



*Universidad Nacional
de La Pampa
Facultad de Ingeniería*

Ramiro de la Iglesia

CONTENIDO	PÁGINA
CARATULA	1
1.DISEÑO DE AMPLIACIÓN	3
1.1 Memoria Descriptiva	4
1.2 Memoria Técnica	6
Listado de Máquinas/ Equipos.....	7
Listado de Mobiliario.....	8
1.2.1 Diseño de la ampliación y reorganización del Lay-Out.....	9
Primer Etapa.....	10
Logística de Materiales.....	11
Almacén de Materiales.....	12
Ampliación.....	14
Computo de Materiales.....	15
Distribución de Lay-Out.....	16
Segunda Etapa.....	17
Estudio de la Aplicación.....	18
Distribución de Lay-Out.....	19
Almacén de Materiales.....	20
Puente Grúa.....	21
Tercera Etapa.....	24
Distribución de Lay-Out.....	25
Sector de Pintura.....	28
Computo de Materiales.....	32
2 SEGURIDAD E HIGIENE	37
2.1 Memoria Descriptiva	38
2.2 Memoria Técnica	40
2.2.1 Equipos de protección personal (EPP).....	40
Calzado de seguridad.....	41
Protección contra caídas.....	41
Protección para la cabeza.....	42
Protección para las manos.....	42
Protección auditiva.....	43
Protección respiratoria.....	43
Protección visual.....	44
Planilla para EPP.....	46
2.2.2 Trabajo de soldadura.....	47
2.2.3 Trabajos de Oxicorte y Plasma.....	49
2.2.4 Orden y limpieza.....	52
2.2.5 Herramientas manuales y eléctricas.....	53
2.2.6 Riesgo Eléctrico.....	57
2.2.7 Accidentes.....	59
2.2.8 El riesgo de incendios.....	60

2.2.9 Plan de emergencia y evacuación.....	61
2.2.10 Ergonomía del trabajo.....	63
2.2.11 Iluminación.....	64
2.2.12 Depósito de sustancias peligrosas.....	64
2.3 Memoria de Cálculo.....	67
2.3.1 Primera Etapa.....	67
2.3.2 Segunda Etapa.....	71
2.3.3 Tercera Etapa.....	72
3 INSTALACION ELECTRICA.....	76
3.1 Memoria Descriptiva.....	77
3.2 Memoria Técnica.....	78
Componentes de la instalación eléctrica.....	81
3.3 Memoria de Cálculo.....	86
3.3.1 Circuito Seccional General.....	86
3.3.2 Circuito Seccional 1.....	92
3.3.3 Circuito Seccional 2.....	96
3.3.4 Circuito Terminal 3-5-6.....	100
3.3.5 Circuito Terminal 8-9.....	104
3.3.6 Circuito Terminal 10.....	108
3.3.7 Circuito Terminal 12.....	113
3.3.8 Circuito Terminal 4.....	117
3.3.9 Circuito Terminal 7.....	121
3.3.10 Circuito Terminal 11-13.....	124
Cómputos de materiales.....	130
4 DISTRIBUCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO.....	132
4.1 Memoria Descriptiva.....	133
4.2 Memoria Técnica.....	135
Tabla de cañería.....	136
Tabla de accesorio.....	137
Datos de Secador de Aire.....	138
Datos de Compresor.....	139
4.3 Memoria de Cálculo.....	140
4.3.1 Puntos de Consumo.....	141
4.3.2 Cálculo de cañería.....	144
4.3.3 Cálculo y selección del tanque pulmón y compresor.....	148
4.3.4 Cálculo del condensado en el tanque pulmón.....	151
5. ANEXO.....	153

Ingeniería Industrial

Informe Final de P.P.I.

Reorganización de Nave Industrial Existente y Diseño de Ampliación

ALUMNO: Ramiro, de la Iglesia.

TUTOR ACADÉMICO: Ing. Pedro, Belliaro.

