se obtuvo según 771.9.3.1 (pág. 46) obteniendo:

$$DPS_{TS2} = DPS'_{1-2} + DPS''_{1-2} = 600 \text{ VA} + 17280 \text{ VA} = 17880 \text{ VA}$$

$$DPS_{TS2} = 17880 \text{ VA}$$

➤ Para el TSG 1

N°	Ambiente	Sup. (m <sup>2</sup> )											TS 1			TS 2		
			IUG <sub>11</sub>	IUG <sub>12</sub>	IUG <sub>13</sub>	IUE <sub>11</sub>	TUG <sub>11</sub>	TUG <sub>12</sub>	TUG <sub>13</sub>	TUG <sub>14</sub>	TUE <sub>11</sub>	ACU <sub>11</sub>	ACU <sub>12</sub>	OCE <sub>1-11</sub>	OCE <sub>1-11</sub>	OCE <sub>1-11</sub>	OCE <sub>1-21</sub>	IUG <sub>1-21</sub>
1	Oficina	29	3	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Frente exterior	20	-	-	-	4	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
3	Producción	140	-	13	-	-	-	6	6	8	-	1	1	2	2	2	-	-
4	Sector aire comprimido	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
5	Sanitarios	18	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5.- Locales y puntos de utilización.



- Demanda de potencia máxima simultánea correspondiente al grado de electrificación:

$$IUG_{11} = 3 \times 150 \text{ VA} = 450 \text{ VA}$$

$$IUG_{12} = 13 \times 150 \text{ VA} = 1950 \text{ VA}$$

$$IUG_{13} = 2200 \text{ VA}$$

$$IUE_{11} = 4 \times 500 \text{ VA} = 2000 \text{ VA}$$

$$TUG_{11} = 2200 \text{ V.A}$$

$$TUG_{12} = 2200 \text{ V.A}$$

$$TUG_{13} = 2200 \text{ V.A}$$

$$TUG_{14} = 2200 \text{ V.A}$$

$$TUE_{11} = 3300 \text{ V.A}$$

$$DPMS'_{1-1} = 600 \text{ VA}$$

Por lo tanto:

$$DPMS'_1 = 23200 \text{ VA} + 600 \text{ VA} = 23800 \text{ VA}$$

Considerando un coeficiente de simultaneidad según Tabla 771.9.II (Página 45) para grado de electrificación Elevado de 0,8 nos queda la Demanda de Potencia Simultánea:

$$DPS'_1 = 0,8 \times 23800 \text{ VA} = 19040 \text{ VA}$$

- Demanda de potencia máxima simultánea correspondiente a circuitos dedicados a cargas específicas:

Equipos de refrigeración montados en el techo, alimentados con los siguientes circuitos ACU.

$$ACU_{11} = 5500 \text{ V.A}$$

$$ACU_{11} = 5500 \text{ V.A}$$

$$DPS''_{1-1} = 25002 \text{ VA}$$

$$DPS''_{1-2} = 17280 \text{ VA}$$

Considerando un coeficiente de simultaneidad en función de las características de las cargas y de la probabilidad de funcionamiento simultáneo de 0,8 para los equipos de frío, y de 1 para la simultaneidad de los circuitos específicos nos queda:

$$DPMS''_1 = 25002 \text{ VA} + 17280 \text{ VA} + 0,8 \times 5500 \text{ VA} + 0,8 \times 5500 \text{ VA} = 51082 \text{ VA}$$

$$DPS''_1 = 51082 \text{ VA}$$

Por lo tanto la carga total correspondiente al TSG 1 se obtuvo según 771.9.3.1 (pág. 46) obteniendo:

$$DPS_{TSG1} = DPS'_1 + DPS''_1$$

$$DPS_{TSG1} = 70122 \text{ VA}$$

### 4.3.2 - SELECCIÓN DE CONDUCTORES Y DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

#### 4.3.2.1 – Líneas Principales

- **Tablero Principal 1 (TP1)**

Datos:

Demanda de Potencia Simultánea.  $DPS = 70122 VA$

Longitud  $l = 1 m$

Temperatura ambiente  $T_a = 35^\circ C$

Agrupamiento 1

Conductor IRAM 247-3, aislación PVC

El tipo de suministro recomendable es trifásico.

*I – Determinación de la corriente de proyecto:*

Vamos a distribuir los circuitos terminales lo más equilibrado posible entre las fases:

Tablero Principal 1 (TP 1)

Circuito												TS 1			TS 2	
	IUG <sub>11</sub>	IUG <sub>12</sub>	IUG <sub>13</sub>	IUE <sub>11</sub>	TUG <sub>11</sub>	TUG <sub>12</sub>	TUG <sub>13</sub>	TUG <sub>14</sub>	TUE <sub>11</sub>	ACU <sub>11</sub>	ACU <sub>12</sub>	OCE <sub>1-11</sub>	OCE <sub>1-11</sub>	OCE <sub>1-11</sub>	OCE <sub>1-21</sub>	IUG <sub>1-21</sub>
Carga [VA]	450	1950	2200	2000	2200	2200	2200	2200	3300	5500	5500	8334	8334	8334	17280	660
Fase	R	T	R	T	R	R	S	S	S	RST	RST	R	S	T	RST	R

Cargas por fase:

$$DPMS_R = 16044 \text{ VA} + 9427 \text{ VA} = 25471 \text{ VA}$$

$$DPMS_S = 16034 \text{ VA} + 9427 \text{ VA} = 25461 \text{ VA}$$

$$DPMS_T = 12284 \text{ VA} + 9427 \text{ VA} = 25711 \text{ VA}$$

La fase más solicitada es la T, por lo tanto vamos a considerar un conductor trifásico con esa carga en las tres fases:

$$I_B = \frac{DPMS_T}{220V} = \frac{25711VA}{220 \text{ V}} = 117 \text{ A}$$

2 – Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible:

Factores de corrección según tablas 771.16.II.a y 771.16.II.b (pág. 95), respectivamente:

Por temperatura ambiente  $f_T = 1,08$

Por agrupamiento de circuitos  $f_A = 1$

$$I_Z = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A} = \frac{117 \text{ A}}{1,08 \cdot 1} = 109 \text{ A}$$

Sección de conductor según tabla 771.16.I (pág. 94)

$$s = 50 \text{ mm}^2 \Rightarrow I_Z = 117 \text{ A} \cdot 1,08 \cdot 1 = 127 \text{ A}$$

Como  $I_Z = 127A$  y  $I_B = 117A \Rightarrow I_Z \geq I_B$  Se verifica

### *3 – Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección:*

Se debe verificar  $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Para cumplir la primer condición se selecciona un dispositivo de protección de corriente nominal  $I_n = 125 A$ .

El interruptor termomagnético seleccionado es según norma IEC 60947-2, del Catálogo Schneider Electric, Del tipo C120N.

### *4 – Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:*

Se debe verificar  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$

Para interruptores automáticos IEC 60947-2, para  $I_n \geq 63 A$  (pág. 138):

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 125A = 181,25 A \leq 1,45 \cdot I_Z = 1,45 \cdot 127A = 184,15 A$$

De manera que se cumple la condición.

### *5 – Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:*

Se supone la instalación alimentada por un transformador de  $200 \text{ kVA}$ ,  $13,2/0,400 - 0,231 \text{ kV}$ , ubicado a sesenta metros del tablero principal, por medio de conductores IRAM 2178 de cobre,  $3 \times 70 + 1 \times 35$ . La corriente presunta de cortocircuito prevista para el transformador según tabla 771-H.II (pág. 225) es  $I_k'' = 7074 \text{ A}$ , de manera que la corriente de cortocircuito en el los bornes del tablero principal según tabla 771-H.V (pág. 228) es  $I_{kTP1}'' = 4374 \text{ A}$ .

Por lo tanto seleccionamos un dispositivo de protección según norma IEC 60947-2, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 125 \text{ A}$ , tetrapolar C120N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 10 \text{ kA}$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

#### 6 – Verificación por máxima exigencia térmica:

Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla la siguiente expresión:

$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTP1}''^2 \cdot t$$

Donde  $I_{kTP1}''$  es la corriente de corto circuito en la entrada del Tablero Principal 1.

Se toma de tabla 771.19.II (pág. 136), para conductor de cobre y sección inferior a  $300 \text{ mm}^2$ , un valor de  $k = 115$ .

Entonces tenemos:

$$50^2 \cdot 115^2 \geq 7074''^2 \cdot t \Rightarrow t = 1,72s$$

El dispositivo de protección seleccionado tiene un tiempo de apertura de  $0,01 \text{ s}$  (catálogo).

Dado que la sección elegida es de  $50 \text{ mm}^2$  se verifica que el conductor estará protegido ante las exigencias térmicas

*7 – Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:*

En función de la corriente de cortocircuito  $I''_{kTP1}$ , la sección calculada, el dispositivo de protección seleccionado, según tabla 771-H-VII (pág. 230) de la reglamentación actúa con seguridad hasta longitudes de 84 m. Debido a que la longitud necesaria para nuestra instalación es a lo sumo de 1 m, no es necesario tomar un conductor de mayor sección.

*8 – Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:*

Siendo la caída de tensión (pág. 141)

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot z$$

Donde  $k = \sqrt{3}$  por ser un circuito trifásico de bajada,  $I$  es la corriente correspondiente al consumo total ( $I_B$ ),  $l$  es la longitud de conductor del circuito y  $z$  es la impedancia del conductor. Se desprecian para el cálculo los efectos inductivos.

Se calcula la resistividad del material conductor a la temperatura de trabajo de  $70^\circ \text{C}$ :

$$R_{50\text{mm}^2 70^\circ \text{C}} = R_{50\text{mm}^2 20^\circ \text{C}} [1 + \alpha(70^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C})] = 0,387 \frac{\Omega}{\text{km}} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ \text{C}} \cdot 50^\circ \text{C} \right] = 0,46 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Entonces,

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 117 \text{ A} \cdot 0,001 \text{ km} \cdot 0,46 \frac{\Omega}{\text{km}} = 0,1 \text{ V}$$

Que podemos considerarla despreciable.

De esta forma, el conductor entre el medidor y el tablero principal es:

$$\text{PVC IRAM NM 247-3 } 4 \times (1 \times 50)$$

9 – Sección de la puesta a tierra (PE)

De acuerdo a página 127  $PE = 25 \text{ mm}^2$

10 – Verificación de sección mínima.

De acuerdo a página 89 se verifica la sección mínima.

#### 4.3.2.2 – Tableros Seccionales

- **Tablero Seccional General 1 (TSG 1)**

Datos:

Demanda de Potencia Simultánea.  $DPS = 25711 \text{ VA}$



Longitud  $l = 25 \text{ m}$

Temperatura ambiente  $T_a = 35^\circ \text{C}$

Agrupamiento 1

Conductor IRAM 2178, aislación PVC, consideramos el cable directamente enterrado.

*1 – Determinación de la corriente de proyecto:*

$$I_B = \frac{DPS}{220V} = \frac{25711VA}{220 \text{ V}} = 117 \text{ A}$$

*2 – Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible:*

Factores de corrección según tablas 771.16.II.b (pág. 95), 771.16.VII.a y 771.16.II.b (pág. 108), respectivamente:

Por agrupamiento de circuitos  $f_A = 1$

Por temperatura suelo  $f_T = 1,05$

Por resistividad térmica del suelo para tierra húmeda  $f_R = 1,08$

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A \cdot f_R} = \frac{117 \text{ A}}{1 \cdot 1,08 \cdot 1,05} = 104 \text{ A}$$

Sección de conductor según tabla 771.16.VII (pág. 104)

$$s = 25 \text{ mm}^2 \Rightarrow I_Z = 123 \text{ A} \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 1,08 = 140 \text{ A}$$

Como  $I_Z = 140 \text{ A}$  y  $I_B = 117 \text{ A} \Rightarrow I_Z \geq I_B$  Se verifica

*3 – Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección:*

Se debe verificar  $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Para cumplir la primer condición se selecciona un dispositivo de protección de corriente nominal  $I_n = 125 \text{ A}$ .

El interruptor termomagnético seleccionado es según norma IEC 60947-2, del Catálogo Schneider Electric, Del tipo C120N.

*4 – Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:*

Se debe verificar  $I_2 \leq 1,3 \cdot I_Z$

Para interruptores automáticos IEC 60947-2, para  $I_n \geq 63 \text{ A}$  (pág. 138):

$$I_2 = 1,3 \cdot I_n = 1,3 \cdot 125 \text{ A} = 162,5 \text{ A} \leq 1,3 \cdot I_Z = 1,3 \cdot 127 \text{ A} = 165,1 \text{ A}$$

De manera que se cumple la condición.

### 5 – Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

La corriente de cortocircuito en los bornes del tablero principal es  $I''_{kTP1} = 4374 \text{ A}$ .

La longitud desde el tablero principal al Tablero Seccional General 1 es de aproximadamente 25 m, entonces de la tabla 771-H.V (pág. 228) para calcular la corriente de cortocircuito en baja tensión obtenemos la corriente de cortocircuito máxima en el Tablero Seccional General 1:  $I''_{kTSG1} = 3333 \text{ A}$

Por lo tanto seleccionamos un dispositivo de protección según norma IEC 60947-2, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 125 \text{ A}$ , tetrapolar C120N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 10 \text{ kA}$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

### 6 – Verificación por máxima exigencia térmica:

Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla la siguiente expresión:

$$S^2 \cdot k^2 \geq I''_{kTP1}{}^2 \cdot t$$

Donde  $I''_{kTP1}$  es la corriente de corto circuito en la entrada del Tablero Principal 1.

Se toma de tabla 771.19.II (pág. 136), para conductor de cobre y sección inferior a  $300 \text{ mm}^2$ , un valor de  $k = 115$ .

Entonces tenemos:

$$25^2 \cdot 115^2 \geq 3333^2 \cdot t \Rightarrow t = 0,74 \text{ s}$$

El dispositivo de protección seleccionado tiene un tiempo de apertura de  $0,01 \text{ s}$  (catálogo).

Dado que la sección elegida es de  $25 \text{ mm}^2$  se verifica que el conductor estará protegido ante las exigencias térmicas

*7 – Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:*

En función de la corriente de cortocircuito  $I''_{kTSG1}$ , la sección calculada, el dispositivo de protección seleccionado, según tabla 771-H-VII (pág. 230) de la reglamentación actúa con seguridad hasta longitudes de 107 m. Debido a que la longitud necesaria para nuestra instalación es aproximadamente de 25 m, no es necesario tomar un conductor de mayor sección.

*8 – Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:*

Según Reglamentación (pág. 89), la máxima caída de tensión admisible para una circuito seccional es de 1%,  $\Delta U_{adm} = 380 \text{ V} \cdot 1\% = 3,8 \text{ V}$ .

Siendo la caída de tensión

(pág. 141)

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot z$$

Donde  $k = 1,73$  para sistemas trifásicos,  $I$  es la corriente correspondiente al consumo total ( $I_B$ ),  $l$  es la longitud de conductor del circuito y  $z$  es la impedancia del conductor. Se desprecian para el cálculo los efectos inductivos.

Se calcula la resistividad del material conductor a la temperatura de trabajo de  $70^\circ \text{ C}$ :

$$R_{25mm^2 70^{\circ}C} = R_{25mm^2 20^{\circ}C} \left[ 1 + \alpha (70^{\circ}C - 20^{\circ}C) \right] = 0,727 \frac{\Omega}{km} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^{\circ}C} \cdot 50^{\circ}C \right] = 0,87 \frac{\Omega}{km}$$

Entonces,

$$\Delta U = 1,73 \cdot 117 \text{ A} \cdot 0,02 \text{ km} \cdot 0,87 \frac{\Omega}{km} = 3,52 \text{ V}$$

Que es menor a 3,8 V.

De esta forma, el conductor entre el Tablero Principal y el Tablero Seccional 1 es:

$$PVC \quad IRAM \quad 2178 \quad 1 \times (3 \times 25 + 1 \times 16) + PE$$

9 – Sección de la puesta a tierra (PE)

De acuerdo a página 127  $PE = 16 \text{ mm}^2$

10 – Verificación de sección mínima.

De acuerdo a página 89 se verifica la sección mínima.

- **Tablero Seccional 1 (TS 1)**

Datos:

Demanda de Potencia Simultánea en la fase más cargada.

$$DPS = 8334 \text{ VA} + 660 \text{ VA} + \frac{21000}{3} \text{ VA} = 15994 \text{ VA}$$

Longitud  $l = 25 \text{ m}$

Temperatura ambiente  $T_a = 35^\circ \text{C}$

Agrupamiento 1

Conductor IRAM 2178, aislación PVC, consideramos el cable directamente enterrado.

*1 – Determinación de la corriente de proyecto:*

$$I_B = \frac{DPS}{220V} = \frac{15994VA}{220 \text{ V}} = 73 \text{ A}$$

*2 – Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible:*

Factores de corrección según tablas 771.16.II.b (pág. 95), 771.16.VII.a y 771.16.II.b (pág. 108), respectivamente:

Por agrupamiento de circuitos  $f_A = 1$

Por temperatura del suelo  $f_T = 1,05$

Por resistividad térmica del suelo para tierra húmeda  $f_R = 1,08$

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A \cdot f_R} = \frac{73 \text{ A}}{1 \cdot 1,05 \cdot 1,08} = 65 \text{ A}$$

Sección de conductor según tabla 771.16.VII (pág. 104)

$$s = 10 \text{ mm}^2 \Rightarrow I_Z = 74 \text{ A} \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 1,08 = 84 \text{ A}$$

Como  $I_Z = 84 \text{ A}$  y  $I_B = 73 \text{ A} \Rightarrow I_Z \geq I_B$  verifica

*3 – Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección:*

Se debe verificar  $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Para cumplir la primer condición se selecciona un dispositivo de protección de corriente nominal

$$I_n = 80 \text{ A}.$$

El interruptor termomagnético seleccionado es según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric, Del tipo C120N.

*4 – Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:*

Se debe verificar  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$

Para interruptores automáticos IEC 60898, para  $I_n > 63 A$  (pág. 138):

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 80A = 116 A \leq 1,45 \cdot I_z = 1,45 \cdot 84A = 121,8 A$$

De manera que se cumple la condición.

#### 5 – Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

La corriente de cortocircuito en los bornes del Tablero Seccional General 1 es  $I''_{kTSG1} = 3333 A$ .

La longitud desde el Tablero Seccional General 1 al Tablero Seccional 1 es de aproximadamente 25 m, entonces de la tabla 771-H.V (pág. 228) para calcular la corriente de cortocircuito en baja tensión obtenemos la corriente de cortocircuito máxima en el Tablero Seccional 1:  $I''_{kTS1} = 2100 A$

Por lo tanto seleccionamos un dispositivo de protección según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 80 A$ , tetrapolar C120N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6 kA$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

#### 6 – Verificación por máxima exigencia térmica:

Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla la siguiente expresión:



$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTP1}''^2 \cdot t$$

Donde  $I_{kTP1}''$  es la corriente de corto circuito en la entrada del Tablero Seccional 1.

Se toma de tabla 771.19.II (pág. 136), para conductor de cobre y sección inferior a  $300 \text{ mm}^2$ , un valor de  $k = 115$ .

Entonces tenemos:

$$10^2 \cdot 115^2 \geq 2100''^2 \cdot t \Rightarrow t = 0,29s$$

El dispositivo de protección seleccionado tiene un tiempo de apertura de  $0,01 \text{ s}$  (catálogo).

Dado que la sección elegida es de  $10 \text{ mm}^2$  se verifica que el conductor estará protegido ante las exigencias térmicas

#### *7 – Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:*

En función de la corriente de cortocircuito  $I_{kTS1}''$ , la sección calculada, el dispositivo de protección seleccionado, según tabla 771-H-VII (pág. 230) de la reglamentación actúa con seguridad hasta longitudes de 128 m. Debido a que la longitud necesaria para nuestra instalación es aproximadamente de 25 m, no es necesario tomar un conductor de mayor sección.

#### *8 – Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:*

Según Reglamentación (pág. 89), la máxima caída de tensión admisible para una circuito seccional es de 1%,  $\Delta U_{adm} = 380 V \cdot 1\% = 3,8 V$ .

Siendo la caída de tensión

(pág. 141)

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot z$$

Donde  $k = 1,73$  para sistemas trifásicos,  $I$  es la corriente correspondiente al consumo total ( $I_B$ ),  $l$  es la longitud de conductor del circuito y  $z$  es la impedancia del conductor. Se desprecian para el cálculo los efectos inductivos.

Se calcula la resistividad del material conductor a la temperatura de trabajo de  $70^\circ C$ :

$$R_{10mm^2 70^\circ C} = R_{10mm^2 20^\circ C} [1 + \alpha(70^\circ C - 20^\circ C)] = 1,83 \frac{\Omega}{km} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ C} \cdot 50^\circ C \right] = 2,18 \frac{\Omega}{km}$$

Entonces,

$$\Delta U = 1,73 \cdot 67 A \cdot 0,025 km \cdot 2,18 \frac{\Omega}{km} = 6,31 V$$

Que es mayor a 3,8 V.

Por lo tanto escogemos un conductor de mayor sección.

$$R_{16mm^2 70^\circ C} = R_{16mm^2 20^\circ C} [1 + \alpha(70^\circ C - 20^\circ C)] = 1,15 \frac{\Omega}{km} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ C} \cdot 50^\circ C \right] = 1,3 \frac{\Omega}{km}$$

Entonces,

$$\Delta U = 1,73 \cdot 67 \text{ A} \cdot 0,025 \text{ km} \cdot 1,3 \frac{\Omega}{\text{km}} = 3,76 \text{ V}$$

Que es menor a 3,8 V.

De esta forma, el conductor entre el Tablero Seccional General 1 y el Tablero Seccional 1 es:

$$PVC \quad IRAM \quad 2178 \quad 1 \times (4 \times 16) + PE$$

9 – Sección de la puesta a tierra (PE)

De acuerdo a página 127  $PE = 16 \text{ mm}^2$

10 – Verificación de sección mínima.

De acuerdo a página 89 se verifica la sección mínima.

- **Tablero Seccional 2 (TS 2)**

Datos:

Demanda de Potencia Simultánea en la fase más solicitada. Conexión de equipo compresor y circuito de iluminación.

$$DPS = 660 VA + \frac{21000}{3} VA = 7660 VA$$

Longitud  $l = 15 m$

Temperatura ambiente  $T_a = 35^\circ C$

Agrupamiento 1

Conductor IRAM 2178, aislación PVC, consideramos el cable directamente enterrado.

*1 – Determinación de la corriente de proyecto:*

$$I_B = \frac{DPS}{220V} = \frac{7660VA}{220 V} = 35 A$$

*2 – Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible:*

Factores de corrección según tablas 771.16.II.b (pág. 95), 771.16.VII.a y 771.16.II.b (pág. 108), respectivamente:

Por agrupamiento de circuitos  $f_A = 1$

Por temperatura suelo  $f_T = 1,05$

Por resistividad térmica del suelo para tierra húmeda  $f_R = 1,08$

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A \cdot f_R} = \frac{35 A}{1 \cdot 1,05 \cdot 1,08} = 31 A$$

Sección de conductor según tabla 771.16.VII (pág. 104)

$$s = 4 \text{ mm}^2 \Rightarrow I_Z = 44 A \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 1,08 = 50 A$$

Como  $I_Z = 50 A$  y  $I_B = 35 A \Rightarrow I_Z \geq I_B$  verifica

*3 – Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección:*

Se debe verificar  $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Para cumplir la primer condición se selecciona un dispositivo de protección de corriente nominal  $I_n = 50 A$ .

El interruptor termomagnético seleccionado es según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric, Del tipo iC60N.

*4 – Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:*

Se debe verificar  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$

Para interruptores automáticos IEC 60898, para  $I_n \leq 63 A$  (pág. 138):

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 50 A = 72,5 A \leq 1,45 \cdot I_z = 1,45 \cdot 50 A = 72,5 A$$

De manera que se cumple la condición.

#### 5 – Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

La corriente de cortocircuito en los bornes del Tablero Seccional 1 es  $I''_{kTS1} = 2100 \text{ A}$ .

La longitud desde el Tablero Seccional 1 al Tablero Seccional 2 es de aproximadamente 15 m, entonces de la tabla 771-H.V (pág. 228) para calcular la corriente de cortocircuito en baja tensión obtenemos la corriente de cortocircuito máxima en el Tablero Seccional 2:  $I''_{kTS2} = 1500 \text{ A}$

Por lo tanto seleccionamos un dispositivo de protección según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 50 \text{ A}$ , tetrapolar iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dccc} = 6 \text{ kA}$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

#### 6 – Verificación por máxima exigencia térmica:

Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla la siguiente expresión:

$$S^2 \cdot k^2 \geq I''_{kTP1}{}^2 \cdot t$$

Donde  $I''_{kTP1}$  es la corriente de corto circuito en la entrada del Tablero Seccional 2.

Se toma de tabla 771.19.II (pág. 136), para conductor de cobre y sección inferior a  $300 \text{ mm}^2$ , un valor de  $k = 115$ .

Entonces tenemos:

$$4^2 \cdot 115^2 \geq 1500^2 \cdot t \Rightarrow t = 0,09s$$

El dispositivo de protección seleccionado tiene un tiempo de apertura de 0,01 s (catálogo).