EMPRESA: Metal-Maq.

TUTOR INSTITUCIONAL: Sergio, Paesani.

FECHA: 12/05/14.



Facultad de Ingeniería de General Pico
Universidad Nacional de La Pampa



Índice

DISEÑO DE AMPLIACION

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

El siguiente proyecto se realizó en la industria metalúrgica Metal Maq, la cual se encuentra ubicada en la calle E. Lacentra 896 del Parque Industrial de la ciudad de General Pico (La Pampa), cuyo propietario es Sergio Paesani.

La misma se dedica principalmente a la construcción de maquinarias, matrices, dispositivos, entre otros; al mismo tiempo que brinda servicios metalúrgicos a empresas como Cargil, Rotopam, DM Escapes. Actualmente se encuentra produciendo dos nuevas maquinarias, una de ellas consiste en una planta de alimento balanceado automatizada y la otra en una moledora de granos móvil, ambas máquinas con desarrollo propio.

Este proyecto surge a partir de la necesidad del propietario de ampliar la superficie cubierta existente, debido a la incorporación de nuevas maquinarias, junto con la necesidad de un sector de pintura diferenciado y un espacio físico para el almacenamiento de materiales.

La industria metalúrgica posee una fuerte base económica como consecuencia de que se encuentra instalada hace 11 años en el mercado. Esto le permite pensar en 10 años hacia adelante, con lo cual toda modificación que se realice será proyectada para los 10 años siguientes.

La reorganización del Lay-Out y la ampliación de la superficie implican un estudio minucioso de los niveles de producción de la industria, actual y futuros, que nos permitan determinar el espacio físico necesario para la producción, como así también el espacio para el almacenamiento de materiales.

Dentro de este estudio se contempló la posibilidad de poseer un sector de transformación de chapa para que no solamente abastezca el sector de armado, sino que también al exterior, permitiendo así contar con una nueva unidad de negocio a parte de las ya existentes. Esto también implica el cálculo de las nuevas instalaciones de

servicios (eléctrica, aire comprimido, agua, gas) y modificación de las existentes, como así también los temas relacionados con la seguridad e higiene del lugar.

Otras de los temas importantes fueron el análisis de la distribución y logística de los materiales como así también los elementos y medios de transporte necesarios para su realización, ya que hoy en día el movimiento de la materia prima es un problema que influye en los niveles de producción de la industria. Todos estos aspectos serán contemplados y desarrollados en las memorias correspondientes que se presentan a continuación.

1.2 MEMORIA TÉCNICA

Para poder realizar el análisis de la ampliación, fue necesario establecer un plan de trabajo a seguir durante el transcurso de la práctica, que consistió en describir la situación actual de la empresa y, posteriormente se puntualizó en el estudio de la ampliación.

En primer lugar se relevó toda la información referida a las dimensiones necesarias para la realización de los planos. Se obtuvo la superficie del terreno en el cual se encuentra instalada la nave industrial y en donde se construirá la ampliación. Posteriormente se relevaron las dimensiones de la edificación actual, que está formada por dos galpones que se detallan en el plano N°1 (Anexo).

Para evitar que la información recopilada pierda significado se procedió a dibujar los croquis en la computadora en un programa de diseño. Una vez finalizada dicha labor se realizó el relevamiento de las dimensiones, ubicación y especificaciones eléctricas de las maquinarias. De este modo se hicieron los croquis de cada máquina de manera organizada con sus correspondientes detalles, esbozando además el espacio necesario de cada máquina para el acceso a posibles mantenimientos.

Luego se relevó las medidas del mobiliario existente en planta, teniendo en cuenta la ubicación del mismo y las dimensiones que implica el acceso interior a ellos, esto también formó parte de la información recopilada en la computadora.

En el Plano N°1 se encuentran numeradas las maquinarias y mobiliarios mencionados anteriormente, formando parte del registro que se presenta en la hoja siguiente. Además con línea punteada se evidencia el espacio necesario y no permanente de cada uno de ellos.

Finalmente se procedió a la realización de los planos de las instalaciones de servicios de electricidad, gas y aire comprimido.

Toda esta información recopilada nos permitió obtener de manera detallada el Lay-Out de la Empresa al momento del inicio del proyecto.

LISTADO DE MAQUINAS Y EQUIPOS

MAQUINA O EQUIPO	CANTIDAD	UBICACION
Amoladora de banco	3	1-33
Torno	3	2-3-4
Prensa Manual	3	5-6-16
Taladro de Banco	2	7-17
Sepilladora	1	8
Fresadora	1	9
SERRUCHO eléctrico móvil	1	10
Soldadora de aporte	2	11-24
Conformadora	1	12
Soldadora FMIG 330	2	13
Plegadora manual	2	14-30
Soldadora NBC PRO 350T	1	15
SERRUCHO de banco	2	18-39
Sensitiva	1	19
Soldadora de punto	1	20
Soldadora MIG PRO 250S	1	21
Soldadora TIG PRO 200	1	22
Autogena	1	23
Compresor	1	25
Plegadora	1	26
Cortadora de plasma manual	1	27
Mesa de corte	1	28
Bombo hojalatero	1	29
Rolo manual	1	31
Rolo de 1,2 m	1	32
Taladro de mano	3	34
Rolo de 2 m	1	35
Guillotina	1	36
Amoladora de mano	2	37-38

Tabla 1. Listado de Máquinas/ Equipos.

LISTADO DE MOBILIARIO

MOBILIARIO	CANTIDAD	UBICACIÓN
Armario para insumos	1	1
Armario para uso general	3	2
Armario para archivos	1	3
Estantería de recortes de caño	2	4-42
Mesa de trabajo	4	5-25-14-32
Estantería de uso general	4	6-18-21-22
Anotador/fichero	1	7
Anaquele para insumos	2	8-9
Pañol de herramientas	3	10-11-12
Armario de tres puertas	2	13-17
Estantería para herramental	2	15-16
Escritorio	1	19
Sistema de calefacción	1	20
Mesa de lavado	1	23
Estantería para caños	2	24-40
Pizarra	1	26
Heladera	1	27
Dispenser	1	28
Catre de armado	3	29-30-31
Estantería para moldes de DM	2	33-34
Mesa para soldar	2	35-36
Botiquín	1	37
Armario para insumos del torno	1	38

Tabla 2. Listado de Mobiliario.