Dado que la sección elegida es de  $4 \text{ mm}^2$  se verifica que el conductor estará protegido ante las exigencias térmicas

*7 – Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:*

En función de la corriente de cortocircuito  $I''_{kTS2}$ , la sección calculada, el dispositivo de protección seleccionado, según tabla 771-H-VII (pág. 230) de la reglamentación actúa con seguridad hasta longitudes de 81 m. Debido a que la longitud necesaria para nuestra instalación es aproximadamente de 15 m, no es necesario tomar un conductor de mayor sección.

*8 – Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:*

Según Reglamentación (pág. 89), la máxima caída de tensión admisible para una circuito seccional es de 1%,  $\Delta U_{adm} = 380 \text{ V} \cdot 1\% = 3,8 \text{ V}$ .

Siendo la caída de tensión

(pág. 141)

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot z$$

Donde  $k = 1,73$  para sistemas trifásicos,  $I$  es la corriente correspondiente al consumo total ( $I_B$ ),  $l$  es la longitud de conductor del circuito y  $z$  es la impedancia del conductor. Se desprecian para el cálculo los efectos inductivos.

Se calcula la resistividad del material conductor a la temperatura de trabajo de  $70^\circ\text{C}$ :

$$R_{4\text{mm}^2 70^\circ\text{C}} = R_{4\text{mm}^2 20^\circ\text{C}} [1 + \alpha(70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})] = 4,61 \frac{\Omega}{\text{km}} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 50^\circ\text{C} \right] = 5,51 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Entonces,

$$\Delta U = 1,73 \cdot 35 \text{ A} \cdot 0,015 \text{ km} \cdot 5,51 \frac{\Omega}{\text{km}} = 5 \text{ V}$$

Que es mayor a  $3,8 \text{ V}$ .

Por lo tanto escogemos un conductor de mayor sección.

$$R_{6\text{mm}^2 70^\circ\text{C}} = R_{6\text{mm}^2 20^\circ\text{C}} [1 + \alpha(70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})] = 3,08 \frac{\Omega}{\text{km}} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 50^\circ\text{C} \right] = 3,68 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Entonces,

$$\Delta U = 1,73 \cdot 35 \text{ A} \cdot 0,015 \text{ km} \cdot 3,68 \frac{\Omega}{\text{km}} = 3,34 \text{ V}$$

Que es menor a  $3,8 \text{ V}$ .

De esta forma, el conductor entre el Tablero Seccional 1 y el Tablero Seccional 2 es:

$$PVC \quad IRAM \quad 2178 \quad 1 \times (4 \times 6) + PE$$



9 – Sección de la puesta a tierra (PE)

De acuerdo a página 127  $PE = 6 \text{ mm}^2$

10 – Verificación de sección mínima.

De acuerdo a página 89 se verifica la sección mínima.

4.3.2.3 – Circuitos Terminales

- **IUG (circuito más desfavorable iluminación del sector de producción:  $l=28 \text{ m}$ ) (TSG1)**

Datos:

Demanda de Potencia Máxima Simultánea.  $C_{IUG12} = 1950 \text{ VA}$

Longitud  $l = 28 \text{ m}$

Temperatura ambiente  $T_a = 35^\circ \text{C}$

Agrupamiento 1

Conductor IRAM 247-3, aislación PVC.

1 – Determinación de la corriente de proyecto:

$$I_B = \frac{C_{IUG11}}{220V} = \frac{1950VA}{220 V} = 8,9 A$$

2 – Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible:

Factores de corrección según tablas 771.16.II.a y 771.16.II.b (pág. 95), respectivamente:

Por agrupamiento de circuitos  $f_A = 1$

Por temperatura ambiente  $f_T = 1,08$

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A \cdot f_R} = \frac{78,9A}{1 \cdot 1,08} = 8,24A$$

Sección de conductor según tabla 771.16.I (pág. 94)

$$s = 1,5 \text{ mm}^2 \Rightarrow I_Z = 15 A \cdot 1,08 = 16,2A$$

Como  $I_Z = 16,2A$  y  $I_B = 8,9A \Rightarrow I_Z \geq I_B$  verifica

3 – Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección:

Se debe verificar  $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Para cumplir la primer condición se selecciona un dispositivo de protección de corriente nominal  $I_n = 16 A$ .

El interruptor termomagnético seleccionado es según norma IEC 60898, del Catálogo Schnerider Electric.

#### *4 – Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:*

Se debe verificar  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$

Para pequeños interruptores automáticos IEC 60898, para  $I_n \leq 63 A$  (pág. 138):

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 16A = 23,2 A \leq 1,45 \cdot I_z = 1,45 \cdot 16,2A = 23,49 A$$

De manera que se cumple la condición.

#### *5 – Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:*

Como la corriente de cortocircuito en los bornes del Tablero Seccional General 1 es  $I''_{kTSG1} = 3333 A$ .

Seleccionamos un dispositivo de protección colocado en el Tablero Seccional General 1 según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 16 A$ , bipolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dccc} = 4500 A$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

#### *6 – Verificación por máxima exigencia térmica:*

Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla la siguiente expresión:

$$S^2 \geq \frac{I_{kTSGI}''^2 \cdot t}{k^2}$$

Donde  $I_{kTSGI}''$  es la corriente de corto circuito en la entrada del Tablero Seccional General 1.

Se toma de tabla 771.19.II (pág. 136), para conductor de cobre y sección inferior a  $300 \text{ mm}^2$ , un valor de  $k = 115$ .

El dispositivo de protección seleccionado tiene un tiempo de apertura de  $0,01 \text{ s}$  (catálogo). Los valores de  $I^2 \cdot t$  (pág. 232) disponibles contemplan interruptores de calibre  $\leq 16 \text{ A}$ , con lo cual de Tabla 771-H.IX obtenemos  $I^2 \cdot t = 42000$  se calcula la sección de la siguiente forma:

$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTSGI}''^2 \cdot t \Rightarrow 1,5^2 \cdot 115^2 \geq 42000 \Rightarrow 29756 \geq 42000$$

De modo que el conductor de  $1,5 \text{ mm}^2$  no está protegido por exigencia térmica, entonces adoptamos un conductor de mayor sección.

$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTSGI}''^2 \cdot t \Rightarrow 2,5^2 \cdot 115^2 \geq 42000 \Rightarrow 82656 \geq 42000$$

Dado que la sección elegida es de  $2,5 \text{ mm}^2$  se verifica que el conductor estará protegido ante las exigencias térmicas.

7 – Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:

En función de la corriente de cortocircuito  $I_{kTSG1}''$ , la sección calculada, el dispositivo de protección seleccionado, según tabla 771-H-VIII (pág. 231) de la reglamentación actúa con seguridad hasta longitudes de 81 m. Debido a que la longitud necesaria para nuestra instalación es aproximadamente de 30 m, no es necesario tomar un conductor de mayor sección.

8 – Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Según Reglamentación (pág. 89), la máxima caída de tensión admisible para una circuito terminal es de 2%,  $\Delta U_{adm} = 220 V \cdot 2\% = 4,4 V$ .

Siendo la caída de tensión

(pág. 141)

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot z$$

Donde  $k = 2$  para sistemas monofásicos,  $I$  es la corriente correspondiente al consumo total ( $I_B$ ),  $l$  es la longitud de conductor del circuito y  $z$  es la impedancia del conductor. Se desprecian para el cálculo los efectos inductivos.

Se calcula la resistividad del material conductor a la temperatura de trabajo de 70° C:

$$R_{2,5mm^2 70^\circ C} = R_{2,5mm^2 20^\circ C} [1 + \alpha(70^\circ C - 20^\circ C)] = 7,41 \frac{\Omega}{km} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ C} \cdot 50^\circ C \right] = 8,87 \frac{\Omega}{km}$$

Entonces,

$$\Delta U = 2 \cdot 8,9 \text{ A} \cdot 0,028 \text{ km} \cdot 8,87 \frac{\Omega}{\text{km}} = 4,26 \text{ V}$$

Que es menor a 4,4 V.

De esta forma, para el conductor del circuito  $IUG_{12}$  es:

$$PVC \text{ IRAM NM } 247-3 \quad 2 \times (1 \times 2,5) + PE$$

9 – Sección de la puesta a tierra (PE)

De acuerdo a página 127  $PE = 2,5 \text{ mm}^2$

10 – Verificación de sección mínima.

De acuerdo a página 89 se verifica la sección mínima.

- **IUG (circuito hacia sanitarios:  $l=25 \text{ m}$ )**

Datos:

Demanda de Potencia Máxima Simultánea.  $C_{IUG13} = 2200 \text{ VA}$

Longitud  $l = 25 \text{ m}$

Temperatura ambiente  $T_a = 35^\circ \text{ C}$

## Agrupamiento 1

Conductor IRAM 2178, aislación PVC, consideramos el cable directamente enterrado.

*1 – Determinación de la corriente de proyecto:*

$$I_B = \frac{C_{IUG11}}{220V} = \frac{2200VA}{220 V} = 10 A$$

*2 – Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible:*

Factores de corrección según tablas 771.16.II.b (pág. 95), 771.16.VII.a y 771.16.II.b (pág. 108), respectivamente:

Por agrupamiento de circuitos  $f_A = 1$

Por temperatura suelo  $f_T = 1,05$

Por resistividad térmica del suelo para tierra húmeda  $f_R = 1,08$

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A \cdot f_R} = \frac{10 A}{1 \cdot 1,08 \cdot 1,05} = 8,9 A$$

Sección de conductor según tabla 771.16.VII (pág. 104)

$$s = 1,5 \text{ mm}^2 \Rightarrow I_Z = 29 A \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 1,05 = 33A$$

Como  $I_Z = 33A$  y  $I_B = 10A \Rightarrow I_Z \geq I_B$  Se verifica

*3 – Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección:*

Se debe verificar  $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Para cumplir la primer condición se selecciona un dispositivo de protección de corriente nominal  $I_n = 16 A$ .

El interruptor termomagnético seleccionado es según norma IEC 60898, del Catálogo Schnerider Electric.

*4 – Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:*

Se debe verificar  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$

Para pequeños interruptores automáticos IEC 60898, para  $I_n \leq 63 A$  (pág. 138):

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 16A = 23,2 A \leq 1,45 \cdot I_z = 1,45 \cdot 33A = 47,85 A$$

De manera que se cumple la condición.

*5 – Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:*

Como la corriente de cortocircuito en los bornes del Tablero Seccional General 1 es  $I''_{kTSG1} = 3333 A$ .



Seleccionamos un dispositivo de protección colocado en el Tablero Seccional General 1 según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 16 \text{ A}$ , bipolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6000 \text{ A}$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

### 6 – Verificación por máxima exigencia térmica:

Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla la siguiente expresión:

$$S^2 \geq \frac{I_{kTS1G}''^2 \cdot t}{k^2}$$

Donde  $I_{kTS1G}''$  es la corriente de corto circuito en la entrada del Tablero Seccional General 1.

Se toma de tabla 771.19.II (pág. 136), para conductor de cobre y sección inferior a  $300 \text{ mm}^2$ , un valor de  $k = 115$ .

El dispositivo de protección seleccionado tiene un tiempo de apertura de  $0,01 \text{ s}$  (catálogo). Los valores de  $I^2 \cdot t$  (pág. 232) disponibles contemplan interruptores de calibre  $\leq 16 \text{ A}$ , con lo cual de Tabla 771-H.IX obtenemos  $I^2 \cdot t = 42000$  se calcula la sección de la siguiente forma:

$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTS1G}''^2 \cdot t \Rightarrow 1,5^2 \cdot 115^2 \geq 42000 \Rightarrow 29756 \geq 42000$$

De modo que el conductor de  $1,5 \text{ mm}^2$  no está protegido por exigencia térmica, entonces adoptamos un conductor de mayor sección.

$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTS1}''^2 \cdot t \Rightarrow 2,5^2 \cdot 115^2 \geq 42000 \Rightarrow 82656 \geq 42000$$

Dado que la sección elegida es de  $2,5 \text{ mm}^2$  se verifica que el conductor estará protegido ante las exigencias térmicas.

*7 – Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:*

En función de la corriente de cortocircuito  $I_{kTS1}''$ , la sección calculada, el dispositivo de protección seleccionado, según tabla 771-H-VIII (pág. 231) de la reglamentación actúa con seguridad hasta longitudes de 81 m. Debido a que la longitud necesaria para nuestra instalación es aproximadamente de 25 m, no es necesario tomar un conductor de mayor sección.

*8 – Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:*

Según Reglamentación (pág. 89), la máxima caída de tensión admisible para una circuito terminal es de 2%,  $\Delta U_{adm} = 220 \text{ V} \cdot 2\% = 4,4 \text{ V}$ .

Siendo la caída de tensión

(pág. 141)

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot z$$

Donde  $k = 2$  para sistemas monofásicos,  $I$  es la corriente correspondiente al consumo total ( $I_B$ ),  $l$  es la longitud de conductor del circuito y  $z$  es la impedancia del conductor. Se desprecian para el cálculo los efectos inductivos.

Se calcula la resistividad del material conductor a la temperatura de trabajo de  $70^\circ\text{C}$ :

$$R_{2,5\text{mm}^2 70^\circ\text{C}} = R_{2,5\text{mm}^2 20^\circ\text{C}} [1 + \alpha(70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})] = 7,41 \frac{\Omega}{\text{km}} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 50^\circ\text{C} \right] = 8,87 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Entonces,

$$\Delta U = 2 \cdot 10 \text{ A} \cdot 0,025 \text{ km} \cdot 8,87 \frac{\Omega}{\text{km}} = 4,4 \text{ V}$$

Que es aproximadamente a 4,4 V.

De esta forma, para el conductor del circuito  $IUG_{13}$  es:

$$PVC \quad IRAM \quad 2178 \quad 1 \times (2 \times 2,5) + PE$$

9 – Sección de la puesta a tierra (PE)

De acuerdo a página 127  $PE = 2,5 \text{ mm}^2$

10 – Verificación de sección mínima.

De acuerdo a página 89 se verifica la sección mínima.

- **IUE**

Datos:

Demanda de Potencia Máxima Simultánea.  $C_{IUE11} = 2000 \text{ VA}$

Longitud  $l = 25 \text{ m}$

Temperatura ambiente  $T_a = 35^\circ \text{C}$

Agrupamiento 1

Conductor IRAM 247-3, aislación PVC.

*1 – Determinación de la corriente de proyecto:*

$$I_B = \frac{C_{IUE11}}{220V} = \frac{2000VA}{220 \text{ V}} = 9 \text{ A}$$

*2 – Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible:*

Factores de corrección según tablas 771.16.II.a y 771.16.II.b (pág. 95), respectivamente:

Por agrupamiento de circuitos  $f_A = 1$

Por temperatura ambiente  $f_T = 1,08$

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A \cdot f_R} = \frac{9A}{1 \cdot 1,08} = 8,33A$$

Sección de conductor según tabla 771.16.I (pág. 94)

$$s = 1,5 \text{ mm}^2 \Rightarrow I_Z = 15 \text{ A} \cdot 1,08 = 16,2 \text{ A}$$

Como  $I_Z = 16,2 \text{ A}$  y  $I_B = 9 \text{ A} \Rightarrow I_Z \geq I_B$  Se verifica

*3 – Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección:*

Se debe verificar  $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Para cumplir la primer condición se selecciona un dispositivo de protección de corriente nominal  $I_n = 16 \text{ A}$ .

El interruptor termomagnético seleccionado es según norma IEC 60898, del Catálogo Schnerider Electric.

*4 – Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:*

Se debe verificar  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$

Para pequeños interruptores automáticos IEC 60898, para  $I_n \leq 63 \text{ A}$  (pág. 138):

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 16 \text{ A} = 23,2 \text{ A} \leq 1,45 \cdot I_Z = 1,45 \cdot 16,2 \text{ A} = 23,49 \text{ A}$$

De manera que se cumple la condición.

*5 – Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:*

Como la corriente de cortocircuito en los bornes del Tablero Seccional General 1 es  $I''_{kTSG1} = 3333 A$ .

Seleccionamos un dispositivo de protección colocado en el Tablero Seccional General 1 según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 16 A$ , bipolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dccc} = 6000 A$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

*6 – Verificación por máxima exigencia térmica:*

Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla la siguiente expresión:

$$S^2 \geq \frac{I''_{kTSG1}{}^2 \cdot t}{k^2}$$

Donde  $I''_{kTSG1}$  es la corriente de corto circuito en la entrada del Tablero Seccional General 1.

Se toma de tabla 771.19.II (pág. 136), para conductor de cobre y sección inferior a  $300 mm^2$ , un valor de  $k = 115$ .

El dispositivo de protección seleccionado tiene un tiempo de apertura de  $0,01 s$  (catálogo). Los valores de  $I^2 \cdot t$  (pág. 232) disponibles contemplan interruptores de calibre  $\leq 16 A$ , con lo cual de Tabla 771-H.IX obtenemos  $I^2 \cdot t = 42000$  se calcula la sección de la siguiente forma:

$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTS1}''^2 \cdot t \Rightarrow 1,5^2 \cdot 115^2 \geq 42000 \Rightarrow 29756 \geq 42000$$

De modo que el conductor de  $1,5 \text{ mm}^2$  no está protegido por exigencia térmica, entonces adoptamos un conductor de mayor sección.

$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTS1}''^2 \cdot t \Rightarrow 2,5^2 \cdot 115^2 \geq 42000 \Rightarrow 82656 \geq 42000$$

Dado que la sección elegida es de  $2,5 \text{ mm}^2$  se verifica que el conductor estará protegido ante las exigencias térmicas.

#### *7 – Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:*

En función de la corriente de cortocircuito  $I_{kTSGI}''$ , la sección calculada, el dispositivo de protección seleccionado, según tabla 771-H-VIII (pág. 231) de la reglamentación actúa con seguridad hasta longitudes de 81 m. Debido a que la longitud necesaria para nuestra instalación es aproximadamente de 25 m, no es necesario tomar un conductor de mayor sección.

#### *8 – Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:*

Según Reglamentación (pág. 89), la máxima caída de tensión admisible para una circuito terminal es de 2%,  $\Delta U_{adm} = 220 \text{ V} \cdot 2\% = 4,4 \text{ V}$ .

Siendo la caída de tensión

(pág. 141)

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot z$$

Donde  $k = 2$  para sistemas monofásicos,  $I$  es la corriente correspondiente al consumo total ( $I_B$ ),  $l$  es la longitud de conductor del circuito y  $z$  es la impedancia del conductor. Se desprecian para el cálculo los efectos inductivos.

Se calcula la resistividad del material conductor a la temperatura de trabajo de  $70^\circ\text{C}$ :

$$R_{2,5\text{mm}^2 70^\circ\text{C}} = R_{2,5\text{mm}^2 20^\circ\text{C}} [1 + \alpha(70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})] = 7,41 \frac{\Omega}{\text{km}} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 50^\circ\text{C} \right] = 8,87 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Entonces,

$$\Delta U = 2 \cdot 9 \text{ A} \cdot 0,025 \text{ km} \cdot 8,87 \frac{\Omega}{\text{km}} = 3,99 \text{ V}$$

Que es menor a 4,4 V.

De esta forma, para el conductor del circuito  $IUE_{11}$  es:

$$PVC \quad IRAM \quad NM \quad 247 - 3 \quad 2 \times (1 \times 2,5) + PE$$

9 – Sección de la puesta a tierra (PE)

De acuerdo a página 127  $PE = 2,5 \text{ mm}^2$



*10 – Verificación de sección mínima.*

De acuerdo a página 89 se verifica la sección mínima.

- **TUG (circuito más desfavorable iluminación del sector de producción:  $l=25\text{ m}$ )**

Datos:

Demanda de Potencia Máxima Simultánea.  $C_{TUG13} = 2200\text{ VA}$

Longitud  $l = 25\text{ m}$

Temperatura ambiente  $T_a = 35^\circ\text{C}$

Agrupamiento 1

Conductor IRAM 247-3, aislación PVC.

*1 – Determinación de la corriente de proyecto:*

$$I_B = \frac{C_{TUG13}}{220V} = \frac{2200VA}{220\text{ V}} = 10\text{ A}$$

*2 – Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible:*

Factores de corrección según tablas 771.16.II.a y 771.16.II.b (pág. 95), respectivamente:

Por agrupamiento de circuitos  $f_A = 1$

Por temperatura ambiente  $f_T = 1,08$

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A \cdot f_R} = \frac{10A}{1 \cdot 1,08} = 9,2A$$

Sección de conductor según tabla 771.16.I (pág. 94)

$$s = 1,5 \text{ mm}^2 \Rightarrow I_Z = 15 \text{ A} \cdot 1,08 = 16,2A$$

Como  $I_Z = 16,2A$  y  $I_B = 8,9A \Rightarrow I_Z \geq I_B$  Se verifica

*3 – Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección:*

Se debe verificar  $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Para cumplir la primer condición se selecciona un dispositivo de protección de corriente nominal

$$I_n = 16 \text{ A}.$$

El interruptor termomagnético seleccionado es según norma IEC 60898, del Catálogo Schnerider Electric.

*4 – Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:*

Se debe verificar  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$

Para pequeños interruptores automáticos IEC 60898, para  $I_n \leq 63 A$  (pág. 138):

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 16A = 23,2 A \leq 1,45 \cdot I_z = 1,45 \cdot 16,2A = 23,49 A$$

De manera que se cumple la condición.

#### 5 – Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Como la corriente de cortocircuito en los bornes del Tablero Seccional General 1 es  $I''_{kTSG1} = 3333 A$ .

Seleccionamos un dispositivo de protección colocado en el Tablero Seccional General 1 según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 16 A$ , bipolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6000 A$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

#### 6 – Verificación por máxima exigencia térmica:

Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla la siguiente expresión:

$$S^2 \geq \frac{I''_{kTSG1}{}^2 \cdot t}{k^2}$$

Donde  $I''_{kTSG1}$  es la corriente de corto circuito en la entrada del Tablero Seccional General 1.

Se toma de tabla 771.19.II (pág. 136), para conductor de cobre y sección inferior a  $300 \text{ mm}^2$ , un valor de  $k = 115$ .

El dispositivo de protección seleccionado tiene un tiempo de apertura de  $0,01 \text{ s}$  (catálogo). Los valores de  $I^2 \cdot t$  (pág. 232) disponibles contemplan interruptores de calibre  $\leq 16 \text{ A}$ , con lo cual de Tabla 771-H.IX obtenemos  $I^2 \cdot t = 42000$  se calcula la sección de la siguiente forma:

$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTS1}''^2 \cdot t \Rightarrow 1,5^2 \cdot 115^2 \geq 42000 \Rightarrow 29756 \geq 42000$$

De modo que el conductor de  $1,5 \text{ mm}^2$  no está protegido por exigencia térmica, entonces adoptamos un conductor de mayor sección.

$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTS1}''^2 \cdot t \Rightarrow 2,5^2 \cdot 115^2 \geq 42000 \Rightarrow 82656 \geq 42000$$

Dado que la sección elegida es de  $2,5 \text{ mm}^2$  se verifica que el conductor estará protegido ante las exigencias térmicas.

### *7 – Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:*

En función de la corriente de cortocircuito  $I_{kTS1}''$ , la sección calculada, el dispositivo de protección seleccionado, según tabla 771-H-VIII (pág. 231) de la reglamentación actúa con seguridad hasta longitudes de  $81 \text{ m}$ . Debido a que la longitud necesaria para nuestra instalación es aproximadamente de  $30 \text{ m}$ , no es necesario tomar un conductor de mayor sección.

8 – Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Según Reglamentación (pág. 89), la máxima caída de tensión admisible para una circuito terminal es de 2%,  $\Delta U_{adm} = 220 V \cdot 2\% = 4,4 V$ .

Siendo la caída de tensión

(pág. 141)

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot z$$

Donde  $k = 2$  para sistemas monofásicos,  $I$  es la corriente correspondiente al consumo total ( $I_B$ ),  $l$  es la longitud de conductor del circuito y  $z$  es la impedancia del conductor. Se desprecian para el cálculo los efectos inductivos.

Se calcula la resistividad del material conductor a la temperatura de trabajo de  $70^\circ C$ :

$$R_{2,5mm^2 70^\circ C} = R_{2,5mm^2 20^\circ C} [1 + \alpha(70^\circ C - 20^\circ C)] = 7,41 \frac{\Omega}{km} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ C} \cdot 50^\circ C \right] = 8,87 \frac{\Omega}{km}$$

Entonces,

$$\Delta U = 2 \cdot 10 A \cdot 0,025 km \cdot 8,87 \frac{\Omega}{km} = 4,3 V$$

Que es menor a 4,4 V.

De esta forma, para el conductor del circuito  $TUG_{13}$  es:

*PVC IRAM NM 247-3 2×(1×2,5) + PE*

9 – *Sección de la puesta a tierra (PE)*

De acuerdo a página 127  $PE = 2,5 \text{ mm}^2$

10 – *Verificación de sección mínima.*

De acuerdo a página 89 se verifica la sección mínima.

- **TUE**

Datos:

Demanda de Potencia Máxima Simultánea.  $C_{TUE11} = 3300 \text{ VA}$

Longitud  $l = 15 \text{ m}$

Temperatura ambiente  $T_a = 35^\circ \text{C}$

Agrupamiento 1

Conductor IRAM 247-3, aislación PVC.