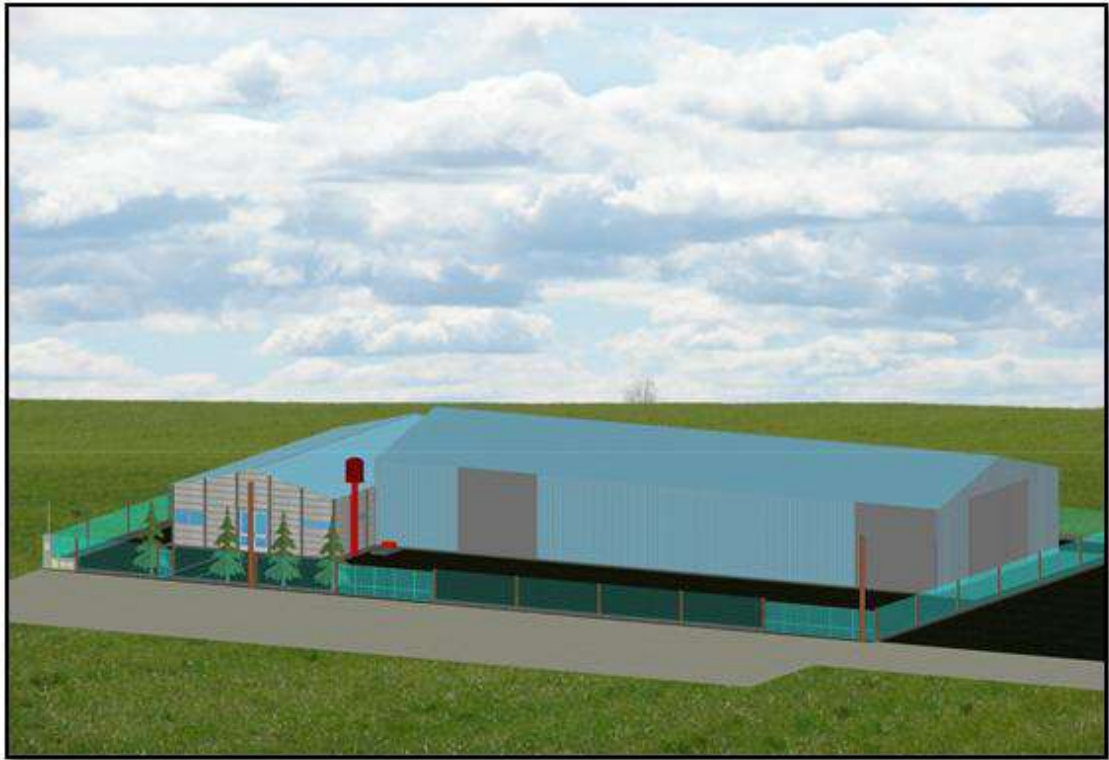


Figura 1. Representación en 3d de Metal-Maq.

1.2.1 Diseño de la ampliación y reorganización del Lay-Out

Antes de comenzar con el análisis se consideró pertinente realizar el proyecto en tres etapas, donde cada una de ellas estará relacionada entre sí y contemplarán el nivel de necesidad que presenta la empresa.

A continuación se describirán las modificaciones que se realizarán en las distintas etapas.

Primera Etapa

A modo de introducción presentaremos las modificaciones más relevantes que se realizarán en la actual nave industrial, como la incorporación de una plegadora C.N.C, la ampliación lateral que se extenderá 175 metros cuadrados y la logística de materiales. Esto se detallará a continuación (Plano N°2).

La plegadora C.N.C se compró a la empresa Iturrospe ubicada en la ciudad de Rosario. Ésta permite hacer los trabajos de plegado dentro de la misma planta reduciendo así los tiempos y costos de producción, amortizando la inversión de la misma ofreciendo trabajos para terceros. A partir de esta oportunidad, se incorporó una nueva unidad de negocio. Antes de la adquisición de la misma, se pensó en su ubicación, de manera que no influya en el desarrollo de las próximas dos etapas.

Paralelamente se plantea mejorar los tiempos de producción y la seguridad del personal en el sector de procesamiento de chapa. Esta necesidad surge debido a que anteriormente la chapa se encontraba almacenada de forma inadecuada en el piso de la fábrica a lado del pantógrafo. Esto provocaba que a la hora de procesar una chapa, dos operarios se encargaran de esta tarea utilizando un pórtico con un sistema de mordazas. Dicha labor tenía que ser muy cuidadosa ya que la manipulación de chapa de gran espesor, podría ocasionar un accidente perjudicial para el bienestar y la integridad del personal.

A partir de este análisis, se empezó a trabajar en un nuevo sistema de movimiento de materiales. Se tuvo en cuenta que la altura baja de la nave industrial no nos permitía colocar un puente grúa con prestaciones realmente útiles, de manera que se pensó en la colocación localizada de un dispositivo para el manejo de materiales. Se especuló con la posibilidad de colocar dos grúas bandera, una de ellas utilizada para el manejo de materiales en el sector del pantógrafo y la otra para la manipulación de la chapa en la plegadora. La primera dificultad que se presentó para la futura colocación de la bandera consistió en la perforación necesaria a realizar en el hormigón armado del piso, muy próximo a la mesa de corte. El gran movimiento de material y vibraciones producido

por el martillo neumático podría afectar la alineación del pantógrafo, lo que produciría un mal funcionamiento del mismo y la necesidad de una calibración. Este motivo fue suficiente para replantear otro mecanismo que ayude con el movimiento de materiales. La siguiente opción fue construir un pórtico con materiales aptos que ya se encuentran disponibles en la planta, el mismo será montado sobre una rielera que permitirá el movimiento longitudinal desde la mesa de corte hasta el final de la nave. El ancho del pórtico será mayor que el ancho de la mesa de corte, lo que permitirá que el mismo pueda ser utilizado para el manejo de materiales sobre el pantógrafo. La movilidad se hará a través de un sistema de tracción en las ruedas que irán sobre el riel para facilitar el traslado del pórtico cuando éste se encuentre cargado de algún material para cortar. Esto permite que una sola persona pueda realizar la tarea sin dificultad, mejorando los tiempos de producción. El sistema de izado se hará a través de un motor reductor, el cual permitirá la elevación de las chapas a una velocidad considerable y sin mayores esfuerzos. Para alzar la chapa se utilizará una pinza de elevación que se seleccionará de acuerdo a la capacidad máxima a levantar. La misma se muestra a continuación:



Figura 2. Pinza de izado.

Para optimizar el almacenamiento de las chapas y los recortes del pantógrafo, se pensó en la construcción de un sistema de estanterías que ayuden a un ordenamiento clasificado de las materias primas y también en mejorar la seguridad del personal que trabaje en este puesto. La estantería de materia prima se colocará delante del pantógrafo como se indica en el plano N° 2. Este sistema permite almacenar varios espesores de chapas en un solo estante, accediendo al que sea necesario sin mayor trabajo. Otra de las ventajas que presenta este sistema es que las chapas se encuentran de canto, lo cual con el uso de la pinza mostrada anteriormente se la puede retirar de la estantería sin ninguna dificultad. A continuación se muestra una figura de la misma:



Figura 3. Estantería de Materia prima.

Para los recortes de chapas que ya han sido procesados se utilizará una estantería de similar características, con la particularidad de que ésta será móvil. Se encontrará al

lado del pantógrafo con la finalidad de que el operario busque primero en esta estantería, y en caso de no encontrar la chapa de espesor y dimensiones necesarias, se procederá a la búsqueda en la estantería de chapa sin procesar. Esto permite un mejor aprovechamiento de la materia prima y una disminución de desperdicios, debido a que se reutilizarán los recortes hasta que los mismos ya no sean útiles.

Sobre el otro lateral de la nave se encuentra ubicada la plegadora, en donde se colocará la segunda grúa bandera descrita con anterioridad. La misma tendrá una capacidad máxima de 2 toneladas, una altura de 4.7 metros, barrerá un ángulo de 170° aproximadamente y la longitud útil de brazo será de 4.5 metros. Así se logrará una zona de trabajo lo suficientemente amplia, segura y confortable para el sector de su localización. El sistema de izado se desplazará a lo largo del perfil U y el alzado se realizará por medio de un motor reductor capaz de soportar las dos toneladas. El mismo será comandado eléctricamente desde abajo por medio de un comando. A continuación se muestra una representación en 3d de la misma.