1 – *Determinación de la corriente de proyecto:*

$$I_B = \frac{C_{TUE11}}{220V} = \frac{3300VA}{220 \text{ V}} = 15 \text{ A}$$

2 – Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible:

Factores de corrección según tablas 771.16.II.a y 771.16.II.b (pág. 95), respectivamente:

Por agrupamiento de circuitos  $f_A = 1$

Por temperatura ambiente  $f_T = 1,08$

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A \cdot f_R} = \frac{15A}{1 \cdot 1,08} = 13,9A$$

Sección de conductor según tabla 771.16.I (pág. 94)

$$s = 1,5 \text{ mm}^2 \Rightarrow I_Z = 15 \text{ A} \cdot 1,08 = 16,2A$$

Como  $I_Z = 16,2A$  y  $I_B = 13,9A \Rightarrow I_Z \geq I_B$  Se verifica

3 – Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección:

Se debe verificar  $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Para cumplir la primer condición se selecciona un dispositivo de protección de corriente nominal

$I_n = 16 \text{ A}$ .

El interruptor termomagnético seleccionado es según norma IEC 60898, del Catálogo Schnerider Electric.

*4 – Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:*

Se debe verificar  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$

Para pequeños interruptores automáticos IEC 60898, para  $I_n \leq 63 A$  (pág. 138):

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 16A = 23,2 A \leq 1,45 \cdot I_z = 1,45 \cdot 16,2A = 23,49 A$$

De manera que se cumple la condición.

*5 – Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:*

Como la corriente de cortocircuito en los bornes del Tablero Seccional General 1 es  $I''_{KTSGL} = 3333 A$ .

Seleccionamos un dispositivo de protección colocado en el Tablero Seccional General 1 según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 16 A$ , bipolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dccc} = 6000 A$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

*6 – Verificación por máxima exigencia térmica:*

Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla la siguiente expresión:



$$S^2 \geq \frac{I_{kTSG1}''^2 \cdot t}{k^2}$$

Donde  $I_{kTSG1}''$  es la corriente de corto circuito en la entrada del Tablero Seccional General 1.

Se toma de tabla 771.19.II (pág. 136), para conductor de cobre y sección inferior a  $300 \text{ mm}^2$ , un valor de  $k = 115$ .

El dispositivo de protección seleccionado tiene un tiempo de apertura de  $0,01 \text{ s}$  (catálogo). Los valores de  $I^2 \cdot t$  (pág. 232) disponibles contemplan interruptores de calibre  $\leq 16 \text{ A}$ , con lo cual de Tabla 771-H.IX obtenemos  $I^2 \cdot t = 42000$  se calcula la sección de la siguiente forma:

$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTSG1}''^2 \cdot t \Rightarrow 1,5^2 \cdot 115^2 \geq 42000 \Rightarrow 29756 \geq 42000$$

De modo que el conductor de  $1,5 \text{ mm}^2$  no está protegido por exigencia térmica, entonces adoptamos un conductor de mayor sección.

$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTSG1}''^2 \cdot t \Rightarrow 2,5^2 \cdot 115^2 \geq 42000 \Rightarrow 82656 \geq 42000$$

Dado que la sección elegida es de  $2,5 \text{ mm}^2$  se verifica que el conductor estará protegido ante las exigencias térmicas.

*7 – Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:*

En función de la corriente de cortocircuito  $I''_{kTSGI}$ , la sección calculada, el dispositivo de protección seleccionado, según tabla 771-H-VIII (pág. 231) de la reglamentación actúa con seguridad hasta longitudes de 81 m. Debido a que la longitud necesaria para nuestra instalación es aproximadamente de 15 m, no es necesario tomar un conductor de mayor sección.

#### 8 – Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:

Según Reglamentación (pág. 89), la máxima caída de tensión admisible para una circuito terminal es de 2%,  $\Delta U_{adm} = 220 V \cdot 2\% = 4,4 V$ .

Siendo la caída de tensión

(pág. 141)

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot z$$

Donde  $k = 2$  para sistemas monofásicos,  $I$  es la corriente correspondiente al consumo total ( $I_B$ ),  $l$  es la longitud de conductor del circuito y  $z$  es la impedancia del conductor. Se desprecian para el cálculo los efectos inductivos.

Se calcula la resistividad del material conductor a la temperatura de trabajo de 70° C:

$$R_{2,5mm^2 70^\circ C} = R_{2,5mm^2 20^\circ C} [1 + \alpha(70^\circ C - 20^\circ C)] = 7,41 \frac{\Omega}{km} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ C} \cdot 50^\circ C \right] = 8,87 \frac{\Omega}{km}$$

Entonces,

$$\Delta U = 2 \cdot 15 \text{ A} \cdot 0,015 \text{ km} \cdot 8,87 \frac{\Omega}{\text{km}} = 3,99 \text{ V}$$

Que es menor a 4,4 V.

De esta forma, para el conductor del circuito  $TUE_{11}$  es:

$$PVC \quad IRAM \quad NM \quad 247-3 \quad 2 \times (1 \times 2,5) + PE$$

9 – Sección de la puesta a tierra (PE)

De acuerdo a página 127  $PE = 2,5 \text{ mm}^2$

10 – Verificación de sección mínima.

De acuerdo a página 89 se verifica la sección mínima.

- **ACU (circuito más desfavorable: equipo de frío mas alejado:  $l=25 \text{ m}$ )**

Datos:

Demanda de Potencia Máxima Simultánea.  $C_{ACU11} = 5500 \text{ VA}$

Longitud  $l = 25 \text{ m}$

Temperatura ambiente  $T_a = 35^\circ \text{ C}$

### Agrupamiento 1

Conductor IRAM 247-3, aislación PVC.

*1 – Determinación de la corriente de proyecto:*

$$I_B = \frac{C_{ACU11}}{1,73 \times 380 \text{ V}} = \frac{5500 \text{ VA}}{1,73 \times 380 \text{ V}} = 8,4 \text{ A}$$

*2 – Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible:*

Factores de corrección según tablas 771.16.II.a y 771.16.II.b (pág. 95), respectivamente:

Por agrupamiento de circuitos  $f_A = 1$

Por temperatura ambiente  $f_T = 1,08$

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A \cdot f_R} = \frac{8,4 \text{ A}}{1 \cdot 1,08} = 7,77 \text{ A}$$

Sección de conductor según tabla 771.16.I (pág. 94)

$$s = 2,5 \text{ mm}^2 \Rightarrow I_Z = 21 \text{ A} \cdot 1 \cdot 1,08 = 22,68 \text{ A}$$

Como  $I_Z = 22,68 \text{ A}$  y  $I_B = 8,4 \text{ A} \Rightarrow I_Z \geq I_B$  Se verifica

*3 – Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección:*

Se debe verificar  $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Para cumplir la primer condición se selecciona un dispositivo de protección de corriente nominal  $I_n = 20 A$ .

El interruptor termomagnético seleccionado es según norma IEC 60898, del Catálogo Schnerider Electric.

*4 – Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:*

Se debe verificar  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$

Para pequeños interruptores automáticos IEC 60898, para  $I_n \leq 63 A$  (pág. 138):

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 20A = 29A \leq 1,45 \cdot I_z = 1,45 \cdot 22,68A = 32,9 A$$

De manera que se cumple la condición.

*5 – Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:*

Como la corriente de cortocircuito en los bornes del Tablero Seccional General 1 es  $I''_{KTSGL} = 3333 A$ .

Seleccionamos un dispositivo de protección colocado en el Tablero Seccional General 1 según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 20 A$ , tetrapolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6000 A$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

#### 6 – Verificación por máxima exigencia térmica:

Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla la siguiente expresión:

$$S^2 \geq \frac{I_{kTSGI}''^2 \cdot t}{k^2}$$

Donde  $I_{kTSGI}''$  es la corriente de corto circuito en la entrada del Tablero Seccional General 1.

Se toma de tabla 771.19.II (pág. 136), para conductor de cobre y sección inferior a  $300 mm^2$ , un valor de  $k = 115$ .

El dispositivo de protección seleccionado tiene un tiempo de apertura de  $0,01 s$  (catálogo). Los valores de  $I^2 \cdot t$  (pág. 232) disponibles contemplan interruptores de calibre  $\leq 32 A$ , con lo cual de Tabla 771-H.IX obtenemos  $I^2 \cdot t = 55000$  se calcula la sección de la siguiente forma:

$$S^2 \cdot k^2 \geq I_{kTSGI}''^2 \cdot t \Rightarrow 2,5^2 \cdot 115^2 \geq 55000 \Rightarrow 82656 \geq 55000$$

Dado que la sección elegida es de  $2,5 mm^2$  se verifica que el conductor estará protegido ante las exigencias térmicas.

*7 – Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:*

En función de la corriente de cortocircuito  $I''_{kTS1}$ , la sección calculada, el dispositivo de protección seleccionado, según tabla 771-H-VIII (pág. 231) de la reglamentación actúa con seguridad hasta longitudes de 101 m. Debido a que la longitud necesaria para nuestra instalación es aproximadamente de 25 m, no es necesario tomar un conductor de mayor sección.

*8 – Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:*

Según Reglamentación (pág. 89), la máxima caída de tensión admisible para una circuito terminal es de 2%,  $\Delta U_{adm} = 380 V \cdot 2\% = 7,6 V$ .

Pero en este caso como consideramos al circuito como una alimentación sólo a motores, debemos considerar una caída del 5% en régimen y del 15% en arranque. Como ya tenemos una caída del 1% desde el Tablero Principal al Tablero Seccional General 1 ahora debemos verificar la caída del 4% en régimen y 14% en arranque.

$$\Delta U_{adm} = 380 V \cdot 4\% = 15,2V .$$

$$\Delta U_{adm} = 380 V \cdot 14\% = 53,2V$$

Siendo la caída de tensión

(pág. 141)

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot z$$

Donde  $k = 1,73$  para sistemas trifásicos,  $I$  es la corriente correspondiente al consumo total ( $I_B$ ),  $l$  es la longitud de conductor del circuito y  $z$  es la impedancia del conductor. Se desprecian para el cálculo los efectos inductivos.

Se calcula la resistividad del material conductor a la temperatura de trabajo de  $70^\circ\text{C}$ :

$$R_{2,5\text{mm}^2 70^\circ\text{C}} = R_{2,5\text{mm}^2 20^\circ\text{C}} [1 + \alpha(70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})] = 7,41 \frac{\Omega}{\text{km}} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 50^\circ\text{C} \right] = 8,8 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Entonces en régimen,

$$\Delta U = 1,73 \cdot 8,4 \text{ A} \cdot 0,025 \text{ km} \cdot 8,8 \frac{\Omega}{\text{km}} = 3,2 \text{ V}$$

Que es menor a  $15,2 \text{ V}$ .

En arranque consideramos 7 veces la corriente de régimen.

$$\Delta U = 1,73 \cdot 7 \times 8,4 \text{ A} \cdot 0,025 \text{ km} \cdot 8,8 \frac{\Omega}{\text{km}} = 22,37 \text{ V}$$

Que es menor a  $53,2 \text{ V}$ .

De esta forma, para el conductor del circuito  $ACU_{11}$  es:

$$PVC \quad IRAM \quad NM \quad 247 - 3 \quad 3 \times (1 \times 2,5) + PE$$

9 – Sección de la puesta a tierra (PE)



De acuerdo a página 127  $PE = 2,5 \text{ mm}^2$

*10 – Verificación de sección mínima.*

De acuerdo a página 89 se verifica la sección mínima.

- **OCE (circuito más desfavorable: el más alejado de los bancos de calidad:  $l=15 \text{ m}$ )**

Datos:

Demanda de Potencia Máxima Simultánea.  $C_{OCE11} = 8334 \text{ VA}$

Longitud  $l = 15 \text{ m}$

Temperatura ambiente  $T_a = 35^\circ \text{C}$

Agrupamiento 1

Conductor IRAM 247-3, aislación PVC.

*1 – Determinación de la corriente de proyecto:*

$$I_B = \frac{C_{OCE11}}{220V} = \frac{8334VA}{220 \text{ V}} = 37,9 \text{ A}$$

*2 – Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible:*

Factores de corrección según tablas 771.16.II.a y 771.16.II.b (pág. 95), respectivamente:

Por agrupamiento de circuitos  $f_A = 1$

Por temperatura ambiente  $f_T = 1,08$

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A \cdot f_R} = \frac{37,9A}{1 \cdot 1,08} = 35A$$

Sección de conductor según tabla 771.16.I (pág. 94)

$$s = 10 \text{ mm}^2 \Rightarrow I_Z = 50 \text{ A} \cdot 1,08 = 54A$$

Como  $I_Z = 54A$  y  $I_B = 37,9A \Rightarrow I_Z \geq I_B$  Se verifica

*3 – Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección:*

Se debe verificar  $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Para cumplir la primer condición se selecciona un dispositivo de protección de corriente nominal

$$I_n = 50 \text{ A}.$$

El interruptor termomagnético seleccionado es según norma IEC 60898, del Catálogo Schnerider Electric.

*4 – Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:*

Se debe verificar  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$

Para pequeños interruptores automáticos IEC 60898, para  $I_n \leq 63 A$  (pág. 138):

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 50A = 72,5 A \leq 1,45 \cdot I_z = 1,45 \cdot 54A = 78,3 A$$

De manera que se cumple la condición.

#### 5 – Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:

Como la corriente de cortocircuito en los bornes del Tablero Seccional 1 es  $I''_{kTS1} = 2100 A$ .

Seleccionamos un dispositivo de protección colocado en el Tablero Seccional General 1 según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 50 A$ , bipolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dccc} = 6000 A$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

#### 6 – Verificación por máxima exigencia térmica:

Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla la siguiente expresión:

$$S \geq \frac{I''_{kTS2} \cdot \sqrt{t}}{k}$$

Donde  $I''_{kTS1}$  es la corriente de corto circuito en la entrada del Tablero Seccional 1.

Se toma de tabla 771.19.II (pág. 136), para conductor de cobre y sección inferior a  $300 \text{ mm}^2$ , un valor de  $k = 115$ .

El dispositivo de protección seleccionado tiene un tiempo de apertura de  $0,01 \text{ s}$  (catálogo).

Entonces tenemos:

$$10 \text{ mm}^2 \geq \frac{2100 \cdot \sqrt{0,01}}{115} = 1,82 \text{ mm}^2$$

Dado que la sección elegida es de  $10 \text{ mm}^2$  se verifica que el conductor estará protegido ante las exigencias térmicas

#### *7 – Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:*

En función de la corriente de cortocircuito  $I''_{kTS1}$ , la sección calculada, el dispositivo de protección seleccionado, según tabla 771-H-VIII (pág. 231) de la reglamentación actúa con seguridad hasta longitudes de 128 m. Debido a que la longitud necesaria para nuestra instalación es aproximadamente de 15 m, no es necesario tomar un conductor de mayor sección.

#### *8 – Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:*

Según Reglamentación (pág. 89), la máxima caída de tensión admisible para un circuito terminal es de 3% en este caso ya que entre el Tablero Principal, pasando por el Tablero Seccional General 1 y el

Tablero Seccional 1 ya tenemos una caída de menos de 1%, por lo que nos queda una caída de 2%

$$\Delta U_{adm} = 220 V \cdot 2\% = 4,4 V.$$

Siendo la caída de tensión

(pág. 141)

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot z$$

Donde  $k = 2$  para sistemas monofásicos,  $I$  es la corriente correspondiente al consumo total ( $I_B$ ),  $l$  es la longitud de conductor del circuito y  $z$  es la impedancia del conductor. Se desprecian para el cálculo los efectos inductivos.

Se calcula la resistividad del material conductor a la temperatura de trabajo de  $70^\circ C$ :

$$R_{10mm^2 70^\circ C} = R_{10mm^2 20^\circ C} \left[ 1 + \alpha (70^\circ C - 20^\circ C) \right] = 1,83 \frac{\Omega}{km} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ C} \cdot 50^\circ C \right] = 2,18 \frac{\Omega}{km}$$

Entonces,

$$\Delta U = 2 \cdot 37,9 A \cdot 0,013 km \cdot 2,18 \frac{\Omega}{km} = 2,14 V$$

Que es menor a 4,4 V.

De esta forma, para el conductor del circuito  $OCE_{13}$  es:

$$PVC \quad IRAM \quad NM \quad 247 - 3 \quad 2 \times (1 \times 10) + PE$$

9 – Sección de la puesta a tierra (PE)

De acuerdo a página 127  $PE = 10 \text{ mm}^2$

*10 – Verificación de sección mínima.*

De acuerdo a página 89 se verifica la sección mínima.

- **OCE (circuito de la sala del compresor:  $l=15 \text{ m}$ ) (TS2)**

Datos:

Demanda de Potencia Máxima Simultánea.  $C_{OCE1-21} = 21000 \text{ VA}$

Longitud  $l = 15 \text{ m}$

Temperatura ambiente  $T_a = 35^\circ \text{C}$

Agrupamiento 1

Conductor IRAM 247-3, aislación PVC.

*1 – Determinación de la corriente de proyecto:*

$$I_B = \frac{C_{OCE1-21}}{1,73 \times 380 \text{ V}} = \frac{21000 \text{ VA}}{1,73 \times 380 \text{ V}} = 32 \text{ A}$$

*2 – Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible:*

Factores de corrección según tablas 771.16.II.a y 771.16.II.b (pág. 95), respectivamente:

Por agrupamiento de circuitos  $f_A = 1$

Por temperatura ambiente  $f_T = 1,08$

$$I_Z' = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A \cdot f_R} = \frac{32A}{1 \cdot 1,08} = 29,6A$$

Sección de conductor según tabla 771.16.I (pág. 94)

$$s = 10 \text{ mm}^2 \Rightarrow I_Z = 44 \text{ A} \cdot 1 \cdot 1,08 = 48A$$

Como  $I_Z = 48A$  y  $I_B = 32A \Rightarrow I_Z \geq I_B$  Se verifica

*3 – Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección:*

Se debe verificar  $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Para cumplir la primer condición se selecciona un dispositivo de protección de corriente nominal  $I_n = 40 \text{ A}$ .

El interruptor termomagnético seleccionado es según norma IEC 60898, del Catálogo Schnerider Electric.

*4 – Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga:*

Se debe verificar  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$

Para pequeños interruptores automáticos IEC 60898, para  $I_n \leq 63 A$  (pág. 138):

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 40A = 58 A \leq 1,45 \cdot I_Z = 1,45 \cdot 48A = 69,6 A$$

De manera que se cumple la condición.

*5 – Determinación de la corriente de cortocircuito máxima:*

Como la corriente de cortocircuito en los bornes del Tablero Seccional 2 es  $I''_{kTS2} = 1500 A$ .

Seleccionamos un dispositivo de protección colocado en el Tablero Seccional 2 según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 40 A$ , tetrapolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6000 A$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

*6 – Verificación por máxima exigencia térmica:*

Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla la siguiente expresión:

$$S \geq \frac{I''_{kTS2} \cdot \sqrt{t}}{k}$$



Donde  $I''_{kTS2}$  es la corriente de corto circuito en la entrada del Tablero Seccional 2.

Se toma de tabla 771.19.II (pág. 136), para conductor de cobre y sección inferior a  $300 \text{ mm}^2$ , un valor de  $k = 115$ .

El dispositivo de protección seleccionado tiene un tiempo de apertura de  $0,01 \text{ s}$  (catálogo).

Entonces tenemos:

$$10 \text{ mm}^2 \geq \frac{1500 \cdot \sqrt{0,01}}{115} = 1,3 \text{ mm}^2$$

Dado que la sección elegida es de  $10 \text{ mm}^2$  se verifica que el conductor estará protegido ante las exigencias térmicas

*7 – Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito:*

En función de la corriente de cortocircuito  $I''_{kTS2}$ , la sección calculada, el dispositivo de protección seleccionado, según tabla 771-H-VIII (pág. 231) de la reglamentación actúa con seguridad hasta longitudes de 248 m. Debido a que la longitud necesaria para nuestra instalación es aproximadamente de 15 m, no es necesario tomar un conductor de mayor sección.

*8 – Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito:*

Según Reglamentación (pág. 89), la máxima caída de tensión admisible para un circuito terminal es de 3% en este caso ya que entre el Tablero Principal, pasando por el Tablero Seccional General 1 y el Tablero Seccional 1 y Tablero Seccional 2 ya tenemos una caída de aproximadamente 2,5%, por lo que nos queda una caída de 0,5%  $\Delta U_{adm} = 380 V \cdot 1\% = 1,9 V$ .

Pero en este caso como consideramos al circuito como una alimentación solo a motores, debemos considerar una caída del 5% en régimen y del 15% en arranque. Como ya tenemos una caída del 2,5% desde el Tablero Principal al Tablero Seccional 2 ahora debemos verificar la caída del 2,5% en régimen y 12,5% en arranque.

$$\Delta U_{adm} = 380 V \cdot 2,5\% = 9,5V .$$

$$\Delta U_{adm} = 380 V \cdot 12,5\% = 47,5V$$

Siendo la caída de tensión

(pág. 141)

$$\Delta U = k \cdot I \cdot l \cdot z$$

Donde  $k = 1,73$  para sistemas trifásicos,  $I$  es la corriente correspondiente al consumo total ( $I_B$ ),  $l$  es la longitud de conductor del circuito y  $z$  es la impedancia del conductor. Se desprecian para el cálculo los efectos inductivos.

Se calcula la resistividad del material conductor a la temperatura de trabajo de 70° C:

$$R_{10mm^2 70^\circ C} = R_{10mm^2 20^\circ C} [1 + \alpha(70^\circ C - 20^\circ C)] = 1,83 \frac{\Omega}{km} \left[ 1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ C} \cdot 50^\circ C \right] = 2,18 \frac{\Omega}{km}$$

Entonces en régimen,

$$\Delta U = 1,73 \cdot 32 \text{ A} \cdot 0,015 \text{ km} \cdot 2,18 \frac{\Omega}{\text{km}} = 1,8 \text{ V}$$

Que es menor a 9,5 V.

En arranque consideramos 10 veces la corriente de régimen.

$$\Delta U = 1,73 \cdot 10 \times 32 \text{ A} \cdot 0,015 \text{ km} \cdot 2,18 \frac{\Omega}{\text{km}} = 18 \text{ V}$$

Que es menor a 47,5 V.

De esta forma, para el conductor del circuito  $OCE_{1-21}$  es:

$$PVC \quad IRAM \quad NM \quad 247-3 \quad 3 \times (1 \times 10) + PE$$

9 – Sección de la puesta a tierra (PE)

De acuerdo a página 127  $PE = 10 \text{ mm}^2$

10 – Verificación de sección mínima.

De acuerdo a página 89 se verifica la sección mínima.

### 4.3.3 - CANALIZACIONES

De la Tabla 771.12.IX (pág. 83 y 84) vamos a determinar las cañerías a utilizar. En el caso de tendidos directamente enterrados se basa según 771.12.4.2.1 (página 86),

#### 4.3.3.1 – Circuitos Principales:

- *Tablero Principal 1 (Local comercial)*

Para conductor *PVC IRAM NM 247-3 4×(1×50)*, se selecciona un caño de acero semipesado **RS 51 de 1662 mm<sup>2</sup>** de sección.

Clase II

#### 4.3.3.2 – Circuitos Seccionales:

##### *Tablero Seccional General 1*

Para conductor *PVC IRAM 2178 1×(3×25+1×16)+PE*, directamente enterrado.

##### *Tablero Seccional 1*

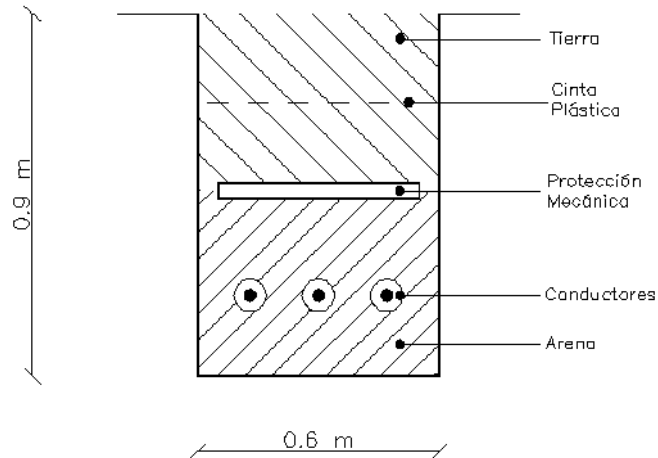
Para conductor *PVC IRAM* 2178  $1 \times (4 \times 16) + PE$ , directamente enterrado.

### *Tablero Seccional 2*

Para conductor *PVC IRAM* 2178  $1 \times (4 \times 6) + PE$ , directamente enterrado.

Los conductores irán directamente enterrados a 70 cm de la superficie, dentro de una zanja cuyas dimensiones son 60 cm de ancho por 90 cm de profundidad. Se colocarán las protecciones mecánicas correspondientes, así como los elementos de seguridad y los materiales de relleno exigidos por la Reglamentación. En todas las instalaciones subterráneas de energía se colocará una advertencia constituida por una cinta indicadora de color negro y amarillo, de 0,20 m de ancho, de marcación indeleble y material resistente a la agresividad del terreno.

Las dimensiones y la composición de la zanja se muestran en la figura siguiente.



Se coloca una capa de arena fina, luego, el conductor, otra capa de arena y para protección mecánica se colocarán ladrillos de arcilla cocida más la cinta indicada anteriormente.

A la entrada y salida de cada caja de derivación, se realizará una omega, respetado que su diámetro sea 10 veces es diámetro del cable, para reserva en caso de futuras reparaciones.

#### 4.3.3.3 – Circuitos Terminales:

- *IUG*

Para conductor *PVC IRAM NM 247-3 2×(1×2,5)+PE*, se selecciona un caño de acero semipesado **RS 16 de 132 mm<sup>2</sup>** de sección.

- *TUG*

Para conductor *PVC IRAM NM 247-3 2×(1×2,5)+PE*, se selecciona un caño de acero semipesado **RS 16 de 132 mm<sup>2</sup>** de sección.

- *IUE*

Para conductor *PVC IRAM NM 247-3 2×(1×2,5)+PE*, se selecciona un caño de acero semipesado **RS 16 de 132 mm<sup>2</sup>** de sección.

- *TUE*

Para conductor *PVC IRAM NM 247-3 2×(1×2,5)+PE*, se selecciona un caño de acero semipesado **RS 16 de 132 mm<sup>2</sup>** de sección.

- *OCE (bancos de control de calidad)*

Para conductor *PVC IRAM NM 247-3 2×(1×10)+PE*, se selecciona un caño de acero semipesado **RS 25 de 346 mm<sup>2</sup>** de sección.

- *OCE (equipo compresor)*

Para conductor *PVC IRAM NM 247-3 3×(1×10)+PE*, se selecciona un caño de acero semipesado **RS 32 de 616 mm<sup>2</sup>** de sección.

- *ACU (equipos de frío)*

Para conductor *PVC IRAM NM 247-3 3×(1×2,5)+PE*, se selecciona un caño de acero semipesado **RS 19 de 177 mm<sup>2</sup>** de sección.

#### 4.3.4 - TABLEROS

De la Tabla 771.12.IX (pág. 234 y 235) vamos a determinar la potencia a disipar de los Tableros a utilizar.

##### 4.3.4.1 – Cálculo del Tablero Principal 1

- *Tablero Principal 1*

Dispositivos de protección:

- Interruptor termomagnético según norma IEC 60947-2, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 125 A$ , tetrapolar C120N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 10 kA$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.
- Interruptor diferencial, del Schneider Electric de  $I_n = 125 A$ , tetrapolar, sensibilidad 300 mA. (Adoptamos una corriente nominal igual o mayor al del interruptor termomagnético para no afectar al interruptor diferencial contra sobrecargas y tener una mayor vida útil). Además debe ser Selectivo para un tiempo de respuesta mayor al de los interruptores diferenciales aguas estables.

Según Tabla 771-H.XII obtenemos la potencia disipada por polo a corriente nominal.

	Circuito	Potencia disipada por polo [W]	Nº de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección ( $P_d$ ) [W]	Factor de simultaneidad para los circuito de entrada $K_e$ y de salida K	Potencia disipada por los dispositivos de protección afectada por $K_e^2$ y $K^2$ [W]
Circuito de	LAD <sub>1</sub>	20	4	80	0,85	57,8



entrada						
Circuito de salida	CSG <sub>1</sub>	20	4	80	0,85	57,8
Total (P <sub>dp</sub> )						115,6

$$K_e = 0,85$$

$$K = \frac{K_e \cdot I_{entrada}}{I_{salida}} = \frac{0,85 \cdot 125}{125} = 0,85$$

Potencia total disipada en el tablero:

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

$0,2 P_{dp}$  = potencia total disipada por las conexiones, los tomacorrientes, los interruptores diferenciales, etc.

$P_{au}$  = potencia disipada por otros dispositivos instalados en el tablero y no incluidos en  $P_{dp}$ .

$$P_{total} = P_{dp} + 0,2P_{dp} + P_{au} = 115,6[W] + 0,2 \cdot 115,6[W] + 0 = 138,72[W]$$

$$P_{total} \leq P_{de} \Rightarrow 138,72[W] \leq 140[W]$$

Se debe seleccionar una envolvente o gabinete que cumpla IEC 60670-24 y que tenga una potencia máxima disipable ( $P_{de}$ ) declarado por el fabricante y certificada, como mínimo igual a 140[W]. además

debe ser de Clase II con un grado de protección no inferior a IP54, debido a la instalación a la intemperie, con respecto a la capacidad se deberá tener una reserva para eventuales ampliaciones de por lo menos 20%.

- *Tablero Seccional General 1*

Dispositivos de protección:

Circuito General:

- Interruptor termomagnético según norma IEC 60947-2, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 125 A$ , tetrapolar C120N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 10 kA$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

Circuito que alimenta al Tablero Seccional 1:

- Interruptor termomagnético según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 80 A$ , tetrapolar C120N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6 kA$ .

Circuitos terminales:

IUG<sub>11</sub> - IUG<sub>12</sub> - IUG<sub>13</sub> - IUE<sub>11</sub> - TUE<sub>11</sub>

- Interruptor termomagnético para cada circuito según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 16 A$ , bipolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6000 A$ .
- Interruptor diferencial único para proteger a los cinco circuitos, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 80 A$ , tetrapolar, sensibilidad 30 mA. (Adoptamos una corriente nominal mayor a la suma de las nominales de los interruptores termomagnéticos para no afectar al interruptor diferencial contra sobrecargas y tener una mayor vida útil)

### TUG<sub>11</sub> - TUG<sub>12</sub>

- Interruptor termomagnético para cada circuito según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 16 A$ , bipolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6000 A$ .
- Interruptor diferencial único para proteger ambos circuitos, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 40 A$ , bipolar, sensibilidad 30 mA. (Adoptamos una corriente nominal mayor a la suma de las nominales de los interruptores termomagnéticos para no afectar al interruptor diferencial contra sobrecargas y tener una mayor vida útil)

### TUG<sub>13</sub> - TUG<sub>14</sub>

- Interruptor termomagnético para cada circuito según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 16 A$ , bipolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6000 A$ .
- Interruptor diferencial único para proteger ambos circuitos, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 40 A$ , bipolar, sensibilidad 30 mA. (Adoptamos una corriente nominal mayor a la suma de las nominales de los interruptores termomagnéticos para no afectar al interruptor diferencial contra sobrecargas y tener una mayor vida útil)

### ACU<sub>11</sub> - ACU<sub>12</sub>

- Interruptor termomagnético para cada circuito según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 20 A$ , tripolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6000 A$ .
- Interruptor diferencial para proteger ambos circuitos, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 63 A$ , tetrapolar, sensibilidad 30 mA. (Adoptamos una corriente nominal mayor al del interruptor termomagnético para no afectar al interruptor diferencial contra sobrecargas y tener una mayor vida útil)

Según Tabla 771-H.XII obtenemos la potencia disipada por polo a corriente nominal.

	Circuito	Potencia disipada por polo [W]	N° de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección ( $P_d$ ) [W]	Factor de simultaneidad para los circuito de entrada $K_e$ y de salida $K$	Potencia disipada por los dispositivos de protección afectada por $K_e^2$ y $K^2$ [W]
Circuito de entrada	<b>CSG<sub>1</sub></b>	20	4	80	0,85	68
Circuitos de salida 1	<b>CS<sub>1</sub></b>	15	4	60	0,35	21
	<b>01</b> TUG <sub>11</sub> TUG <sub>12</sub>	7,5	2	15	0,35	5,25
	<b>02</b> TUG <sub>13</sub> TUG <sub>14</sub>	7,5	2	15	0,35	5,25
	<b>03</b> IUG <sub>11</sub> IUG <sub>12</sub> IUG <sub>13</sub> TUE <sub>11</sub> IUE <sub>11</sub>	15	4	60	0,35	21
	<b>04</b> ACU <sub>11</sub> ACU <sub>12</sub>	13	3	39	0,35	13,65
Circuitos de salida 2	TUG <sub>11</sub>	3,5	2	7	0,35	2,45
	TUG <sub>12</sub>	3,5	2	7	0,35	2,45
	TUG <sub>13</sub>	3,5	2	7	0,35	2,45
	TUG <sub>14</sub>	3,5	2	7	0,35	2,45
	IUG <sub>11</sub>	3,5	2	7	0,44	3,08
	IUG <sub>12</sub>	3,5	2	7	0,44	3,08
	IUG <sub>13</sub>	3,5	2	7	0,44	3,08
	TUE <sub>11</sub>	3,5	2	7	0,44	3,08
	IUE <sub>11</sub>	3,5	2	7	0,44	3,08
	ACU <sub>11</sub>	4,5	3	9	0,55	3,85
	ACU <sub>12</sub>	4,5	3	9	0,55	3,85
<b>Total (<math>P_{dp}</math>)</b>						<b>167</b>

Como es alimentación trifásica tenemos en cuenta de cada fase cual es la corriente de salida.

Circuito	01 (80 [A])					02 (40 [A])		03 (40 [A])		04 (63 [A])		TS 1
	IUG <sub>11</sub>	IUG <sub>12</sub>	IUG <sub>13</sub>	IUE <sub>11</sub>	TUE <sub>11</sub>	TUG <sub>11</sub>	TUG <sub>12</sub>	TUG <sub>13</sub>	TUG <sub>14</sub>	ACU <sub>11</sub>	ACU <sub>12</sub>	
In [A]	16	16	16	16	16	16	16	16	16	20	20	80
Fase	R	T	R	T	S	R	R	S	S	RST	RST	RST

Entrada:

$$K_e = 0,85$$

Circuito de primer nivel:

Como salen diferentes circuitos por cada fase, que son alimentados desde interruptores diferenciales:

$$K_1 = \frac{K_e \cdot I_{entrada}}{I_{salida}} = \frac{0,85 \cdot 125}{303} = 0,35$$

Circuito de segundo nivel:

Se agrupan los circuitos terminales como se mostró en las tablas anteriores para protegerlos por un diferencial:

$$K_2 = \frac{K_1 \cdot I_{entrada}}{I_{salida}} = \frac{0,35 \cdot 80}{80} = 0,35$$

$$K_3 = \frac{K_1 \cdot I_{entrada}}{I_{salida}} = \frac{0,35 \cdot 40}{32} = 0,44$$

$$K_4 = \frac{K_1 \cdot I_{entrada}}{I_{salida}} = \frac{0,35 \cdot 40}{32} = 0,44$$

$$K_5 = \frac{K_1 \cdot I_{entrada}}{I_{salida}} = \frac{0,35 \cdot 63}{40} = 0,55$$

$$P_{total} = P_{dp} + 0,2P_{dp} + P_{au} = 167[W] + 0,2 \cdot 167[W] + 0 = 200[W]$$

$$P_{total} \leq P_{de} \Rightarrow 200[W] \leq 200[W]$$

Se debe seleccionar una envolvente o gabinete que cumpla IEC 60670-24 y que tenga una potencia máxima disipable ( $P_{de}$ ) declarado por el fabricante y certificada, como mínimo igual a 200 [W] además debe ser con un grado de protección no inferior a IP41, con respecto a la capacidad se deberá tener una reserva para eventuales ampliaciones de por lo menos 20%.

- *Tablero Seccional I*

Dispositivos de protección:

Circuito General:

- Interruptor termomagnético según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 80 A$ , tetrapolar C120N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6 kA$ , por lo tanto actuará de forma segura ante un cortocircuito.

Circuito que alimenta al Tablero Seccional 2:

- Interruptor termomagnético según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 50 A$ , tetrapolar C120N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6 kA$ .

Circuitos terminales:

OCE<sub>1-11</sub> - OCE<sub>1-12</sub> - OCE<sub>1-13</sub>

- Interruptor termomagnético para cada circuito según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 50 A$ , bipolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6000 A$ .
- Interruptor diferencial para proteger cada circuito, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 63 A$ , bipolar, sensibilidad 30 mA. (Adoptamos una corriente nominal mayor al del interruptor termomagnético para no afectar al interruptor diferencial contra sobrecargas y tener una mayor vida útil)

Según Tabla 771-H.XII obtenemos la potencia disipada por polo a corriente nominal.

	Circuito	Potencia disipada por polo [W]	Nº de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección ( $P_d$ ) [W]	Factor de simultaneidad para los circuito de entrada $K_e$ y de salida $K$	Potencia disipada por los dispositivos de protección afectada por $K_e^2$ y $K^2$ [W]
Circuito	<b>CS<sub>1</sub></b>	15	4	60	0,85	51

de entrada						
Circuitos de salida 1	<b>CS<sub>2</sub></b>	9	4	36	0,29	10,44
	<b>01</b>	13	2	26	0,29	7,54
	<b>02</b>	13	2	26	0,29	7,54
	<b>03</b>	13	2	26	0,29	7,54
Circuitos de salida 2	OCE <sub>1-11</sub>	9	2	18	0,37	6,7
	OCE <sub>1-12</sub>	9	2	18	0,37	6,7
	OCE <sub>1-13</sub>	9	2	18	0,37	6,7
Total (P <sub>dp</sub> )						104,2

$$K_e = 0,85$$

$$K = \frac{K_e \cdot I_{entrada}}{I_{salida}} = \frac{0,85 \cdot 80}{239} = 0,29$$

Circuito de segundo nivel:

Se agrupan los circuitos terminales como se mostró en las tablas anteriores para protegerlos por un diferencial:

$$K_2 = \frac{K_1 \cdot I_{entrada}}{I_{salida}} = \frac{0,29 \cdot 63}{50} = 0,37$$

Potencia total disipada en el tablero:

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



$0,2 P_{dp}$  = potencia total disipada por las conexiones, los tomacorrientes, los interruptores diferenciales, etc.

$P_{au}$  = potencia disipada por otros dispositivos instalados en el tablero y no incluidos en  $P_{dp}$ .

$$P_{total} = P_{dp} + 0,2P_{dp} + P_{au} = 104,2[W] + 0,2 \cdot 104,2[W] + 0 = 125[W]$$

$$P_{total} \leq P_{de} \Rightarrow 125[W] \leq 130[W]$$

Se debe seleccionar una envolvente o gabinete que cumpla IEC 60670-24 y que tenga una potencia máxima disipable ( $P_{de}$ ) declarado por el fabricante y certificada, como mínimo igual a 130 [W] además debe ser con un grado de protección no inferior a IP41, con respecto a la capacidad se deberá tener una reserva para eventuales ampliaciones de por lo menos 20%.

- *Tablero Seccional 2*

Dispositivos de protección:

Circuito General:

- Interruptor termomagnético según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 50 A$ , tetrapolar C120N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6 kA$ .

Circuitos terminales:

OCE<sub>1-21</sub>

- Interruptor termomagnético para cada circuito según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 40 A$ , bipolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6000 A$ .

### IUG<sub>1-21</sub>

- Interruptor termomagnético según norma IEC 60898, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 16 A$ , bipolar, iC60N, curva C, clase 3 y con un poder de corte  $P_{dCcc} = 6000 A$ .
- Interruptor diferencial para proteger ambos circuitos, del Catálogo Schneider Electric de  $I_n = 63 A$ , tetrapolar, sensibilidad 30 mA. (Adoptamos una corriente nominal mayor al del interruptor termomagnético para no afectar al interruptor diferencial contra sobrecargas y tener una mayor vida útil)

Según Tabla 771-H.XII obtenemos la potencia disipada por polo a corriente nominal.

	Circuito	Potencia disipada por polo [W]	N° de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección ( $P_d$ ) [W]	Factor de simultaneidad para los circuito de entrada $K_e$ y de salida K	Potencia disipada por los dispositivos de protección afectada por $K_e^2$ y $K^2$ [W]
Circuito de entrada	<b>CS<sub>2</sub></b>	13	4	52	0,85	44,2
Circuitos de salida 1	<b>01</b>	13	4	52	0,67	34,8
Circuitos de salida 2	OCE <sub>1-21</sub>	7,5	4	30	0,75	22,5
	IUG <sub>1-21</sub>	3,5	2	7	0,75	5,3

Total ( $P_{dp}$ )	106,8
--------------------	-------

$$K_e = 0,85$$

$$K = \frac{K_e \cdot I_{entrada}}{I_{salida}} = \frac{0,85 \cdot 50}{63} = 0,67$$

Circuito de segundo nivel:

Se agrupan los circuitos terminales para protegerlos por un diferencial:

$$K_2 = \frac{K_1 \cdot I_{entrada}}{I_{salida}} = \frac{0,67 \cdot 63}{56} = 0,75$$

Potencia total disipada en el tablero:

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

$0,2 P_{dp}$  = potencia total disipada por las conexiones, los tomacorrientes, los interruptores diferenciales, etc.

$P_{au}$  = potencia disipada por otros dispositivos instalados en el tablero y no incluidos en  $P_{dp}$ .

$$P_{total} = P_{dp} + 0,2P_{dp} + P_{au} = 106,8[W] + 0,2 \cdot 106,8[W] + 0 = 128[W]$$

$$P_{total} \leq P_{de} \Rightarrow 128[W] \leq 130[W]$$

Se debe seleccionar una envolvente o gabinete que cumpla IEC 60670-24 y que tenga una potencia máxima disipable ( $P_{de}$ ) declarado por el fabricante y certificada, como mínimo igual a 130 [W] además debe ser con un grado de protección no inferior a IP41, con respecto a la capacidad se deberá tener una reserva para eventuales ampliaciones de por lo menos 20%.

#### 4.3.5- ILUMINACIÓN

El local cuenta con un sector de oficinas, incluido un box privado y un sector de producción, con las siguientes características:

- Paredes de durlock de color blanco y paredes vidriadas.
- Cielo raso de paneles de 60x60 cm de lana de vidrio con revestimiento de color blanco desmontables. Altura de 2,6 metros.
- Piso de color gris de pintura de alto tránsito.
- Altura del plano de trabajo 0,8 metros.

De acuerdo al Decreto 351/79 se establece un nivel de iluminación de 500 lux para sector de oficina y de 750 lux en el sector de producción destinado al ensamble de componentes eléctricos medianos.

Para la iluminación del local se selecciona como luminaria paneles LED de 60x60 cm para su rápido montaje, bajo consumo (37,8 W), larga vida útil (más de 50.000 horas), bajo costo de mantenimiento, flujo luminoso de 3120 lm, rendimiento lumínico de 82,5 lm/W y su gran reproducción cromática (Mayor a 70).

Para el cálculo lumínico se utiliza el software *Dialux* cuyo informe se encuentra en Anexos, brindando los resultados lumínicos con detalle de cada sector del local a iluminar, con la correspondiente ficha de datos y curvas características de la luminaria.

Obteniéndose como resultado la necesidad de colocar 48 paneles LED homogéneamente distribuidos para cumplimentar los niveles de iluminación recomendados.

#### 4.3.6 - OTROS SERVICIOS

Se requerirá la instalación de un servicio telefónico y de internet. Se dejará previsto solamente la caja rectangular y la canalización, la cual se hará a través de cañería de acero semipesado de 7/8" (RS 22), cuyo ingreso será en el sector de oficina. Siendo los cables, modem y router necesarios provistos por el comitente.

#### 4.3.7 - ESTIMACIÓN DE MATERIALES

Cantidad	Material
1	Disyuntor 4x80A 300mA
2	Disyuntor 4x63 30 mA
2	Termomagnética 4x80A
1	Termomagnética 4x63A
3	Termomagnética 2x50A
10	Termomagnética 2x16A
2	Termomagnética 2x32A

2	Termomagnética 4x20A
1	Bornera distribuidora 4 , 12 salidas
3	Bornera distribuidora 4 , 7 salidas
100	Terminales punteras 16mm <sup>2</sup>
100	Terminales punteras 10mm <sup>2</sup>
100	Terminales punteras 6mm <sup>2</sup>
100	Terminales punteras 2,5mm <sup>2</sup>
1	Gabinete 52 módulos o más
3	Gabinete 32 módulos
10	Bandeja portacable 100mm/con uniones
1	Curva plana 90° 100mm
1	Tee 100mm
10	Ménsula con varilla roscada para techo
3	Bolsas de prescintos 250mm
25	Tiras de megacanal CKD 50-100 Zoloda
24	Portabastidores Zoloda
6	Tomacorrientes con base monofásico de 50A
70	Cajas octogonales de PVC
20	Cajas rectangulares de PVC
35	Cable subterráneo 4x10mm <sup>2</sup>
50	Cable subterráneo 4x2,5mm <sup>2</sup>
30	Cable tipo taller 3x1,5mm <sup>2</sup>
40	Cable unipolar 10mm <sup>2</sup> Marrón
40	Cable unipolar 10mm <sup>2</sup> Celeste
55	Cable unipolar 10mm <sup>2</sup> verde amarillo

100	Cable unipolar 6mm2 Marrón
100	Cable unipolar 6mm2 Celeste
100	Cable unipolar 6mm2 verde amarillo
200	Cable unipolar 2,5mm2 Marrón
200	Cable unipolar 2,5mm2 Celeste
200	Cable unipolar 2,5mm2 verde amarillo
70	Fichas machos 2P+T
70	Fichas hembras 2P+T
60	Metros Caños Tubeletric 20mm
180	Conector Tubeletric 20mm
30	Unión Tubeletric 20mm
20	Curva Tubeletric 20mm
15	Tomas dobles completos
15	Tomas simples completos
48	Paneles LED de 60x60 para embutir

## *5 – SEGURIDAD E HIGIENE*



## 5.1 - MEMORIA DESCRIPTIVA

El establecimiento tiene dos sectores bien determinados, administración y producción para el ensamblado de artefactos lumínicos con lámparas led. En dicho proceso solo se utilizarán atornilladores eléctricos en los puestos de trabajo.

Los puestos de trabajo serán mesas 2 m x 0,9 m. de estructura de hierro y superficie de aglomerado de 20 mm con melamina blanca y un estante de iguales características.

En la parte de control de calidad se tendrán encendidas luminarias de alumbrado público las 24 horas de 250 W cada una en promedio, las que se depositaran sobre estanterías de hierro.

El local posee paredes de durlock, con ventanales de vidrios y cielo raso de lana de vidrio, haciendo un total de 180 m<sup>2</sup> de superficie cubierta y en donde se encuentran la administración y el sector de producción, el sanitario se encuentra en el exterior del local.

En el lugar trabajaran unas 22 personas entre administrativos y producción.

## 5.2 - MEMORIA TÉCNICA

A continuación se planificará y calculará las salidas de emergencia y medios de escape, como así también la carga de fuego equivalente para determinar las protecciones necesarias para una planta industrial. Además, se determinarán los elementos necesarios para la protección del personal como así también el nivel de iluminación recomendable para las tareas a realizar.

Los medios de escape a adoptar para evacuar al personal serán 2. Uno de ellos la misma puerta de ingreso al predio y el restante se ubica en el sector de producción hacia el sector de sanitarios.

Los pasillos serán de 1,1 m ya que es un edificio nuevo y además se encuentran delimitados por las correspondientes líneas amarillas que delimitan el área de trabajo del pasillo de evacuación.

Se instalará un extintor de 10 kg para el sector de oficina y dos de 2,5 kg cada uno en el sector de producción, estando los mismos ubicados uno sobre las salidas de emergencia y el restante ubicado cerca del sector de calidad.

Para protección del operario se adoptó usar un calzado reglamentario de cuero con punta de acero, se utilizará gafas protectoras para preservar la visual ante posibles proyecciones de partículas y se utilizarán protectores auditivos tipo tapones Endoaural que reducen el nivel de ruido a condiciones aceptables estipuladas dentro del decreto 351/79.

De acuerdo al Decreto 351/79 se establece un nivel de iluminación de 500 lux para sector de oficina y de 750 lux en el sector de producción destinado al ensamble de componentes eléctricos medianos. Obteniéndose como resultado la necesidad de colocar 48 paneles LED de 37,8 W y de flujo luminoso de 3120 lúmenes cada uno, homogéneamente distribuidos para cumplimentar los niveles de iluminación recomendados.

### 5.3 - MEMORIA DE CÁLCULO

#### Ecuaciones, gráficos y tablas utilizados para realizar los cálculos

##### ***Unidad de ancho de salida:***

$$n = \frac{N}{100} (1)$$

Donde:

N: Cantidad de personas a evacuar (pers)

n: Numero de anchos de salida

##### ***Personas a evacuar:***

$$N = \frac{S}{\text{Fac. Ocup.}} (2)$$

Donde:

N: Cantidad de personas a evacuar (pers)

S: Superficie a ser evacuada (m<sup>2</sup>)

Fac. Ocup.: Factor de Ocupacion (m<sup>2</sup>/pers)

##### ***Factor de ocupación según el decreto 351/79:***

USO	x en m2
a) Sitios de asambleas, auditorios, salas de conciertos, salas de baile	1
b) Edificios educacionales, templos	2
c) Lugares de trabajo, locales, patios y terrazas destinados a comercio, mercados, ferias, exposiciones, restaurantes	3
d) Salones de billares, canchas de bolos y bochas, gimnasios, pistas de patinaje, refugios nocturnos de caridad	5
e) Edificio de escritorios y oficinas, bancos, bibliotecas, clínicas, asilos, internados, casas de baile	8
f) Viviendas privadas y colectivas	12
g) Edificios industriales, el numero de ocupantes será declarado por el propietario, en su defecto será	16
h) Salas de juego	2
i) Grandes tiendas, supermercados, planta baja y 1er. subsuelo	3
j) Grandes tiendas, supermercados, pisos superiores	8
k) Hoteles, planta baja y restaurantes	3
l) Hoteles, pisos superiores	20
m) Depósitos	30

**Tabla 1:** Factores de ocupación.

***Tiempo de evacuación en segundos:***

$$t_e = \left( \frac{P}{AF} \right) + \left( \frac{L}{v} \right) \quad (3)$$

Donde:

te= tiempo de evacuación en seg

P= número de personas que ocupan la planta

A= ancho de salida de evacuación en metros

F= flujo medio o coeficiente de evacuación (1,3 a 1,8 por/m.seg)

L= camino total a recorrer en la evacuación

$v$  = velocidad de evacuación (camino horizontal 0,6 m/seg, en escaleras 0,3 m/seg) (reducidas en situaciones de pánico a 0,2 y 0,15 m/seg).