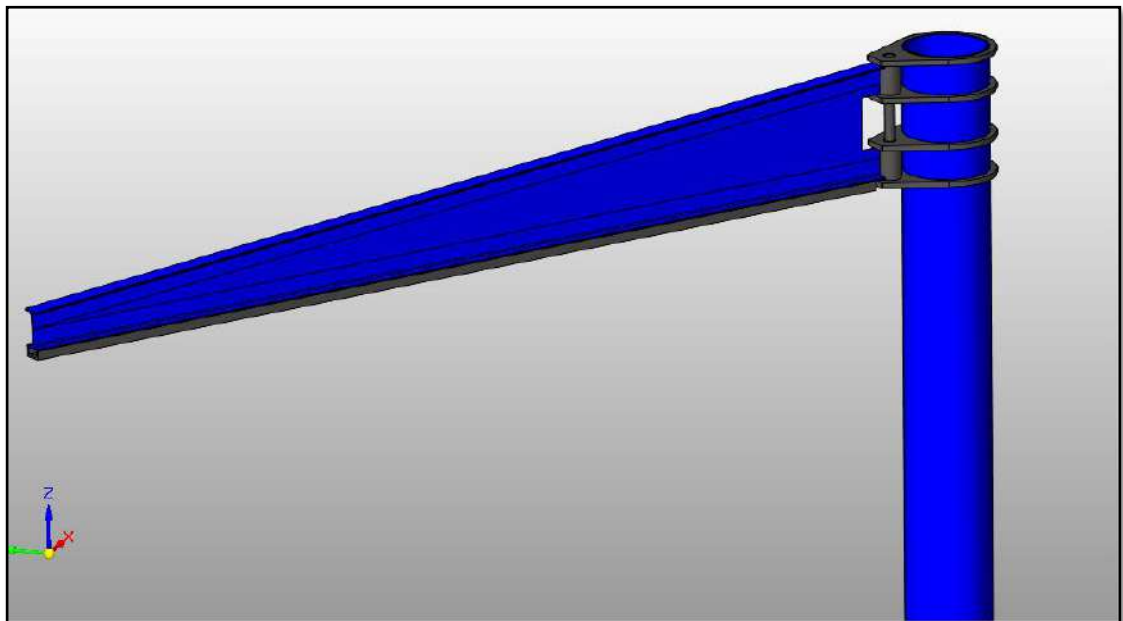



Figura 4. Representación en 3d de grúa bandera.

Cabe destacar que la fabricación de la bandera, la construcción de las estanterías y del pórtico serán realizadas en la misma planta.

En esta etapa otra de las modificaciones importantes a realizar consiste en la ampliación de la nave industrial existente, la cual se realizará dentro de un período próximo. La necesidad de esta ampliación surge debido a que la incorporación de nuevas maquinarias, demandan un espacio extra aparte del espacio físico que ocupan. Al incorporar la plegadora será necesaria una nueva área para el sector de pintura, el cual se encontraba en la ubicación actual de la plegadora. Además la incorporación del rolo y la guillotina disminuyeron el espacio para el armado final de piezas.

Es importante destacar que la plegadora y guillotina como se mencionó anteriormente serán utilizadas como una unidad de negocio, por lo que el plegado de chapas a terceros demandará un espacio para el almacenamiento temporario de los productos transformados por la misma. Todas estas razones fueron las justificativas para dicha ampliación, la que consistirá en trasladar la línea del galpón hasta la línea de la oficina como se muestra en el plano N°2. La construcción será relativamente económica, ya que se podrán utilizar las chapas laterales, correas, tornillos de la nave actual y serán necesarias las chapas para el techo, pórticos, correas, etc. La construcción de los pórticos se hará en la propia planta, de manera de reducir costos.

En base a los datos provistos por el dueño, se determinó aproximadamente el valor, en pesos, necesario para dicha ampliación. A continuación se mostrará una planilla con los elementos y el precio de cada uno de ellos, y una representación en 3d de la estructura.