**Carga equivalente  $Q_e$ :**

$$Q_e = \frac{Q_T}{S \times P_c} \quad (4)$$

Donde:

$Q_e$ : Carga equivalente (Kg/m<sup>2</sup>)

$Q_T$ : Carga de fuego (Mcal)

$S$ : Superficie del local (m<sup>2</sup>)

$P_c$ : Poder calorífico de la madera (4,4 Mcal/kg)

**Clasificación del riesgo de acuerdo al material y actividad:**

Actividad Predominante	Clasificación de los materiales Según su combustión						
	Riesgo 1	Riesgo 2	Riesgo 3	Riesgo 4	Riesgo 5	Riesgo 6	Riesgo 7
Residencial	NP	NP	R3	R4	—	—	—
Administrativo	NP	NP	R3	R4	—	—	—
Comercial	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Industrial	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Deposito	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Espectáculos	NP	NP	R3	R4	—	—	—
Cultura	NP	NP	R3	R4	—	—	—

NOTAS: Riesgo 1= Explosivo Riesgo 2= Inflamable Riesgo 3= Muy Combustible Riesgo 4= Combustible Riesgo 5= Poco Combustible Riesgo 6= Incombustible Riesgo 7= Refractarios N.P.= No permitido El riesgo 1 «Explosivo se considera solamente como fuente de ignicion.

**Tabla 2:** Riesgo potencial de acuerdo al material

**Potencial extintor recomendado Tipo A de acuerdo al Riesgo:**

Carga de Fuego	RIESGO				
	Explos <b>R<sub>1</sub></b>	Inflam <b>R<sub>2</sub></b>	Muy Comb <b>R<sub>3</sub></b>	Comb <b>R<sub>4</sub></b>	Poco Comb <b>R<sub>5</sub></b>

hasta 15Kg/m <sup>2</sup>	—	—	1 A	1 A	1 A
16 a 30 Kg/m <sup>2</sup>	—	—	2 A	1 A	1 A
31 a 60 Kg/m <sup>2</sup>	—	—	3 A	2 A	1 A
61 a 100 Kg/m <sup>2</sup>	—	—	6 A	4 A	3 A
> 100 Kg/m <sup>2</sup>	A determinar en cada caso				

**Tabla 3:** Potencial extintor mínimo por carga de fuego y riesgo, para fuegos clase A

**Potencial extintor recomendado Tipo B de acuerdo al Riesgo:**

Carga de Fuego	RIESGO				
	Explos <b>R<sub>1</sub></b>	Inflam <b>R<sub>2</sub></b>	Muy Comb <b>R<sub>3</sub></b>	Comb <b>R<sub>4</sub></b>	Poco Comb <b>R<sub>5</sub></b>
hasta 15Kg/m <sup>2</sup>	—	6 B	4 B	—	—
16 a 30 Kg/m <sup>2</sup>	—	8 B	6 B	—	—
31 a 60 Kg/m <sup>2</sup>	—	10 B	8 B	—	—
61 a 100 Kg/m <sup>2</sup>	—	20 B	10 B	—	—
> 100 Kg/m <sup>2</sup>	A determinar en cada caso				

**Tabla 4:** Potencial extintor mínimo por carga de fuego y riesgo, para fuegos clase B

**Potencial del extintor de acuerdo a los distintos agentes extintores:**

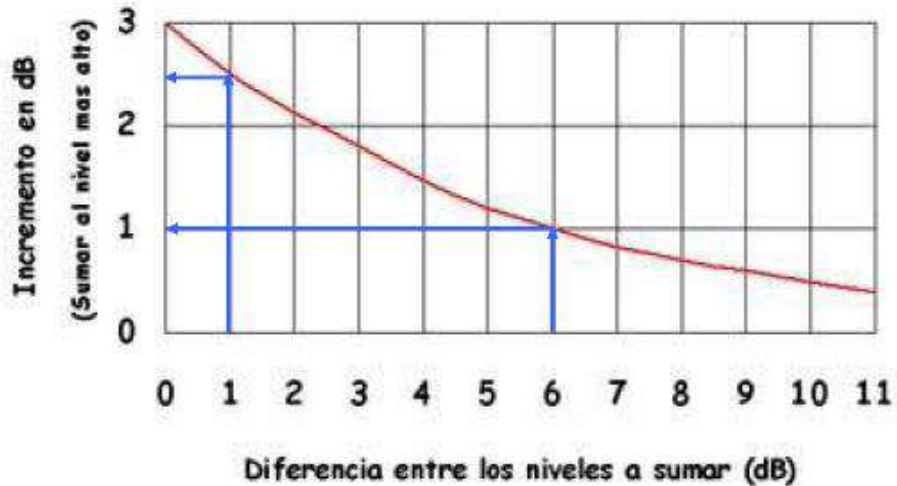
Agente extintor	Capacidad	Potencial extintor
Agua	10 l	2 A
Anhidrido carbónico	3,5 kg	2 BC
	5 kg	3 BC
	7 kg	4 BC
	10 kg	5 BC
Espuma	10 l	2 A - 4 B
Espuma productora de películas acuosas (EPPA)	10 l	2 A - 6 B
Soda ácido	10 l	2 A
Halógenos 1211 o 1301	1 kg	1,5 BC
	2,5 kg	3 BC
	5 kg	4 BC
	10 kg	1 A - 12 BC
	13 kg	1 A - 15 BC
Baldes con agua o arena	10 l	0,5 A

Polvo	Triclase (base fosfato de amonio)	Sódico	Potásico	Bicarbonato potásico Urea
1,5 kg	0,5 A 2 BC	2 BC	2,5 BC	5 BC
2,5 kg	1 A 4 BC	4 BC	5 BC	10 BC
5 kg	1,5 A 6 BC	6 BC	7,5 BC	15 BC
7 kg	2 A 8 BC	8 BC	10 BC	20 BC
10 kg	3 A 12 BC	12 BC	15 BC	30 BC
13 kg	4 A 16 BC	16 BC	20 BC	40 BC

**Tabla 5:** Potenciales extintores.

**Suma de niveles sonoros:**



**Gráfico N°1:** suma de dos niveles sonoros

### 5.3.1 - Determinación del ancho de salida y cantidad de puertas

Para el cálculo del número de anchos de salida se utilizó la fórmula (1) donde nos determina el número mínimo a establecer de acuerdo al tipo de actividad y la cantidad de personal.

Primero precedimos a calcular la cantidad de personas a evacuar de acuerdo al tipo de actividad usando la fórmula (2), para la cual consideramos un factor de ocupación de 16 m<sup>2</sup>/pers para actividades industriales según tabla 1 y con una superficie de 150 m<sup>2</sup>.

Donde obtenemos:

$$N = \frac{S}{\text{Fac. Ocup.}} = \frac{150 \text{ m}^2}{16 \text{ pers}} = 10 \text{ pers}$$



Como el número de personas teórico es inferior al número de personas necesarias para el funcionamiento de la empresa, la cual consta de 1 persona administrativa, 1 persona de producción, 2 jefes de planta y de 12 operarios para el área de producción, se tomó el valor de  $N= 16$  pers.

Luego el cálculo del número de anchos de salida viene dado de la siguiente manera:

$$n = \frac{N}{100} = \frac{16 \text{ pers}}{100} = 0,16$$

Como dicho valor es inferior a 1 y como mínimo número de ancho de salida permitido por el decreto 351/79 es 2, se adoptó el valor de  $n=2$ .

Además como el número de anchos de salida es inferior a 3 solo basta con un solo medio de escape de salida de emergencia para evacuar al personal.

Se optó por colocar dos puertas con sistema anti-pánico de un ancho de salida de 0,55 m cada una dando un ancho total de salida de 1,1 m como determina el decreto 351/79, para ello se utilizó como medida de evacuación más rápida usar dos medios de escape. Evacuando personal de oficinas administrativas por un lado y personal de producción por el otro.

Además se procedió a la implementación de un pasillo delimitado por las correspondientes líneas amarillas en el sector de producción que determinan la ruta de evacuación hacia el medio de escape, con un ancho de pasillo de 1,1 m.

Los medios de escape y las salidas de emergencia, con respectiva señalización, se encuentra diagramado en el plano número 10 en anexo, donde se encuentra delimitadas las áreas de trabajo y los pasillos de evacuación, como así también el sentido de circulación del personal para la evacuación del edificio. Además, de la ubicación de la luminarias de emergencia.

De acuerdo con este medio de escape y salida de emergencia implementados se relevó el tiempo promedio en evacuar la planta utilizando la formula (3), considerando una distancia a recorrer de 15 m a una velocidad de evacuación de 0,2 m/seg a causa de pánico y un flujo medio de 1,5 pers/m.seg.

$$t_e = \left( \frac{P}{AF} \right) + \left( \frac{L}{v} \right) = \frac{22 \text{ pers}}{1,1 \text{ m} \times 1,5 \text{ pers/m.seg}} + \frac{15 \text{ m}}{0,2 \text{ m/seg}} = 88,4 \text{ seg}$$

### 5.3.2 - Determinación de la carga de fuego y los extintores necesarios

Para el cálculo de los extintores se consideró todo el material que puede hacer de elemento combustible tanto en las oficinas administrativas dentro de planta como del sector de producción.

Procedemos al cálculo de los extintores para el sector administrativo de 25m<sup>2</sup>, donde calculamos primero la carga de fuego de cada elemento combustible almacenado y en uso dentro del sector.

En el mismo tenemos los siguientes elementos:

- Papel (6 Mcal/kg)

$$Q_1 = 100kg \times 6 \frac{\text{Mcal}}{\text{kg}} = 600 \text{ Mcal}$$

- 4 Bibliotecas de madera (4,4 Mcal/kg)

$$Q_2 = 4 \times 60Kg \times 4,4 \frac{\text{Mcal}}{\text{kg}} = 1.056 \text{ Mcal}$$

- 4 Escritorios de madera (4,4 Mcal/kg)

$$Q_3 = 4 \times 38Kg \times 4,4 \frac{\text{Mcal}}{\text{kg}} = 669 \text{ Mcal}$$

- 2 Puertas de madera (420 Mcal/m<sup>2</sup>)

$$Q_4 = 2 \times 1,6m^2 \times 420 \frac{\text{Mcal}}{m^2} = 1.344 \text{ Mcal}$$

- Placas de Yeso (19 Mcal/m<sup>2</sup>)

$$Q_5 = 39m^2 \times 19 \frac{Mcal}{m^2} = 741 \text{ Mcal}$$

- 10 Sillas de plástico con cuerina (160 Mcal/m<sup>2</sup>)

$$Q_6 = 10 \times 0,34m^2 \times 160 \frac{Mcal}{m^2} = 540 \text{ Mcal}$$

De modo que en total tenemos:

$$Q_T = \sum Q_i = 4.950 \text{ Mcal}$$

Luego utilizando la formula (4) obtenemos la carga equivalente  $Q_e$  de la siguiente manera:

$$q_e = \frac{Q_T}{\text{sup.}4,4 \frac{Mcal}{kg}} = \frac{4.950 \text{ Mcal}}{5 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 4,4 \frac{Mcal}{kg}} = 45 \frac{kg}{m^2}$$

$$q_e = 45 \frac{kg}{m^2}$$

Ahora determinamos de acuerdo a la tabla 2 el tipo de riesgo de acuerdo a la actividad industrial y Riesgo 3 (muy combustible) nos determina que nuestra categoría es R3.

Luego por las tablas 3 y 4 determino con la carga equivalente y la categoría R3 el potencial extintor necesario para el sector de oficina.

Dando un valor de:

- Tipo A: 3A
- Tipo B: 8B

Luego por la tabla 5 determinamos que el matafuego tipo ABC de 10 Kg con 3A y 12BC cumple con los requerimientos.

Ahora procedemos al cálculo de los extintores para el sector de producción de 125m<sup>2</sup>, donde calculamos primero la carga de fuego de cada elemento combustible almacenado y en uso dentro del sector.

En el mismo tenemos los siguientes elementos:

- Papel (6 Mcal/kg)

$$Q_1 = 10kg \times 6 \frac{Mcal}{kg} = 60 \text{ Mcal}$$

- 13 Puestos de trabajo con 2 tablas de madera (4,4 Mcal/kg)

$$Q_2 = 26 \times 600 \frac{Kg}{m^3} \times 1m \times 2m \times 0,01m \times 4,4 \frac{Mcal}{kg} = 1.372,8 \text{ Mcal}$$

- 1 Puertas de madera (420 Mcal/m<sup>2</sup>)

$$Q_3 = 1,6m^2 \times 420 \frac{Mcal}{m^2} = 672 \text{ Mcal}$$

- Placas de Yeso (19 Mcal/m<sup>2</sup>)

$$Q_4 = 13m^2 \times 19 \frac{Mcal}{m^2} = 247 \text{ Mcal}$$

- 10 Sillas de plástico (144 Mcal/m<sup>2</sup>)

$$Q_5 = 10 \times 0,1m^2 \times 144 \frac{Mcal}{m^2} = 144 \text{ Mcal}$$

- 100 cajas de cartón (72 Mcal/m<sup>2</sup>)

$$Q_6 = 100 \times 1,78m^2 \times 72 \frac{Mcal}{m^2} = 12.816 \text{ Mcal}$$

- 7 Latas de Pintura Alto-transito (10 Mcal/kg)

$$Q_7 = 7 \text{ latas} \times 4 \frac{Kg}{lata} \times 10 \frac{Mcal}{kg} = 280Mcal$$

- 2 Latas de Solvente (10 Mcal/kg)

$$Q_8 = 2 \text{ latas} \cdot 4 \frac{\text{Kg}}{\text{lata}} \times 10 \frac{\text{Mcal}}{\text{kg}} = 80 \text{Mcal}$$

De modo que en total tenemos:

$$Q_T = \sum Q_i = 15.671,8 \text{ Mcal}$$

Luego utilizando la formula (4) obtenemos la carga equivalente  $Q_e$  de la siguiente manera:

$$q_e = \frac{Q_T}{\text{sup.} 4,4 \frac{\text{Mcal}}{\text{kg}}} = \frac{15.671,8 \text{ Mcal}}{5 \text{ m} \times 25 \text{ m} \times 4,4 \frac{\text{Mcal}}{\text{kg}}} = 28,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$q_e = 28,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Ahora determinamos de acuerdo a la tabla 2 el tipo de riesgo de acuerdo a la actividad industrial y Riesgo 3 (muy combustible) nos determina que nuestra categoría es R3.

Luego por las tablas 3 y 4 determino con la carga equivalente y la categoría R3 el potencial extintor necesario para el sector de oficina.

Dando un valor de:

- Tipo A: 2A
- Tipo B: 6B

Luego por la tabla 5 determinamos que el matafuego tipo ABC de 7 Kg con 2A y 8BC cumple con los requerimientos.

Luego por cuestiones de seguridad se optó por colocar 2 matafuegos de 2,5 Kg con 1A y 4BC donde uno de los cuales se ubicó próximo al TS2 que suministra energía a todo el sector de calidad, y el

restante se ubicó sobre la salida de emergencia que se encuentra a mitad de recorrido hacia ambos lados del pasillo de producción.

En el Plano N°11 Ubicación de Extintores del anexo se puede observar la ubicación del matafuego de 10 Kg en el sector de oficina y la ubicación de los 2 matafuegos de 2,5 Kg en el sector de producción.

### *5.3.3 - Determinación del equipo de Protección Personal (EPP)*

Se relevó el nivel sonoro en dB el cual afecta al personal dentro del sector de producción, donde se utilizan solamente atornilladores neumáticos de mano con un nivel sonoro de 81 dB.

Para el cálculo de simultaneidad para obtener el nivel sonoro de todos los equipos se recurrió al grafico 1 que nos da la suma de dos sonidos en simultáneo.

Utilizando el grafico anterior se procedió a obtener la simultaneidad de 10 atornilladores neumáticos que arrojo un valor de 91,5 dB.

Este valor se obtiene de ir sumando de a dos los valores de sonidos presentes. Se procede entrando con la diferencia entre ambos sonidos hasta chocar la curva y se lee sobre la columna vertical el  $\Delta$ dB y se lo debe sumar al valor más alto de los dos sonidos a sumar.

Donde se establece por el decreto 351/79 en el anexo 5 capitulo 13 un máximo de ruido de 90 dB sin uso de protector auditivo, siendo nuestro caso superior con lo que se aconseja el uso de los mismos.

En nuestro caso se optó por implementar el uso de tapones Endoaural con cordel (Ver ficha técnica en Anexos – Protector Auditivo) que presentan una atenuación del ruido de 20 dB, lo que nos garantiza la salud del oído. Además por decreto se aconseja que por encima de 85 dB se debe realizar en forma periódica un examen audiométrico de los operarios.

En calzado de seguridad se optó por un zapato con punta de acero según norma IRAM 3160, que protege contra golpes, caída de objetos y/o penetración de objetos.

En cuanto a protector visual se optó por una gafa de protección con marco del tipo integral lo que resguarda el órgano de la vista ante el contacto con partículas que pueden ser nocivas.

El uniforme de trabajo utilizado es de grafo donde se utiliza un pantalón y una camisa que protege el cuerpo contra el polvo, la suciedad y partículas de materiales peligrosos.

#### *5.3.4 - Determinación del nivel de iluminación*

De acuerdo al Decreto 351/79 se establece un nivel de iluminación de 500 lux para sector de oficina y de 750 lux en el sector de producción destinado al ensamble de componentes eléctricos medianos. Obteniéndose como resultado la necesidad de colocar 48 paneles LED de 37,8 W y de flujo luminoso de 3120 lúmenes cada uno, homogéneamente distribuidos para cumplimentar los niveles de iluminación recomendados.

Para visualizar el cálculo, remitirse al Apartado 4.3.5 – *ILUMINACIÓN de Instalación Eléctrica*.

#### *5.3.5 – Impacto Ambiental*

De acuerdo a lo reglamentado en cuanto a requisitos para emplazar una empresa dentro de un predio en una Zona Franca, es necesario el análisis del impacto ambiental que nuestro desarrollo de producto genera hacia el medio-ambiente, siendo requisito determinante para poder nacionalizar los productos a la hora de ventas dentro del país.

En nuestro caso considerando el bajo índice de contaminación, a causa de que nuestro único residuo que son cartones y derivados del plástico, y realizando el debido tratamiento de estos desperdicios hasta su deposición, nos habilito al pedido de la nulidad o eximición de impacto ambiental debido a no presentar contaminación alguna con nuestro proceso productivo.

En *ANEXOS* se encuentra el Informe de Impacto Ambiental presentado ante la subsecretaría de ecología de la Provincia de La Pampa.

## *6- LOGÍSTICA INTEGRAL*



## 6.1 – Introducción

En lo que se refiere a la logística, se basa en tres etapas: logística de aprovisionamiento, logística interna, logística de distribución:

En cuanto al aprovisionamiento de insumos internacionales, se realiza la logística desde la compra en puerta del proveedor hasta su disposición en el depósito de fábrica, basados en INCOTERMS.

Luego se basa en la logística interna para los movimientos dentro del predio de zona franca como dentro de fábrica para el proceso de producción.

Por último se considera la logística de distribución para instalación en la autopista para llegar a la implementación del proyecto en la fecha pactada.

Se adopta un modelo de maniobra particular debido a las restricciones para-arancelarias en la importación de insumos/productos dadas por la reglamentación Argentina. Además, el considerar las normativas propias por ubicarse la fábrica dentro del predio de una Zona Franca.



## 6.2 - Esquema logístico de aprovisionamiento internacional

El modelo adoptado para la importación de insumos se basa en poder lograr los siguientes objetivos:

- Garantizar tiempo de entrega de insumos para fabricación
- Fluidez en los tiempos de transporte
- Abastecimiento de insumos en forma estratégica para ganar tiempos de producción
- Minimizar costos

Obstáculos:

- Trabas para arancelarias para ingreso de insumos al país

- Necesidad de segregación del producto en modo SKD según normativa Mercosur para ingresar a Zona Franca
- Requisito de ingreso de insumos con diferencia en días para ingreso a Zona Franca
- Incorporación de insumos nacionales
- Despachos aduaneros de importación y exportación
- Ubicación de la planta fabril en punto terminal

Soluciones:

- Desconsolidación y consolidación de insumos en depósito fiscal cercano a Argentina donde la reglamentación lo permitiera, escogiéndose Uruguay.
- Consolidación de insumos para bajar costos de transporte desde china a Montevideo
- Transporte terrestre con insumos separados en diferentes camiones para ingreso a zona franca
- Transporte terrestres consolidados lo más próximos al punto de segregación/utilización
- Exportación de insumos commodities nacionales de forma temporal para el proceso productivo

### *6.2.1 – Operatoria Internacional*

Esta operatoria consistió en trasladar los insumos desde nuestro proveedor ubicado en Shensen China hacia Montevideo Uruguay mediante transporte aéreo, para luego realizar la consolidación en camiones con destino Zona Franca de General Pico.

#### Definición del Incoterm

Se determinó compra de los insumos al proveedor mediante Incoterm EXW, debido que haciendo trabajo en la función de abastecimiento para desarrollar forwarder que financien la operación y que a su

vez ofrezcan mejores precios, se pueden lograr costos menores que si se compra CIF directamente al proveedor.

### Definición del medio de transporte

Como el plazo de arribo de los diferentes insumos a Zona Franca era de 30 días para poder comenzar la producción, se determinó la utilización del transporte aéreo ya que su lead time China-Uruguay es de 7 días y el lead time terrestre Montevideo-General Pico 3 días. Si a esto le sumamos los tiempos de preparación del pedido del proveedor, la demora en controles aduaneros y movimientos en depósitos, desconsolidación y consolidación, estamos aproximadamente en los 30 días considerados como límite para no perjudicar el plazo de entrega.

### Definición Puerto de Destino

Para el envío de los insumos se determinó el destino Montevideo Uruguay en vez de Ezeiza Buenos Aires, por su facilidad de operatoria:

- Los camiones que egresan de Ezeiza, hacia cualquier punto aduanero del país, requieren precintos electrónicos con custodia satelital que además de tener un mayor costo que los precintos de chapa normales, demoran la confección de la documentación ocasionando retrasos en el egreso de los camiones.
- La posibilidad de disponer de depósitos donde está permitido la desconsolidación y consolidación de insumos importados, confeccionando nuevamente los documentos de tránsito aduanero para el transporte terrestre acorde a la distribución de insumos requeridos en Zona Franca de General Pico

### Definición Transporte Terrestre

El transporte terrestre tiene como origen Montevideo y como destino final Zona Franca de General Pico. Como algunos insumos deben ser ingresados con 1 día de diferencia en el despacho aduanero y como la fábrica se encuentra en un punto terminal donde no se tiene fluidez de transporte se determinó

enviar la carga de mayor volumen en camión exclusivo puerta a puerta, y otros insumos de menor peso volumétrico se lo consolida a Córdoba y luego camión exclusivo a General Pico para bajar costos y validar la demora entre ambos ingresos a Zona Franca.

#### Definición de Ingreso de Insumos a Zona Franca

El ingreso de insumos a Zona Franca debe realizarse con despacho aduanero mediante destinaciones de ingreso de Zona Franca, como insumos para procesos productivos. Cada uno de los insumos ingresados corresponde a los insumos descriptos en el CTZF (Certificado de Tipificación de Zona Franca) para luego validar el producto final al momento del despacho de egreso de producto terminado.

El documento registral es un ZFI8 para los insumos que son procedentes del exterior y ZFI6 para los procedentes del territorio aduanero general (Argentina). En el caso de estos últimos se debe realizar un documento ET19 que corresponde a una exportación temporal ya que serán regresados a la Argentina incorporados en el producto final.

Toda mercadería como movimiento de insumos/producto terminado debe ser registrado ya que los stock pueden ser auditados por parte de Aduana o AFIP en cualquier momento que lo dispongan.

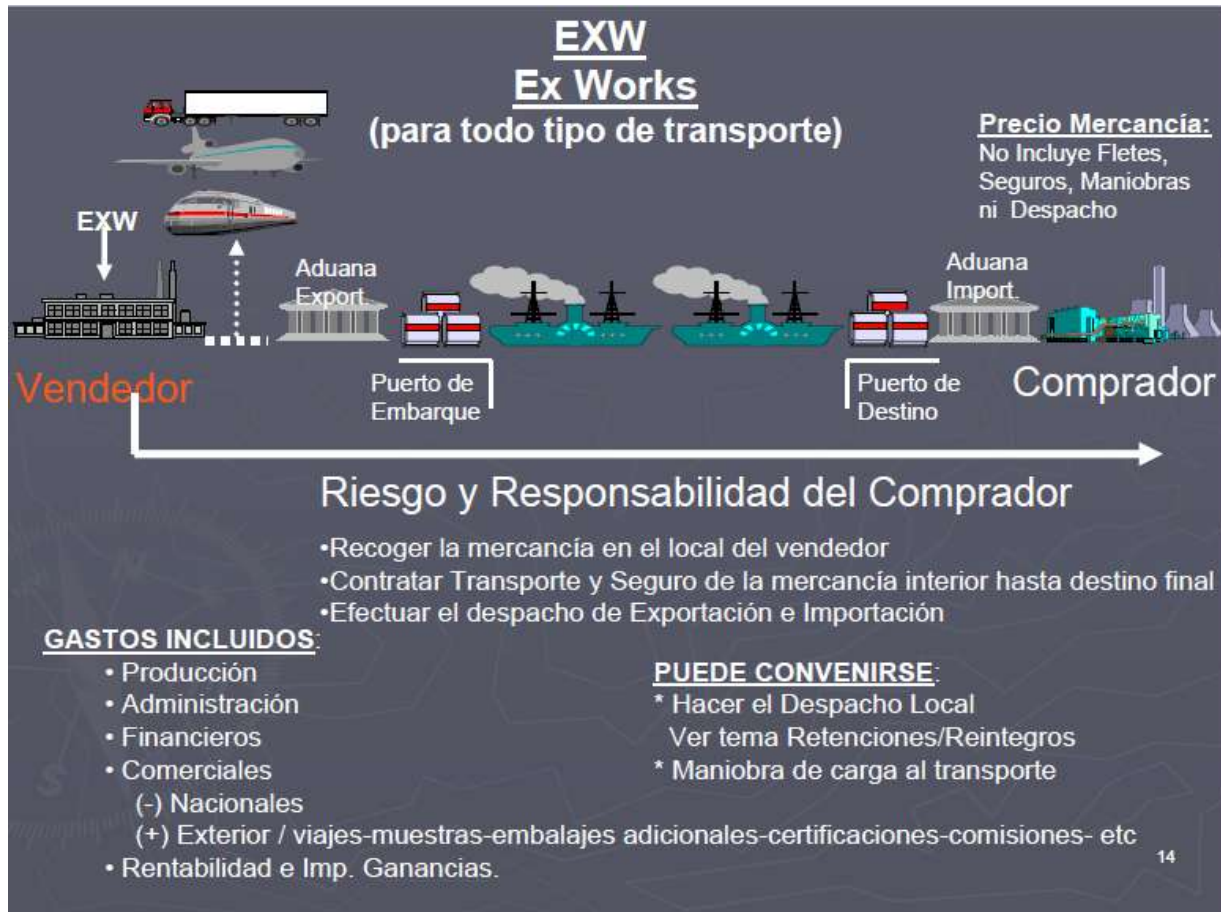
#### Verificación y liberación de la Carga

Una vez que el camión se presenta en aduana para ingresar a Zona Franca, se procede a verificar los documentos para dar su liberación y así proceder al egreso efectivo al predio.

Primeramente se valida que el transporte tenga los permisos de arribo, declaración de patentes, y números de precintos coincidentes con los cerrados el camión.

Se inspeccionan la cantidad de bultos, cantidad de unidades y aleatoriamente la mercadería para contrastar con lo declarado en el despacho.

Una vez que está verificado, se cargan los datos en el sistema y el camión queda liberado para ingreso en el predio del concesionario de Zona Franca y proceder a la descarga de mercadería ya sea en la planta fabril o en algún depósito de Zona Franca.



### 6.3 - Esquema logístico de Producción

Los movimientos internos a predio de Zona Franca y los propios de la fabricación se tratan seguidamente.

#### 6.3.1 – Operatoria dentro de Zona Franca

Todos los movimientos dentro del predio de Zona Franca, como los ingresos y egresos ya sea de insumos, productos y personas propias de la empresa, contratistas o terceros, deben registrarse por el *Manual de Procedimiento de Operaciones de Zona Franca*. El mismo establece los procedimientos, los

registros a utilizar y la documentación pertinente en cada caso para solicitar los permisos correspondientes.

### ***6.3.2 – Operatoria dentro de Fábrica***

Una vez depositados los insumos en la zona de almacén, debidamente separados y etiquetados, serán incorporados a la línea de producción a medida que el sector de producción lo solicita con una nota de pedido al sector de almacén.

En el sector producción, el flujo de los insumos se realiza bajo el flujo en el diagrama de proceso, considerando la producción por lotes acordes a la entrega parcial para la distribución a las patrullas de instalación.

El producto queda almacenado en el sector de producto terminado para su retiro bajo remito correspondiente.

## **6.4 - Esquema logístico de Distribución**

Como la fecha de finalización del lote en producción se tiene estimada y vinculada a una fecha de entrega de lote para abastecer a las patrullas de instalación en los postes de la autopista, para ese entonces se tienen que confeccionar los permisos de movimiento en Zona Franca, la emisión del despacho aduanero de exportación (ZFE3), la verificación de Aduana de la mercadería contrastando los productos declarados con la utilización de los insumos declarados en el CTZF para la cancelación, la coordinación del transporte para el envío, la reserva en zona de descarga de las patrullas de instalación para distribuir la mercadería lo más cerca del punto de instalación.

El esquema de coordinación de producción e instalación en autopista se visualiza en el Gantt de Producción del ANEXO.

## *7- COSTOS*



## 7.1 - Introducción

Para evaluar el concepto de costos de la empresa se decidió adoptar el funcionamiento en régimen de la misma, considerando la posibilidad de desarrollar 2 tipos de productos, con una estructura de RRHH e infraestructura establecida.

De este modo podemos evaluar el estado de resultado de la empresa, clasificación de costos, análisis de fabricar o tercerizar algún tipo de insumo, análisis de incorporar un sector de comercialización al detalle o no.

## 7.2 – Descripción de insumos y productos

La empresa cuenta con dos líneas de productos de iluminación exterior LED modulares.

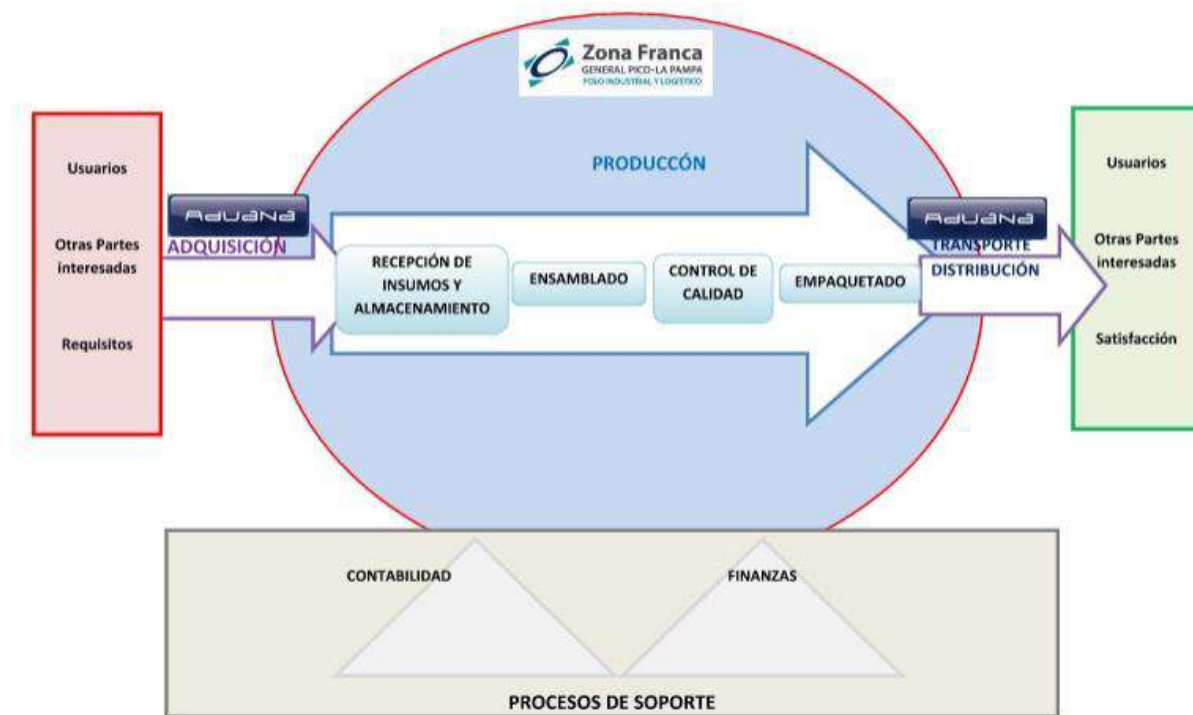
Los mismos difieren en la relación insumo-producto, la potencia y levemente su dimensión longitudinal.



Ambos productos cuentan con el mismo esquema de insumos. Siendo el insumo común el módulo LED y los tornillos, variando en la relación insumo-producto. Los restantes insumos varían levemente sus características técnicas siendo diferentes insumos para cada producto.

### 7.3 – Descripción del Flujo y Sectores Funcionales

Comprendiendo a la empresa como una división en las funciones más importantes, se tienen las siguientes tres bien diferenciadas: la de adquisición, la de producción y la de comercialización. Siendo funciones de soporte la de contabilidad y de finanzas.



## 7.4 – Clasificación de Costos

Sobre la base de las características de las distintas funciones, se clasificó a los costos en las tres funciones principales y de apoyo. Las más importantes que se clasificaron fueron las siguientes:

En la función adquisición, se destacan los costos de teléfono, internet y despachos aduaneros de ingreso a Zona Franca. Los dos primeros responden a la importancia de contactar a los proveedores situados en el exterior y gestionar los envíos negociando los precios de los insumos, mientras los despachos aduaneros son requisito indispensable para poder ingresar los containers a la Zona Franca.

En la función producción, se consideran todos los costos vinculados a la planta, tales como alquiler de local y los servicios relacionados al espacio físico (agua de uso general, agua para consumo, electricidad, servicio de limpieza y mantenimiento, alarma, alquiler de espacio en Zona Franca ), como así también, recursos humanos (operarios, supervisor, jefe de área), ropa de trabajo para operarios, amortizaciones de maquinarias, insumos (módulos Led, tornillos, carcasas, fuentes de alimentación, cables), investigación y desarrollo, seguro de responsabilidad civil y certificación de producto sustentable.

En la función comercialización, se observan costos referidos a vendedores, despachos aduaneros de egreso de Zona Franca, alquiler de depósitos, materiales de embalaje y personal encargado de diseño y publicidad.

Vale aclarar que el costo generado por el Gerente General es compartido por las tres funciones principales. Asimismo, se ha clasificado en la función de apoyo administración, los siguientes costos: honorarios de Estudio contable, amortización de muebles y útiles, costos de cuenta bancaria, librería y custodia de documentos.

Considerando el comportamiento de los costos, los únicos que se identificaron como variables, es decir, que fluctúan con el nivel de actividad de la empresa, fueron los insumos, las comisiones de los vendedores, materiales de empaque y la certificación de producto sustentable.

La clasificación en costos evitables y no evitables se realizó considerando una hipotética suspensión de una línea de productos. Los costos evitables, lo son entonces sólo en la parte vinculada a ese producto que se dejaría de producir. Son todos los costos directos, los identificados como variables y además de la inversión en Investigación y Desarrollo del producto que se dejaría de fabricar.

La clasificación de los costos considerando diferentes criterios se detalla seguidamente.

COSTO	TIPO DE COSTO SEGÚN FUNCIÓN	POR SU EVITABILIDAD (Respecto eliminación de alguna línea de producción)	POR SU EROGABILIDAD	POR SU VINCULACIÓN CON EL OBJETO DE COSTOS (prod terminado en fábrica)	POR SU VINCULACIÓN CON EL NIVEL DE ACTIVIDAD
Telefono	Adquisición	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Internet	Adquisición	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Agua de uso general	Producción	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Agua para consumo	Producción	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Electricidad	Producción	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Alquiler del local	Producción	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
RRHH - Operarios/supervisor	Producción	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: de Operación
RRHH - Jefes de área	Compartido ad y prod	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
RRHH- Vendedores	Comercialización	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: de Operación
RRHH - Gerente General	Compartido	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Honorarios de Estudio contable	Administración	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Alquiler de espacio en Zona Franca	Producción	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Insumos (partes) incluyen flete y derechos de Imp.	Producción	Evitables	Erogables	Directos	Variables: proporcional
Servicio de limpieza + mantenimiento	Producción	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Despachos aduaneros de ingreso de ZF	Adquisición	No evitables	Erogables	Directos	Fijos: de Operación
Despachos aduaneros de egreso de ZF	Comercialización	No evitables	Erogables	Directos	Fijos: de Operación
Alquiler de depósitos	Comercialización	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Amort. De Maquinarias	Producción	No evitables	No erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Materiales de embalaje	Comercialización	Evitables	Erogables	Indirectos	Variables: proporcional
Amort. De MyU	Administración	No evitables	No erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Investigación y desarrollo	Producción	No evitables	Erogables	Directos	Fijos: Estructura o Capacidad
Ropa de trabajo	Producción	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: de Operación
Costos de cta cte bancaria	Administración	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Costos de librería	Administración	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Alarma	Producción	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Seguro de responsabilidad civil	Producción	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Custodia de documentos	Administración	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
RRHH- Diseño y publicidad	Comercialización	No evitables	Erogables	Indirectos	Fijos: Estructura o Capacidad
Comisión de vendedores	Comercialización	Evitables	Erogables	Directos	Variables: proporcional
Desagregado de Insumos (partes) incl flete y der. de Imp.					
Modulos Led	Producción	Evitables	Erogables	Directos	Variables: proporcional
Tornillos	Producción	Evitables	Erogables	Directos	Variables: proporcional
Carcasa M2	Producción	Evitables	Erogables	Directos	Variables: proporcional
Carcasa M3	Producción	Evitables	Erogables	Directos	Variables: proporcional
Fuente alimentación 120 w	Producción	Evitables	Erogables	Directos	Variables: proporcional
Fuente alimentación 180 w	Producción	Evitables	Erogables	Directos	Variables: proporcional
Cable M2	Producción	Evitables	Erogables	Directos	Variables: proporcional
Cable M3	Producción	Evitables	Erogables	Directos	Variables: proporcional
Materiales de embalaje	Comercialización	Evitables	Erogables	Directos	Variables: proporcional
Certificación de producto sustentable	Producción	Evitables	Erogables	Directos	Variables: proporcional

Una vez listados los costos, procedemos a asignarles valores correspondientes, para una producción mensual normal de 100 luminarias M3 y 300 luminarias M2.

Se determinan los costos variables unitarios por producto y con un margen de marcación del 50% sobre los costos obtenemos el precio de venta.

COSTO	Mensuales	Anuales
Telefono	4.300	51.600
Internet	2.750	33.000
Agua de uso general	600	7.200
Agua para consumo	1.300	15.600
Electricidad	6.300	75.600
Alquiler del local	30.000	360.000
RRHH - Operarios/supervisor	62.500	812.500
RRHH - Jefes de área	62.500	62.513
RRHH- Vendedores	17.500	227.500
RRHH - Gerente General	50.000	650.000
Honorarios de Estudio contable	15.000	180.000
Alquiler de espacio en Zona Franca	10.000	120.000
Insumos (partes) incluyen flete	1.798.017	
Servicio de limpieza + mantenimiento	5.900	70.800
Despachos aduaneros de ingreso de ZF	19.992	239.904
Despachos aduaneros de egreso de ZF	9.996	119.952
Alquiler de depósitos	5.000	24.000
Amort. De Maquinarias	28.333	340.000
Materiales de embalaje	35.326	423.909
Amort. De MyU	3.000	36.000
Investigación y desarrollo	1.250	15.000
Ropa de trabajo	1.145	13.740
Costos de cta cte bancaria	550	6.600
Costos de librería	890	6.000
Alarma	500	6.000
Seguro de responsabilidad civil	700	8.400
Custodia de documentos	2.000	24.000
RRHH- Diseño y publicidad	15.000	195.000
Comisión de vendedores	53.941	647.286

Cantidad vendida mensual M2	300,00	
Precio de venta M2	6.309,34	
Cantidad vendida mensual M3	100,00	
Precio de venta M3	8.042,25	
<b>Insumos (partes, incluyen derecho a la importación)</b>		
Modulos Led	929,78	
Tornillos	0,77	
Carcasa M2	1.194,38	
Carcasa M3	1.323,00	
Fuente alimentación 120 w	980,49	
Fuente alimentación 180 w	1.065,02	
Cable M2	54,02	
Cable M3	64,83	
Materiales de embalaje	14,70	
Certificación de producto sustentable	100,00	
CVU M2	4.206,22	286,14 en dólares
CVU M3	5.361,50	364,73 en dólares
CE	3.700.909,00	
CV		
Contribución marginal unitaria M2	2.103,11	
Contribución marginal unitaria M3	2.680,75	
ventas M3	804.224,63	
ventasM2	1.892.801,03	

## 7.5 – Equilibrio de la Empresa y Equilibrio Funcional

Con el propósito de analizar los sectores de la empresa que más aportan al resultado global, se calcularon los distintos puntos de equilibrio y resultados funcionales correspondientes a las tres funciones dinámicas de la empresa: adquisición, producción y comercialización. Para ello, se trabajó con el supuesto de considerar una sola línea de producción (M2) y se tuvieron en cuenta los costos de estructura y variables específicos a cada función.

$$Q^e = \frac{CE}{pv - cvu}$$

## PUNTOS DE EQUILIBRIO FUNCIONALES

- **ADQUISICIÓN**  

$$Q^e_a = \frac{CE_c}{ccu \text{ sin función} - (ccu \text{ con función} + \text{costos propio})}$$

Donde ccu es el costo de compra unitario
- **PRODUCCIÓN**  

$$Q^e_p = \frac{CE_p}{pv \text{ en bloque} - (ccu \text{ sin función} + \text{costo unitario de prod})}$$
- **COMERCIALIZACIÓN**  

$$Q^e_c = \frac{CE_c}{pv \text{ al detalle} - (pv \text{ bloque} + \text{costo unitario de comerc})}$$
- **DE LA EMPRESA EN CONJUNTO**  

$$Q^e = \frac{CE_a + CE_p + CE_c}{pv \text{ al detalle} - (cvua + cvup + cvuc)}$$

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

FUNCION	ADQUISICIÓN	PRODUCCIÓN	COMERCIALIZACIÓN	EMPRESA
<b>Q equilibrio</b>	289,84	8.067,05	1.155,91	1.759,72
<b>Resultados</b>	\$ 1.516.213,94	\$ -1.703.895,43	\$ 168.119,52	\$ 0,00

Para la elaboración del cálculo de las cantidades de equilibrio de la función adquisición se consideró que el precio de mercado del insumo en el mercado local sin dicha función es un 40% superior al precio que adquiere la empresa, arrojando una utilidad positiva al conjunto de los resultados.

Sin embargo, la función producción muestra resultados negativos, dado porque la diferencia entre el precio de venta en bloque y el costo de los insumos en el mercado local, no cubre los costos de estructura específicos de esa función.



Y, por último, la función comercialización también aporta resultados positivos, aunque en menor medida que la función adquisición, y ese beneficio está favorecido por los bajos costos de estructura de la función.

Las funciones adquisición y comercialización aportan utilidades al resultado de la empresa que soportan las pérdidas que genera la función producción. Esto demuestra la importancia de la existencia de la función adquisición al gestionar los pedidos de precios accediendo al mercado externo en un insumo que resulta crítico en el mercado local, siendo escaso o muy costoso de adquirir.

Utilizando el mismo análisis para las zonas de beneficio de la empresa, considerando la situación actual (venta de 300 unidades mensuales de producto M2), obtenemos que el aporte de cada una de las funciones a la utilidad global de la empresa es el que se detalla en el cuadro siguiente, manteniéndose las conclusiones arribadas anteriormente respecto de los aportes de utilidades que soporten las pérdidas de otra función.

FUNCIÓN	ADQUISICIÓN	PRODUCCIÓN	COMERCIALIZACIÓN	EMPRESA
<b>Resultados</b>	\$ 4.063.085,96	\$ -1.158.846,76	\$ 1.197.716,98	\$ 4.101.956,19

## 7.6 – Margen de Seguridad

El punto de equilibrio muestra el nivel de actividad donde se produce la igualación entre ingresos y costos. A medida que nos alejamos hacia la derecha, se incrementa la ganancia dando mayor seguridad a la empresa para afrontar distintas situaciones que afecten sus resultados, como pueden ser disminuciones de precios, dificultad para conseguir los insumos y por tanto necesidad de bajar la producción, o inconvenientes para colocar el producto terminado en el mercado. Para conocer si estamos suficientemente alejados del punto de equilibrio, calculamos el margen de seguridad el cual en éste caso, muestra que la empresa cuenta con un 51% de holgura, que se ve reflejado en la distancia

entre el nivel de producción (3.600 unidades anuales de M2) y el punto de equilibrio (1.759,72 unidades).

## 7.7 – Líneas de Producción

Se analiza el costeo de las líneas de producción.

### 7.7.1 – Estado de resultado con dos líneas de producción

A partir de este análisis se consideran dos líneas de productos (M2 y M3) y actualmente la empresa produce y vende 300 y 100 unidades mensuales, respectivamente de cada uno de ellos. Con éstos valores, se obtienen los siguientes resultados:

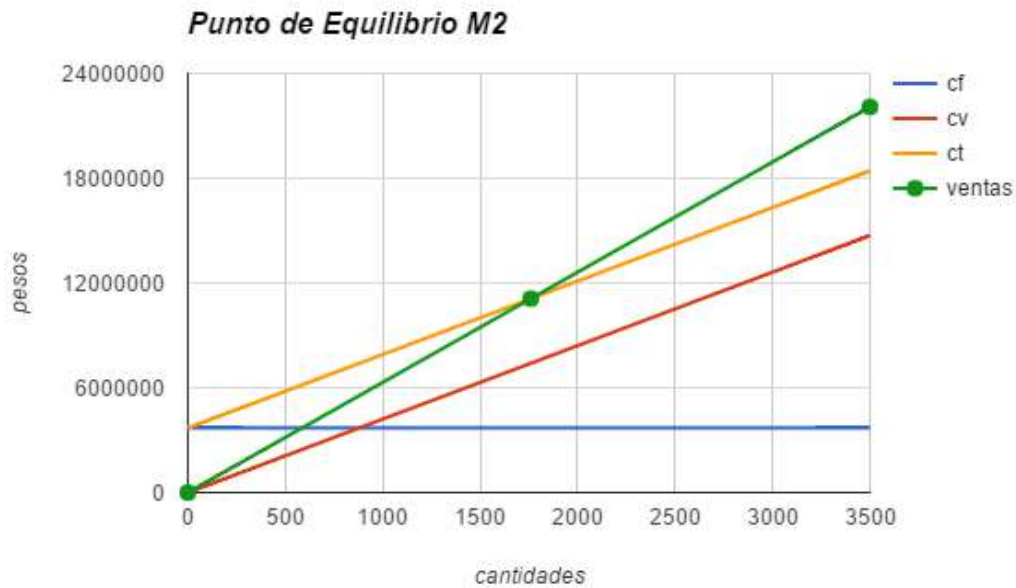
Ventas (300 u. mensuales de M2 a \$ 6309,34 c/u + 100 u. mensuales de M3 a \$ 8042,22)	\$ 32.364.307,80
CMV (300 u. mensuales de M2 a un costo de \$ 4206,22 c/u + 100 u. mensuales de M3 por \$ 5361,50)	\$ 21.576.205,20
Contribución Marginal	\$ 10.788.102,60
Costos Estructurales	\$ 3.700.909,00
<b>RESULTADO</b>	<b>\$ 7.087.193,60</b>

El resultado positivo implica que los ingresos por ventas son lo suficientemente elevados para cubrir los costos tanto de estructura como variables, y obtener un beneficio de \$7.087.193,60.

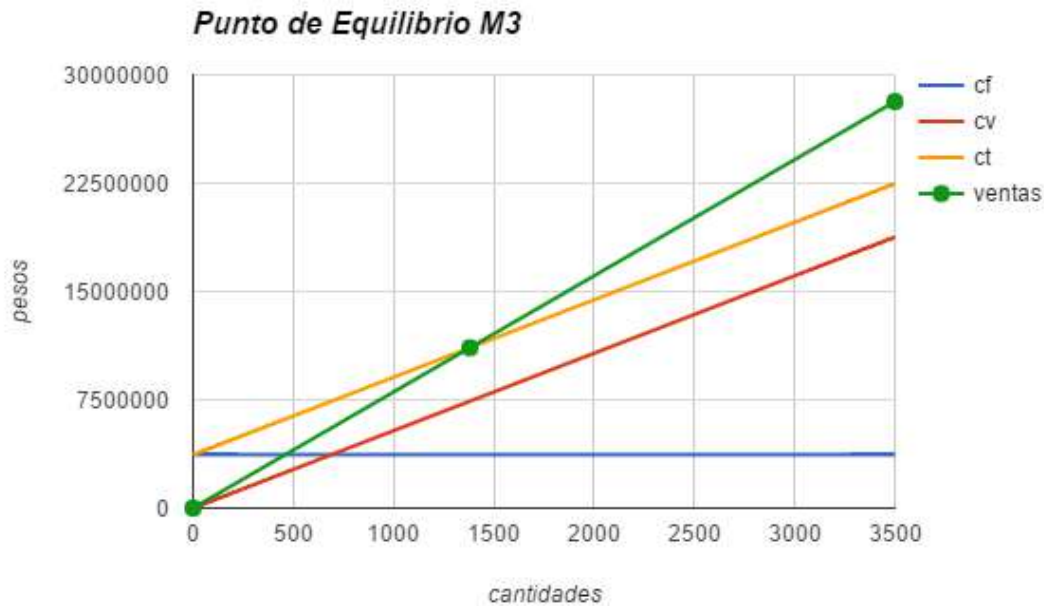
### 7.7.2 – Situación de equilibrio

El punto de equilibrio de un producto es el volumen de operaciones que cubre exactamente la suma de costos variables y costos de estructura.

Con una contribución marginal de 2.103,11 para el producto M2, las cantidades de equilibrio serán 1759,72. Es decir, con estas cantidades solamente de M2 cubrimos el total de costos variables y de estructura de la empresa.



Con una contribución marginal de 2.680,75 para el producto M3, las cantidades de equilibrio serán 1.380,55. Es decir con estas cantidades solamente de M3 cubrimos el total de costos variables y de estructura de la empresa.



En los puntos de equilibrio por producto, las cantidades vendidas de cada uno de ellos alcanzan exactamente para cubrir los costos, sin producir beneficio ni quebranto, por lo que verificando el resultado para cada caso debe ser nulo como se muestra a continuación.

	<b>Qe de solo M2</b>	<b>Qe de solo M3</b>
Ventas	$(6.309,34 \cdot 1.759) = \$ 11.102.727$	$(8.042,25 \cdot 1.380) = \$ 11.102.727$
CMV	$(4.206,22 \cdot 1759) = \$ 7.401.818$	$(5.361,50 \cdot 1.380) = \$ 7.401.818$
Contribución Marginal	\$ 3.700.909	\$ 3.700.909
Costos Estructurales	\$ 3.700.909	\$ 3.700.909
<b>RESULTADO</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

### 7.7.3 – Producción múltiple sin condicionamiento técnico

Se consideran las dos líneas de productos (M2 y M3) que utilizan la misma capacidad instalada. Dichos productos poseen margen de comercialización uniformes.

El punto de equilibrio de la empresa estará dada por una mezcla o combinación de los dos productos en cuestión, de modo que encontraremos varios puntos de equilibrio, en el caso de no existir limitación para la empresa. Este análisis es aplicable a nuestro caso ya que los costos de estructura afectan a ambos productos, o sea, se trata de costos de estructuras indirectos, no existiendo costos de estructura directos a alguno de los productos en particular.

#### SIN CONDICIONAMIENTO TÉCNICO

$$RR_{A/B} = cm A / cm B \quad RR_{B/A} = cm B / cm A$$

$$N_A = (Q_B^e - N_B) \cdot RR_B \quad N_B = (Q_A^e - N_A) \cdot RR_A$$

Considerando el caso que solo se producen todas las unidades de un producto y viceversa, se tienen los siguientes puntos de equilibrio: Para el producto M2, 1.759 unidades y para M3 1.380 unidades.

La relación de reemplazo de un producto por otro está dado por la relación de contribuciones marginales entre ambos productos, para M2 la relación de reemplazo es 0,78 y para M3 es 1,27.

Si no existieran restricciones, la decisión de producción basada en costos sería la de producir y vender todo M3, que como presenta una contribución marginal superior a M2 permite alcanzar el equilibrio, y por lo tanto los beneficios, a menores niveles de actividad.

Considerando una saturación de mercado anual de M2 1.500 unidades y M3 1.000 unidades, vamos a obtener la cantidad del producto restante a producir:

Saturación M2: 1500 - Producción de M3: 203 unidades

Saturación M3: 1000 - Producción de M2: 485 unidades



Algunas combinaciones de cantidades a producir de ambos productos en equilibrio son las siguientes:

QM2	QM3
0	1.380,59
1.500	203,76
485,07	1.000
1.759,72	0

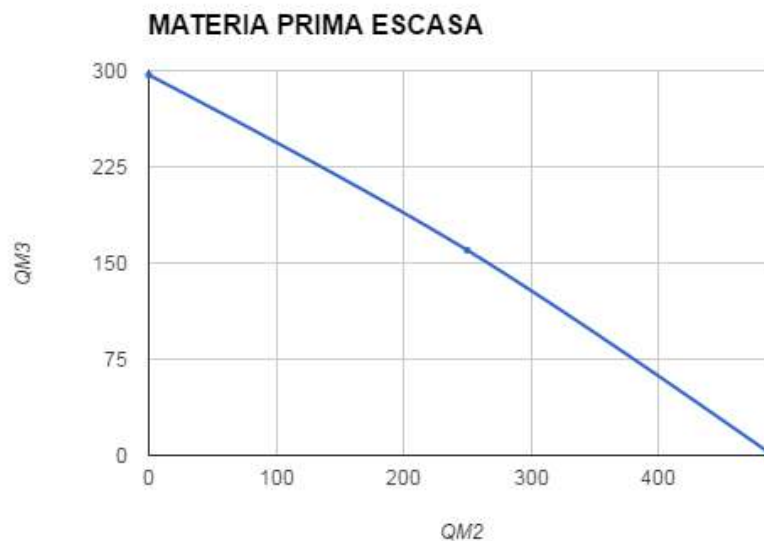
#### *7.7.4 – Decisiones ante limitaciones de la disponibilidad de materia prima*

La materia prima es un recurso escaso y, a esto se le agrega mayor dificultad en la disponibilidad, debido a los tiempos de entrega y de tránsito entre los proveedores y la empresa.

En este tipo de decisiones conviene fabricar aquel que arroje una mayor contribución por unidad de materia prima. A esto debemos adicionarle la limitante que el mercado satura con 250 unidades del producto M2 y 180 unidades del producto M3.

Entonces, la contribución por unidad de materia prima es para M2 1051,56 y M3 893,5. Siendo M2 el que tiene mayor contribución, es este el producto que conviene elaborar. Asumiendo un supuesto de contar con 980 unidades en stock se deberían utilizar 500 para producir M2, fabricando 250 unidades de producto y con las 480 restantes, sería posible armar 160 unidades del producto M3.

Conociendo esta restricción, la preferencia de producción se inclina por M2, contrariamente a lo previsto cuando se evalúa solo por la contribución marginal de los productos.



No se tienen costos de estructura específicos ya que utilizan la misma capacidad instalada, la misma línea de producción, por lo cual no requiere maquinaria específica en los procesos productivos asociados directamente a cada producto.

## 7.8 – Decisiones de Alternativas Excluyentes

### 7.8.1 – Venta Masiva o al Detalle

La situación actual de la empresa es un modelo de venta masiva mediante pocos vendedores a grandes clientes.

El objetivo es analizar la incorporación de venta minorista mediante el agregado de un sector de comercialización al detalle.

Vamos a obtener el volumen de ventas en equilibrio expresado con márgenes.

El margen de marcación de venta masiva es de 50% y para el supuesto de incorporación de venta al detalle el margen será de 90%, siendo el costo variable unitario del sector de 1%. El costo de estructura de este nuevo sector es de \$ 2.670.000. Obteniéndose un volumen de venta de \$ 20.483.176,31, a partir del cual conviene invertir en un sector de comercialización al detalle.

El nuevo punto de equilibrio de la empresa es de \$13.739.758,34 (el anterior era de \$ 11.102.727), por lo tanto, no conviene incorporar un sector de comercialización al detalle.

$$V_{\text{sectorial}}^e = \frac{CE_{\text{sector}}}{1 - \left( \frac{1}{1 + m_{\text{sector}}} + \frac{CV_{\text{sector}} + m_{\text{masiva}}}{1 + m_{\text{masiva}}} \right)}$$

### 7.8.2 – Comprar o Fabricar

La empresa que estamos analizando compra sus insumos en el mercado externo, siendo este un limitante, por sus tiempos de aprovisionamiento y su dificultad para obtenerlos en el mercado interno. Por esta razón creemos que es importante evaluar la alternativa de poder fabricar los módulos de led.



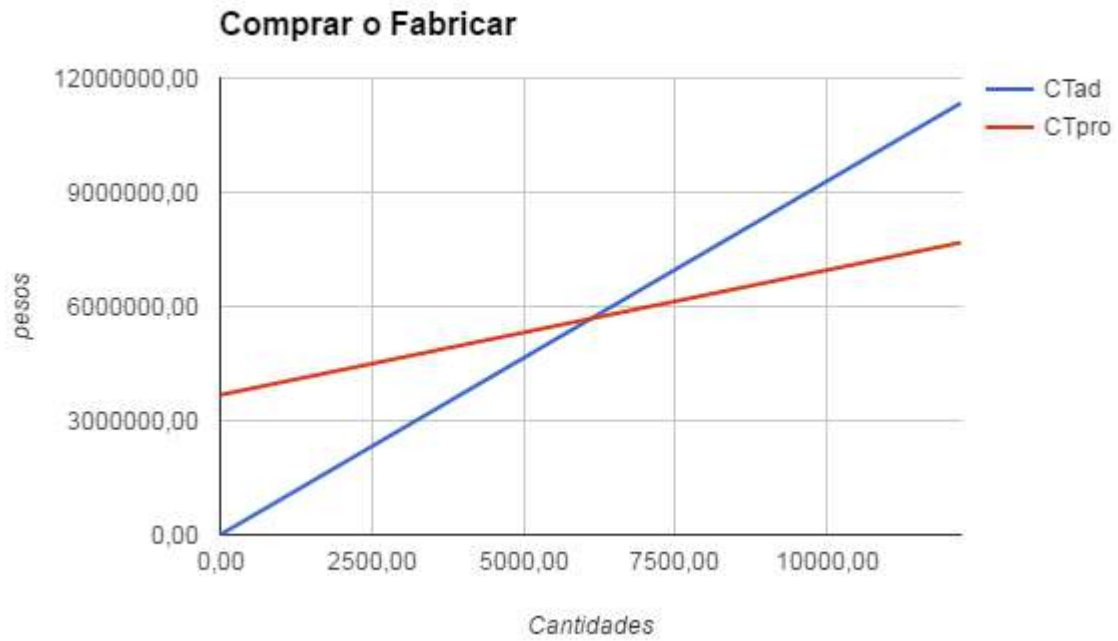
En primer instancia, evaluamos los costos que nos significaría la instalación de una nueva planta con las instalaciones necesarias para la fabricación de este producto, que se calculó como un total de \$12.715.500.

Lo siguiente a evaluar serán los nuevos costos estructurales para esta actividad, es decir aquellos que solo se incrementarían si se agregara este área, que los calculamos en \$3.676.100 anuales, en estos se consideran las amortizaciones de maquinarias y edificios.

Luego, determinamos el costo variable unitario, siendo de \$328,104 (\$ 929,78 si lo compra directamente)

Con esta información ya determinada, pudimos calcular las cantidades mínimas de este insumo que deberíamos necesitar para que sea conveniente la fabricación. Esta cantidad fue determinada en 6.109 unidades y considerando que los que necesitamos para nuestra producción actual son 10.800 unidades (300 M2 por dos módulos cada uno y 100 m3 por 3 módulos cada uno, en 12 meses), nos conviene incorporar la fabricación de este insumo.

Es necesario aclarar que esta conveniencia de comenzar a fabricar en vez de importar, es analizada desde el punto de vista económico, ya que existen otras variables a analizar: tendencia del sector en el mercado, expectativa de venta, obsolescencia de tecnología, restricción a las importaciones, etc, que van a afectar a la decisión final de implementación.



## *8– GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS*

## 8.1 – Introducción

Considerando al recurso humano como un pilar fundamental en el desarrollo organizacional, y la considerable expansión de la empresa en el mercado de productos tecnológicos debido a una concientización en el ámbito energético, surgió la necesidad de incorporar una persona que pueda desempeñar las tareas administrativas y de asistencia en las actividades operativas en el flujo de productos.

A partir de esta necesidad, se decidió realizar una adecuada descripción del puesto, definir las técnicas de reclutamiento, los métodos de selección y la comparación de los diferentes candidatos encontrados para determinar el más apto para las actividades, su potencial y se alineamiento a valores y políticas de la empresa.

Como condición particular y de gran interés, la empresa está focalizada en personas de la generación Y, donde éstos jóvenes a raíz de las costumbres propias del siglo XXI, cuestiones culturales y los mismos cambios de paradigmas a nivel mundial, exigen nuevas formas de contratación, en la relación entre empleado-empendedor, y de vinculación tecnológica diferente a lo que generaciones pasadas venían acostumbrados.

## 8.2 – Desarrollo

A lo largo de este proceso, se ha investigado el proceso de selección de personal, mostrando así los diversos métodos que son factibles de ser utilizados en la instancia de selección de personal, con sus ventajas y desventajas al momento de elegir una persona idónea para cubrir determinados puestos de trabajo.

Cabe resaltar la importancia de saber a qué tipo generacional de individuos se apunta con cada búsqueda ya que esto dependerá de las características del individuo que buscamos.

También hay que evaluar cuál y cuántos métodos de selección se deberán tener en cuenta para hacer más óptima la búsqueda y lograr mejores resultados. Un ejemplo es el caso evaluado; donde el método utilizado fue únicamente la entrevista dirigida, dado que en esta pudimos evaluar los rasgos de la

personalidad buscados en los postulantes y conocer sus formaciones. Pero si con este método no hubiéramos conseguido la información buscada deberíamos haber recurrido a otro test más específico, por ejemplo el psicológico o pruebas de conocimiento. Esto dependerá del puesto a ocupar.

También, se deberá tener en cuenta si necesitara trabajar en equipo y que se espera de él en un equipo, que lo dirija, que sepa llegar a un acuerdo, etc., en esos casos los test más recomendables son los grupales.

Por ellos antes de determinar cualquier método de selección hay que tener en cuenta qué se busca y para quién.

### 8.3 - Reclutamiento

“El reclutamiento es un conjunto de técnicas y procedimientos que se proponen atraer candidatos potenciales, calificados y capaces de ocupar puestos dentro de la organización”. “Para que el reclutamiento sea eficaz debe atraer un contingente suficiente de candidatos que abastezca de manera adecuada el proceso de selección.”

“El reclutamiento requiere una cuidadosa planeación, que responde a las siguientes preguntas”:

1. ¿Que necesita la organización en términos de personas?
2. ¿Que ofrece el mercado de RRHH?
3. ¿Qué técnicas de reclutamiento se deben emplear?

A estas preguntas corresponden las siguientes tres etapas de proceso de reclutamiento:

1. Investigación interna de las necesidades
2. Investigación externas del mercado
3. Definición de las técnicas de reclutamiento.” (Adm. de RH, Chiavenato)

La búsqueda de personal puede orientarse tanto interna como externamente. Por ello cuando hablamos de fuentes de reclutamiento hay que pensar primero en la misma organización. Es importante que la organización retenga al personal idóneo y necesario, cambiándolos a puestos más adecuados o distintos sectores donde ellos puedan sentirse más realizados, evitando tener que desprendernos de aquellos colaboradores que pueden ser superados en determinados puestos, pero muy útiles en otros.

Estas *búsquedas internas* las genera la empresa por medio de publicaciones en carteleras.

Otra herramienta de reclutamiento es el *inventario de personal* o banco de postulantes internos, es aquel formado por personas que alguna vez han pasado por el proceso de reclutamiento y estaban dispuestos a ser parte de la organización. En este momento hay que evaluar si la persona sigue interesada y si cumple con el perfil del puesto que se busca.

Si las dos anteriores no han tenido éxito, o no se consideran adecuadas, se puede recurrir a una *búsqueda externa*, la cual consiste en publicar un perfil del puesto a cubrir fuera de la empresa (carteles en la puerta de la empresa, avisos en facultades, avisos en medios de comunicación, etc.), y así encontrar nuevas personas interesadas y con perfiles adecuados para el puesto.

Otro instrumento para la búsqueda es la *base de datos*, estos son bancos de postulantes que pueden ser utilizadas por varias empresas/consultoras en internet, las cuales se ocupan de ofrecer puestos a determinadas personas que cumplen con el perfil buscado.

## 8.4 – Selección de Personal

Los objetivos de todas las técnicas de selección y pruebas que se aplican durante el proceso de selección son:

- Obtener los máximos indicadores para saber la adaptabilidad del entrevistado a su puesto de trabajo.
- Valorar, de una manera objetiva, cada uno de los diferentes candidatos para determinar cuáles serán los que mejor se adapten a las especificaciones que busca la empresa.

#### *8.4.1 – Selección de personal por LinkedIn*

El proceso de selección de personal está evolucionando. Durante los últimos años, se observa que las técnicas se han ido adaptando a las nuevas tecnologías y requerimientos de lo que se ha denominado como Generación Y. Las técnicas han pasado de la agenda y las llamadas en frío a captar a candidatos interesantes a los pocos minutos de encontrarlos en Internet.

En la era digital, los seleccionadores de personal tienen un primer filtro, LinkedIn, que se utiliza para el proceso de selección, le llaman el “Facebook de los profesionales” y fue lanzada en 2003.

El candidato tiene un perfil, la carta de presentación, profesional en Internet. Dicho perfil, es un resumen de la experiencia y los logros profesionales del candidato. Esto ayuda a los miembros a encontrar, investigar y entrar en los procesos de selección de puestos de trabajo facilitando el trabajo del seleccionador.

#### *8.4.2 – Entrevista*

La entrevista es la técnica más utilizada, la cual es realizada cara a cara seleccionador-entrevistado.

Aquí, el seleccionar tiene como objetivo conocer al candidato y ver si sus características son adecuadas con el perfil que la empresa está buscando para cubrir el puesto específico. A través de este método se analiza el currículum vitae, las características personales del entrevistado, motivaciones e intereses, y a partir de aquí, se evaluará su posible desempeño profesional dentro de la empresa.

En la actualidad, se observa que va tomando mayor relevancia la entrevista por competencias, donde se intenta detectar las habilidades que una persona tiene que utilizar para conseguir la obtención de determinados resultados, o ciertas conductas y formas de hacer con las cuales se han obtenido ciertos resultados. Por tanto, se trata, de valorar el talento y las capacidades de los candidatos, a través de un análisis de la integración de los conceptos del saber, del hacer y de la voluntad.

1. ENTREVISTA NO DIRIGIDA: En este tipo de entrevistas las preguntas que se hacen son aquellas que te vienen a la mente, no hay un formato especial que haya que seguir y puede avanzar en varias

direcciones. El entrevistador debe ir encontrando, conforme se encamine la entrevista, aquello que sea de su interés. Es indispensable que la atmósfera sea propicia.

2.ENTREVISTA DIRIGIDA: En este tipo de entrevistas sigue una secuencia de preguntas determinada. Busca obtener información sobre la competencia técnica del aspirante, así como descubrir rasgos de su personalidad, actitudes y motivación. A la vez no permite profundizar en las respuestas, por lo que se pueden escapar detalles importantes sobre su personalidad o experiencia. La aplicación de este tipo de entrevistas requiere de una capacitación especial para el entrevistador.

3.ENTREVISTA ESTRUCTURADA: Son series de preguntas determinadas previamente y estáticas que deben responder todos los aspirantes al puesto. Las entrevistas estructuradas pueden adaptarse para incluir preguntas sobre el trabajo específico en cuestión, sobre cada puesto. Este tipo de entrevista es recomendable para aquellas empresas que necesitan cubrir muchos puestos de trabajo y no pueden invertir demasiado tiempo en el proceso de selección.

4.ENTREVISTA SECUENCIAL: En este tipo de entrevista el aspirante es entrevistado, en varias etapas, por varios supervisores, y cada uno de ellos lo califica en una forma separada y luego las evaluaciones se analizan antes de tomar una decisión.

5.PANEL DE ENTREVISTAS: En este tipo de entrevistas, hay un grupo de entrevistadores que le hacen preguntas al aspirante, de esta manera todos los entrevistadores aprovechen las respuestas del candidato a las preguntas formuladas por los otros entrevistadores.

6.ENTREVISTA DE ESTRÉS: Este tipo de entrevistas tiene como objeto determinar la forma en que un aspirante reaccionará. Mediante esta técnica se busca conocer la reacción del entrevistado al estrés.



Este tipo de entrevista se utiliza para trabajos que estarán relacionados con la comunicación con clientes y corren el riesgo de recibir una fuerte dosis de adrenalina. Su propósito es revelar los aspectos negativos ocultos de la personalidad del candidato. (Caso Heineken).

### *8.4.3 – Test de Selección del Personal*

Son pruebas que suelen medir el comportamiento del entrevistado, cuyo principal objetivo es averiguar en qué medida una persona se puede adecuar a un determinado puesto de trabajo, permitiendo el análisis de los rasgos más sobresalientes de su comportamiento. Los test de selección se consideran una prueba más del proceso de selección, y no siempre pueden ser responsables de que se consiga el puesto de trabajo o no.

Dentro de los diferentes test de selección se utilizan, mayoritariamente, estos tipos de pruebas:

- Pruebas proyectivas: buscan predecir el comportamiento futuro del entrevistado ya que tratan de revelar los aspectos de su personalidad.
- Pruebas de aptitudes: valoran los requisitos específicos del candidato, a través de la medición de diversas funciones de la entrevista como la velocidad de reacción, la coordinación, entre otras. Tales como:
  - PRUEBAS ESPECÍFICAS: Pruebas diseñadas para evaluar actividades concretas que se requieren en un puesto de trabajo. Deben de cumplir los siguientes requisitos: realizada por profesionales, estandarizada y utilizar medios reales.
  - DINÁMICAS DE GRUPO: Técnica de evaluación psicológica que sitúa a los candidatos en interacción, permite observar sus conductas que muestren diferencias y la evaluación de comportamientos en los mismos.
  - PRUEBAS GRAFOLÓGICAS: Prueba que a través de algún escrito del candidato permite obtener información a nivel aptitudinal, comportamiento social, rendimiento, etc.

- Pruebas de nivel: valoran el nivel intelectual del entrevistado. Esta prueba somete al candidato a un listado de preguntas en un tiempo determinado, donde se le pide hacer secuencias lógicas o escribir una cierta cantidad de palabras por minuto.
- Pruebas de personalidad: son aquellas que miden las características personales del entrevistado, su autocontrol, su emocionalidad, su introversión, su iniciativa. Se le pide que responda una serie de preguntas bien eligiendo entre varias respuesta, ya sea a través de respuestas cerradas (afirmativo o negativo) o con respuestas abiertas.

#### *8.4.4 – Técnicas grupales de Evaluación*

Las técnicas grupales proponen observar, explorar, reconocer, comparar y conocer aspectos referidos al entrevistado (sus características, sus habilidades, sus recursos, sus posibilidades) en relación con otros entrevistados, en una situación de interacción.

Esta técnica se interesa por el cómo (cómo resuelve, cómo afronta, cómo compite, cómo expresa sus ideas), por el resultado (qué obtiene, qué provoca, qué genera), el proceso y el resultado.

Facilitan información sobre:

- Cómo alguien usa sus recursos personales en determinadas situaciones.
- Qué provoca en otros y cómo responde cuando otros intervienen.

Éstas técnicas informan acerca de las diferentes respuestas en determinados contextos y ante ciertas acciones o intervenciones de otros entrevistados. También pueden brindar información acerca de la respuesta social que provoca el entrevistado y la imagen que nos ofrece.

Existen dos tipos de técnicas grupales: Aquellas que trabajan sobre tareas reales y las que lo hacen sobre situaciones fantásticas.

## 8.5 – Tipos Generacionales: Generación Y

A lo largo de los años han existido distintos tipos de generaciones de personas, estas tuvieron vivencias y experiencias particulares que vienen marcadas, por una serie de características únicas que las diferencian de las demás y que determinan en muchos casos, la forma de relacionarnos en el mundo.

Conocer esta clasificación y cómo se comportan estos grupos generacionales, nos puede servir de gran ayuda para conocer la información básica y esencial para poder tomar las mejores decisiones sobre qué individuo podemos necesitar para cubrir determinado puesto.

En este caso particular evaluamos la generación Y, que está compuesta por los individuos nacidos entre 1980 y 1995. Estos nuevos profesionales presentan marcadas diferencias con sus generaciones precedentes, especialmente respecto a la relación con la tecnología y la educación adquirida, que deben ser tenidas en cuenta en los procesos de selección y sobre todo, al momento de atraer y retener a estos jóvenes.

Esta generación se caracteriza por haber crecido utilizando tecnología, suelen ser denominados “nativos tecnológicos”. Integran de forma natural la tecnología en su vida y su trabajo, son por tanto usuarios avanzados, a los que limitarles el uso tecnológico que para ellos es natural, significa coartarlos, tanto en sus formas de comunicarse, como de sus herramientas de trabajo.

El cambio tecnológico ha provocado un cambio no solo de trabajo, sino en la forma en que la gente se relaciona y comunica, prefiriendo el uso del móvil, internet, correo electrónico, redes sociales y para ellos estos medios de comunicación son habituales y tan válidos como el cara a cara para hacer negocios. En ocasiones este cambio del panorama tecnológico puede provocar una barrera o brecha entre los empleados tecnológicamente capacitados y los no familiarizados con el uso de la tecnología.

Respecto a la educación, se observa que es una generación cuyos padres han tenido una cierta estabilidad económica y han estado especialmente involucrados en sus vidas y su desarrollo educativo.

Generalmente son personas que han podido acceder sin demasiados problemas a la educación superior y universitaria financiada por sus progenitores, suelen ser candidatos que tienen más nivel educativo y conocimientos que ninguna de las anteriores generaciones.

Por un lado, ese nivel formativo los hace valiosos para las compañías que quieran contratarlos y por otro, se encuentran ante la problemática de contar con poca experiencia laboral práctica y real. Traen nuevos conocimientos, métodos y aire fresco a la capacidad productiva de las compañías pero a su vez carecen de un aspecto, saber cómo moverse, comportarse y saber estar en un entorno laboral entendiendo que ya dejaron atrás el ambiente informal del campus universitario.

En Argentina, el 45% de la fuerza laboral pertenece a ésta generación, que si bien son una generación altamente productiva, es necesario que empresas con estructuras rígidas, aprendan a motivar. Éstos jóvenes son el producto de una sociedad de la negociación y flexibilización de todas las pautas y de adultos con problemas para plantearlas y sostenerlas.

Una encuesta de Deloitte revela que 47,5% de los Y sólo piensa quedarse en la empresa entre seis meses y dos años; 23,9% imagina no cambiar su trabajo sólo por tres o cuatro años. Después, su ruta y, en muchos casos, un sueño por cumplir: la propia empresa.

Por lo que existe una necesidad imperiosa de adaptarse a los cambios y a éstas nuevas maneras para poder funcionar en conjunto.

Es así como el desafío para entender la nueva generación Y podría involucrar ciertas tareas que se deben encarar desde las organizaciones, como por ejemplo: “construir y explicitar el sentido que las inspira (muchas no lo tienen claro), explicar el ordenamiento que proponen (una reflexión que en muchos casos nunca han hecho), que los adultos se animen a "enseñar" su oficio (en lugar de decirles que todo ha cambiado y "nada es como antes"), a pensar nuevas figuras de autoridad menos verticales, con mayor capacidad de comprometer y, por último, construir organizaciones con la capacidad de escuchar.”

## 8.6 – Propuesta de Valor de Itelecom

“Itelecom se preocupa por la innovación en todos sus procesos empresariales. Concibe los negocios vinculados a las tecnologías de una manera colaborativa y flexible, donde los actores implicados en la relación comercial dialogan y se complementan mutuamente. Es por ello, que para Itelecom es importante que las partes que participan en la relación comercial, manejen una visión integral de las metas que se pretenden cumplir para ir dejando atrás una forma de operar bajo un modelo de negocio tradicional donde las figuras de proveedor y empresa operadora de valor, utilizan procedimientos y roles rígidos en la cadena de consumo; para avanzar entonces, hacia un modelo más horizontal y flexible.

Itelecom acompaña a las empresas con las que se relaciona comercialmente convirtiéndose en mucho más que un proveedor. Se apuesta por aportar y añadir valor a la empresa con la que se trabaja, favoreciendo que el producto final que llegue a los consumidores cuente con elementos diferenciadores de alta relevancia que bajo el paradigma tradicional no se hubiesen podido alcanzar. En Itelecom se valora el aprendizaje organizacional y la interrelación empresarial para la creación de valor; para crecer junto a las empresas que prefieren los productos, servicios y soluciones tecnológicas integrales que se ofrecen.

Este enfoque empresarial que asume Itelecom se mueve desde la provisión tradicional de productos evolucionando hacia la provisión de soluciones con el fin de establecer criterios de beneficio mutuo para abordar proyectos en diversas modalidades destacándose entre las fundamentales: paga con creces (PAYG), compartiendo beneficios, y compartiendo costo.”

Desde esta óptica, será necesario evaluar las competencias de los candidatos al puesto para que se encuentren en equilibrio con la cultura organizacional de la empresa. Definidas las prioridades que busca la empresa (proactividad, iniciativa, orientación a resultados), y las particulares del superior jerárquico del puesto a cubrir (buen clima de trabajo, ambiente amigable), se buscará evidencia en la entrevista de comportamientos que haya tenido en el pasado cada uno de los postulantes preguntando sobre situaciones detalladas que le hayan sucedido. Por ejemplo, cómo reacciona si se le pide una tarea completamente distinta a su función, o qué situaciones conflictivas ha tenido con compañeros de trabajo, qué actividades

extra laborales compartía con sus compañeros en un trabajo actual o anterior, y que ventajas le parece que tiene. También se consultará sobre acciones y conductas que haya ejecutado en esa situación, qué estrategia siguió, qué soluciones pudo dar, qué resultados obtuvo y si volvería a resolverlo de la misma manera. Se indaga así sobre comportamientos observables de la persona (y no sobre los rasgos, subjetivos, que se evalúa tradicionalmente) de manera de obtener resultados más objetivos, operativos y compartidos por la organización. Seleccionando candidatos con este enfoque se procuran mejoras personales y profesionales en los individuos, demandas prioritarias para los millenials.

A modo de resumen, dada la situación actual (crisis) donde es necesario diferenciarse para sobrevivir como empresa, una ventaja competitiva basada en la gente nos parece una solución económica, integral y sostenible en el tiempo. Para ello es necesario formar un equipo con los mejores recursos disponibles para cada uno de los puestos, que además de tener capacidad y formación acordes a la función a desarrollar, compartan los valores de la organización y se identifiquen con ella. De esta manera los objetivos serán compartidos y los esfuerzos de toda la empresa tendrán la misma dirección.

## 8.7 – Caso Práctico Aplicado de Gestión de Recursos Humanos

### 8.7.1 – Descripción del Puesto

**Nombre de la organización:** Itelecom

**Nombre del Cargo:** Administrador y Asistente Senior de gestión

**Objetivo del Puesto:** Llevar adelante eficientemente las actividades administrativas y coordinar los procesos operativos para el buen funcionamiento de la empresa

**Principales funciones del puesto:**

- Gestionar actividades administrativas generales
- Control de RRHH

- Control de inventario
- Soporte en comercio exterior
- Soporte logístico
- Control de facturas y órdenes de compra

### **Objetivos**

Los conocimientos requeridos para el puesto son:

- Manejo de sistema de ERP
- Manejo de sistema de CRM
- Manejo de office
- Métodos de control de RRHH
- Logística integral
- Administración General (pago de facturas, compra de insumos, tratamiento ante impuestos)

### **Objetivos Obligatorios:**

- Contar con nivel académico Terciario – Universitario.
- Contar con experiencia profesional de más de 3 años en cargos administrativos, inventario, comercio exterior, logística o similares.
- Poseer excelente manejo de paquete office

### **Objetivos Deseables:**

- Manejo de ERP-CRM(A-8)
- Conocimiento sobre Sistemas de gestión Calidad– ISO 9001 (B-3)
- Conocimiento sobre Comercio internacional – Logística (M-7)
- Contabilidad básica administrativa (M-6)
- Inglés conversación – lecto escritura técnica (M-7)

- Buena redacción (B-3)
- Capacidad de comunicación (A-8)
- Compromiso basado en resultados (A-9)
- Mejora continua (A-9)
- Capacidad de síntesis (B-3)
- Perfil Proactivo y con Iniciativa propia (A-9)
- Capacidad para el trabajo en equipo (M-7)
- Buena presencia (M-5)
- Edad de 24 a 34 años (B-3)

Para poder cuantificar la relevancia de los objetivos deseables, los clasificamos según nivel de prioridad en:

Alta prioridad A = 10, 9 y 8

Media prioridad M = 7, 6, 5 y 4

Baja prioridad B = 3, 2, 1 y 0

**Cualidades a tener en cuenta para el puesto:**

- Capacidad de análisis.
- Compromiso
- Responsabilidad

**Indicadores a tener en cuenta:**

- Estudios
- Experiencia laboral
- Antecedentes generales

**Potencial y crecimiento:**



Se busca a una persona con mucha capacidad de adaptabilidad y proactividad, prometiendo un clima adecuado para el desarrollo de estas habilidades buscadas.

La idea es inicialmente que se aboque a tareas de administración en la sucursal de Argentina, y dependiendo de su desarrollo y capacidad de resolución, expandir su trabajo al resto de América como soporte a las administraciones propias de cada sucursal.

### *8.7.2 – Reclutamiento y Selección*

Dado el análisis del puesto, los encuestados seleccionados son miembros de la generación Y. Esto fue tenido en cuenta al momento de elegir el método de selección ya que se eligió la entrevista dirigida, la cual busca obtener información sobre la competencia técnica del aspirante, así como descubrir rasgos de su personalidad, actitudes y motivación.

En la actualidad la empresa no cuenta con personal suficiente para hacer una búsqueda interna por lo que se decidió comenzar con una selección externa, por medio de aviso en diario impreso y en portales digitales, consultas a conocidos y mediante la oficina de empleo de la municipalidad que brinda un servicio gratuito de reclutamiento para empresas.

Se preseleccionaron los curriculums obtenidos mediante la comparación con el perfil del puesto requerido, para la posterior coordinación de una entrevista con los candidatos potenciales.

Las entrevistas tuvieron una duración de aproximadamente 30 minutos cada una, en un lugar reservado de un restaurante, en horario no frecuentado, para mayor tranquilidad y comodidad a los entrevistados.

La entrevista se conformó por:

Introducción: planeamiento general, distensión del entrevistado, informaciones iniciales.

Formación: repaso sistemático de estudios, resultados académicos, proyectos de estudios futuros, grado de satisfacción con su formación.

Experiencia profesional: funciones, cargos, aprendizaje, juicios sobre empleos anteriores, motivos de cambio de trabajo, relaciones personales con compañeros y jefes, satisfacción laboral, deseos de promoción.

Evaluación de conocimientos: otros conocimientos que sean significativos para el nuevo trabajo (idiomas, informática).

Motivación: interés por el puesto, necesario para prever resultados en el trabajo, ya que a veces una buena motivación puede sustituir otras carencias.

Auto valorización y conclusiones: solicitar al entrevistado que indique sus puntos débiles y fuertes, para detectar el nivel de sinceridad y el grado de conocimiento de sí mismo.

Luego de realizar las entrevistas evaluamos los resultados obtenidos de los candidatos, mostrados a continuación:

OBJETIVOS		Alternativas ( Candidatos )							
OBLIGATORIOS		Sebastián	Marcos	Luján	Fiorella				
Contar con experiencia profesional de más de 3 años en cargos administrativos, inventario, comercio exterior, logística o similares.		4 años	4 años	5 años	3 años				
Contar con nivel académico Terciario – Universitario.		Sí	No	Si (en curso)	No				
Poseer excelente manejo de paquete office		Sí	Sí	Si	Si				
<b>No pasa</b>									
DESEADOS									
Manejo de ERP-CRM	A	8	6	48			4	32	
Conocimiento sobre Sistemas de gestión Calidad– ISO 9001	B	3	6	18			4	12	
Conocimiento sobre Comercio internacional – Logística	M	7	10	70			6	42	
Contabilidad básica administrativa	M	6	10	60			7	42	
Inglés conversación – lecto escritura técnica	M	7	10	70			5	35	
Buena redacción	B	3	7	21			7	21	

Capacidad de comunicación	A	8	9	72			8	64		
Compromiso basado en resultados	A	9	10	90			8	72		
Mejora continua	A	9	9	81			7	63		
Capacidad de síntesis	B	3	7	21			7	21		
Perfil Proactivo y con Iniciativa propia	A	9	9	81			6	54		
Capacidad para el trabajo en equipo	M	7	9	63			8	54		
Buena presencia	M	5	8	40			8	40		
Edad de 24 a 34 años	B	3	10	30			10	30		
<b>TOTALES</b>				<b>765</b>				<b>582</b>		

En base a estos resultados el candidato más firme para ocupar el cargo es Sebastián.

Sobre los dos candidatos que cumplen con los objetivos obligatorios hacemos una evaluación del riesgo

<b>Sebastián</b>	<b>Probabilidad x Gravedad = Resultado</b>		
Que prontamente exija un sueldo superior	8	6	48
Que busque cambiar de trabajo porque no le satisfaga la capacidad de crecimiento	3	4	12
Total	11	10	<b>60</b>

<b>Luján</b>	<b>Probabilidad x Gravedad = Resultado</b>		
--------------	--	--	--

Que prontamente exija un sueldo superior	7	6	42
Que busque cambiar de trabajo porque no le satisfaga la capacidad de crecimiento	2	4	8
Total	9	10	<b>50</b>

En este test el candidato menos riesgoso es Luján.

Luego de un análisis exhaustivo sobre las condiciones de cada candidato para el puesto de Administrador y Asistente Senior de gestión, en la empresa Itelecom y viendo que solo dos de estos han cumplimentado las características obligatorias para el puesto, procedimos a analizar el valor que podía tener cada uno dentro de la empresa, dado el nivel de conocimientos y los riesgos, que estos significaban para la misma. La primera cuestión a considerar es lo costoso que es para ésta la selección, contratación y capacitación de cada nuevo empleado; pero entonces notamos que aunque la candidata femenina es la que genera menor riesgo para la empresa su nivel de conocimientos generales es bastante menor, lo que significaría mayor tiempo y dinero en capacitación. Por esto mismo y dado que la empresa prefiere correr más riesgo pero tener a personal más capacitado, el candidato elegido, para el puesto, es Sebastián.

El paso próximo es hacer el análisis psicológico y psicofísico del mismo para comprobar si es apto.

## *9– CALIDAD*

## 9.1 - Introducción

Considerando la necesidad de la empresa de certificar normas ISO hacia un futuro no muy distante, se decidió que era conveniente el diseño e implementación de ciertas planillas base, bajo un esquema de calidad, para que luego su registro sirva a los fines prácticos de la implementación.

Se decidió dar forma bajo norma a los siguientes procedimientos y procesos que consideramos como básicas a incorporar desde un primer comienzo en la producción:

- Procedimiento de Hoja de Proceso
- Registro de Hoja de Proceso
- Registro de Producto Terminado
- Registro de Plan de Control
- Registro de Control de Producto y Control de Producto Final

## 9.2 – Procedimiento de Hoja de Proceso

Para la estandarizar la descripción del proceso productivo en los puestos de trabajo se utiliza un procedimiento de confección de los mismos para tener un claro detalle de las operaciones, identificando el objetivo, alcance y responsables para un proceder bajo normativa ISO de calidad, enunciando los registros asociados para un adecuado control.

Ver en ANEXO PCP-7-01 Hoja de Proceso

## 9.3 – Registro de hoja de proceso

Se detalla el contenido de los siguientes campos específicos:

- **CÓDIGO:** será conformado por el nombre del producto y el número de operación separados por un guion.

Ejemplo:

Producto: M2

Número de operación: 10

CÓDIGO: M2-10

- DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN

Se detallan las operaciones paso a paso en el puesto de trabajo

- COMPONENTES/MATERIAL

Listado de insumos que constituyen parte del producto, especificando código y cantidad.

- MÁQUINA/HERRAMIENTA

Maquinarias y herramientas necesarias para llevar a cabo las operaciones.

- PAUTAS DE CONTROL

Descripción de los controles de calidad sobre las operaciones, detallando frecuencia en que deben llevarse a cabo y sus respectivos registros.

- HERRAMENTAL/EPP

Listado de elementos de protección personal (EPP) si fuesen necesarios y otros elementos específicos.

- BASE ESTÁNDAR

Se detalla el tiempo en minutos por operación completa en el puesto de trabajo, como también la cantidad de piezas por hora en base a ese tiempo estándar.

- DETALLE DE LA OPERACIÓN

Se colocan imágenes, planos, etc, que faciliten la comprensión de las operaciones. Las mismas deben ser referenciadas en el campo Descripción de Operación.

El modelo de Hoja de Proceso que se utilizó como se visualiza en el ANEXO RCP-7-01-1 - E01 - Hoja de Proceso - M2.

## 9.4 – Registro de Producto Terminado

La planilla fue diseñada de tal manera de disponer de información necesaria a la hora de realizar trazabilidad en cuanto a alguna falla de las luminarias.

Se decidió incluir un campo para los insumos utilizados en la elaboración de cada producto, que además contendrá el número de lote asignado de ingreso, lo que nos da la información del proveedor y las características más relevantes de los mismos insumos.

Además se identificara cada luminaria con un código único que nos permitirá su rastreo a lo largo de la línea de proceso identificando cada una de sus etapas por las que intervino.

Se decidió trabajar por lotes de 15 luminarias acorde a nuestra limitación en cuanto al paletizado y estiba para cargas en contenedor (por altura de pallet).

Se transcribieron los códigos de los driver y protectores de sobre-tensión usados en cada unidad producida a dicha lista, y la regulación de potencia a la cual salió de fábrica.

La planilla utilizada en el proceso de Empaquetado de Producto Final se encuentra en el ANEXO como RCC-7-03-3 Planilla de Producto Terminado.

## 9.5– Registro de Plan de Control

Se elaboró los controles de calidad pertinentes para el proceso productivo de las luminarias, siendo que se consideraron necesarios tres controles principales que se documentaron en el plan de control del Producto M2.

En el mismo plan de control se establece que debe controlarse, con qué frecuencia y el criterio de rechazo u aceptación.

La planilla del Registro de Plan de Control del Producto M2 se encuentra en el ANEXO como RCP-7-03-1 Plan de Control - Producto M2.



## 9.6– Registro de Control de Producto y Control de Producto Final

La inspección durante el proceso la llevará a cabo producción por medio de la planilla “Control de Producto” o “Control de producto final”.

En ambas planillas hay un espacio destinado a las sugerencias de los operarios que serán analizadas y se utilizarán para mejoramiento continuo.

### *Control de Producto*

Se detallarán los siguientes campos:

#### 1. Descripción del control

- Número de orden: Orden numérico correlativo utilizado para organizar los controles.
- Fecha
- Hora de inicio
- Producto: Nombre del producto que se somete al control.
- Modelo: Modelo del mismo producto.
- Modelo N°
- Producto
- Código
- Control de Calidad N°
- Frecuencia: Cantidad de piezas controladas en un tiempo determinado.
- Descripción del control de calidad

#### 2. Detección de fallas

- Número de identificación: Este número identifica la pieza fallida e irá inscripta también en la etiqueta del producto fallido. Está dado por el número de identificación de la planilla de Producto No con-forme, ver procedimiento de Control de No Conformidades
- Descripción de falla: Breve explicación de la falla observada.

### 3. Cierre:

- Total de productos controlados
- Total de productos fallidos
- Comentarios de mejoras: Sugerencias de los operarios que serán analizadas y se utilizarán para mejoramiento continuo.
- Fecha
- Hora de cierre
- Responsable
- Firma

### *Control de Producto Final*

En este registro se completan los siguientes campos:

#### 1. Descripción del control

- Número de orden: Orden numérico correlativo utilizado para organizar los controles.
- Fecha
- Hora de inicio
- Producto: Nombre del producto que se somete al control.
- Modelo: Modelo del mismo producto.
- Modelo N°
- Producto
- Código
- Periodo de Prueba: se refiere a la cantidad de horas que se mantendrá encendido el equipo, según lo indicado en el plan de control.
- Periodo de Inspección: se indica el periodo de tiempo en que se deberán realizar las inspecciones, según lo indicado en el plan de control.

## 2. Inspección inicial

- Conformidad de funcionamiento: se indica SI si todos los productos funcionan OK, se indica NO si alguno presenta una falla de encendido
- En caso que se indique NO
- Se completa el número que identifica la pieza fallida e ira inscripta también en la etiqueta del producto fallido. Está dado por el número de identificación de la planilla de Producto No conforme, ver procedimiento de Control de No Conformidades
- Responsable
- Firma

## 3. Inspección N°: se completa este apartado después de un periodo de tiempo de funcionamiento según indique el plan de control. Se realizarán tantas inspecciones como se indique en el plan de control.

- Conformidad de funcionamiento: se indica SI si todos los productos funcionan OK, se indica NO si alguno presenta una falla de encendido
- En caso que se indique NO
- Se completa el número que identifica la pieza fallida e ira inscripta también en la etiqueta del producto fallido. Está dado por el número de identificación de la planilla de Producto No conforme, ver procedimiento de Control de No Conformidades
- Fecha
- Hora
- Responsable
- Firma

## 4. Cierre:

- Total de productos controlados
- Total de productos fallidos

- Comentarios de mejoras: Sugerencias de los operarios que serán analizadas y se utilizarán para mejoramiento continuo.
- Fecha
- Hora de cierre
- Responsable
- Firma

La planilla del Registro de Control de Producto y Control de Producto Final se encuentra en el ANEXO como RCP-7-03-2 Control de Producto y RCP-7-03-3 Control de Producto Final.

## *10– SEGUIMIENTO DE PROYECTO*

## 10.1 - Introducción

Como punto de partida para la planificación del proyecto, se tuvo la siguiente información:

- Fecha de entrega de la instalación en autopista: 15-12-2014
- Capacidad de instalación de luminarias en la autopista: 2 patrullas de 40 luminarias por día cada una.
- Alcance: montaje de planta, abastecimiento, producción y distribución para instalación.
- Duración total del proyecto: 90 días.

Siendo tales datos limitantes a la hora de la ejecución del proyecto, por lo que se consideró apropiada la utilización de la herramienta de gestión Gantt para lograr el objetivo, mediante una eficiente coordinación de las actividades.

Considerando la fecha objetivo y la capacidad de instalación de las patrullas, se obtuvo cual sería el periodo de tiempo a considerar para hacer el montaje de planta, abastecimiento de insumos y la producción y entrega a los instaladores, ya que eso limitaba la flexibilidad del proyecto.

Para una optimización de los tiempos y la correlación de las actividades, se decidió

- Hacer el diseño y montaje de planta en paralelo al abastecimiento debido a su transit time,
- Distribución en lotes parciales a las patrullas de instalación, articulando entre la capacidad de instalación y la de producción en fábrica.
- Disponibilidad de recursos humanos: 11 personas máxima.

Por lo tanto se trabajó en 2 etapas bien diferenciadas para hacer el seguimiento mediante Gantt en cada caso.

## 10.2 – Gantt de Obra

Una vez confeccionados los cálculos y diseños de cada una de las instalaciones industriales se comenzó con la etapa de implementación para culminar con el montaje final de la Planta Industrial.

Se procedió con la coordinación y seguimiento de la colocación y construcción de los sistemas por parte de terceros, para garantizar la correcta ejecución de la obra.

El seguimiento se llevó a cabo en las siguientes etapas:

- **Instalación eléctrica**
  - Habilitación de medidor de electricidad en cooperativa local
  - Instalación de bocas, cañerías y tableros
  - Distribución de cables
  - Confección de tableros con termomagnéticas y disyuntores
  - Instalación de tomacorrientes, teclas, artefactos de iluminación y equipos
  - Verificación y validación del funcionamiento
  
- **Instalación de aire acondicionado**
  - Instalación de equipos sobre el techo
  - Distribución de ductos en cieloraso
  - Colocación de difusores y rejillas de retorno
  - Instalación de termoestatos
  - Verificación y validación del funcionamiento
  
- **Instalación de elementos de seguridad e higiene**
  - Instalación de medios de escape adecuados
  - Instalación de extintores
  - Instalación de señalizaciones
  - Verificación de EPP correspondientes
  - Verificación y validación del nivel de iluminación
    - (recomendado 750 lux – Real medido en planta 800 lux)

Con estas instalaciones el montaje real del proyecto cumple con las necesidades de la empresa acorde con las normativas vigentes para desarrollar la actividad correspondiente.

Ver en Anexo Gantt de Obra.

### **10.3 – Gantt de Abastecimiento - Producción - Distribución**

Para la confección del siguiente diagrama, se consideró el tiempo de arribo de los insumos, la producción de lotes parciales para una apropiada distribución acorde a la optimización de la instalación de las patrullas y los tiempos de instalación.

Ver en Anexo Gantt de Producción.



## *11 - ANEXOS*

## Anexos

- Plano N°1: Lay out de fabrica
  - Plano N°2: Aire Acondicionado
  - Plano N°6: Circuito General
  - Plano N°7: Tablero Principal
  - Plano N°8: Tablero Seccional General 1
  - Plano N°9: Tablero Seccional 1
  - Plano N°10: Tablero Seccional 2
  - Plano N°11: Circuitos de Tomacorrientes
  - Plano N°12: Circuito de Iluminación
  - Plano N°13: Medios de escape y salidas de emergencia
  - Plano N°14: Ubicación de extintores
- 
- Ficha Técnica
  - Manual de instalación
  - Certificado de Tipificación de Zona Franca (CTZF)
  - RCP-7-01-1 - E01 - Hoja de Proceso - M2
  - Diagrama de Proceso Serie M2
  - Cálculo lumínico
  - Protector auditivo
  - Informe de Impacto Ambiental
  - Gantt de Obra
  - Gantt de Producción
  - PCP-7-01 Hoja de Proceso
  - RCC-7-03-3 Planilla de Producto Terminado.
  - RCP-7-03-1 Plan de Control - Producto M2
  - RCP-7-03-2 Control de Producto
  - RCP-7-03-3 Control de Producto Final