	Denominación: Ampliación de Nave Industrial
---	---

Fecha de emisión: / /					
DESCRIPCION		TOTAL	CANTIDAD COMERCIAL	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL \$
Perfil de sección U	U 160x60x3,2	153 [m]	13 Barras de 12 m	11[kg]/ 827,64 [UN]	10759,32
Ángulo de alas iguales	1 1/4x1/8"	306 [m]	51 Barras de 6 m	8,87[kg]/ 82,53 [UN]	4209,03
Perfil de sección C	120x50x15x2	175 [m]	15 Barras de 12 m	12,4 [kg]/ 570,89 [UN]	8563,35
Chapa lisa	calibre 14	2,1 [m ²]	1 Chapa de 1245x2440	9,96 [kg] / 479,52[UN]	479,52
Redondo	3/8"	109 [m]	19 Barras de 6 m	7,62 [kg] / 25,6[UN]	482,6
Varilla roscada	3/8"	3,2 [m]	4 Barras de 1 m	14,8 [UN]	59,2
Chapa	3/8"	1,1 [m ²]	1 Chapa de 1500x3000	9,7 [kg]/ 3265,65 [UN]	3265,65
Malla sima	15x15 8 mm	175 [m ²]	14 mallas sima de 2,15x6	10,91 [kg] / 758,49[UN]	10618,86
Chapa trapezoidal	4,88x1,1 m		5 chapas	371,41 [UN]	1857,08
Chapa acanalada	5,19x1,1 m		36 chapas	510,54 [UN]	18379,45
Tornillos auto perforantes	14x1 1/2"		600 tornillos	1,88 [UN]	1128
				SUB TOTAL:\$	59802,06

Hormigón elaborado	H21	26,25 [m ³]		1180	30975
--------------------	-----	----------------------------	--	------	-------

SUB TOTAL:\$	30975
--------------	-------

TOTAL:\$	90777,06
----------	----------

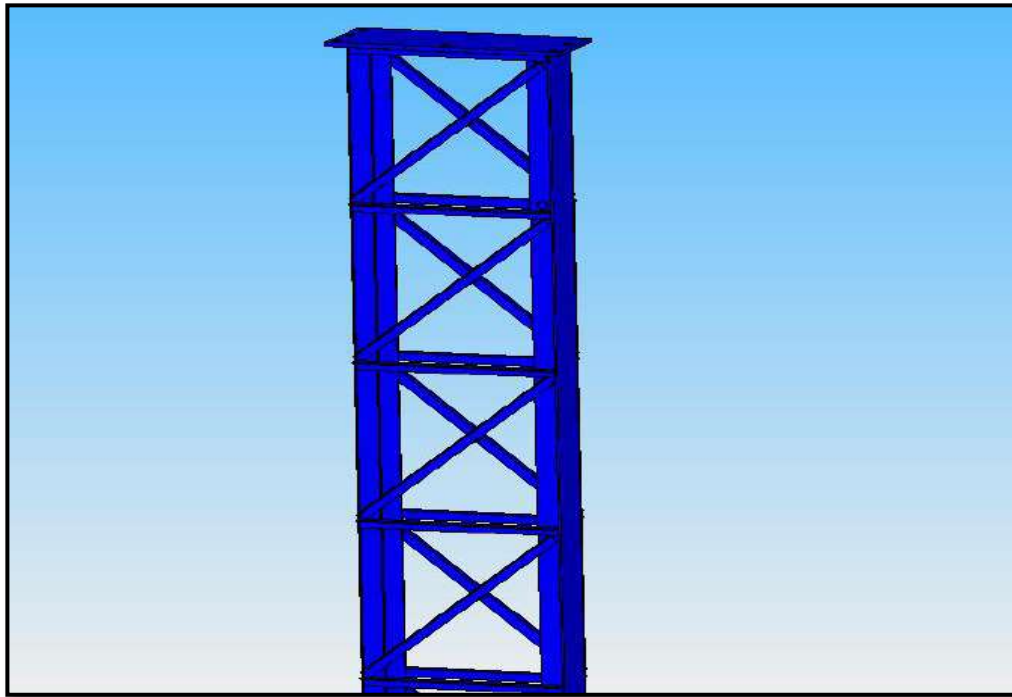


Figura 5. Representación en 3d de columna de galpón.

El Lay-Out de esta etapa quedará definido como se encuentra representado en el plano N°2, donde se puede observar un sector de oficina, baño privado, hall y un baño para el personal. Luego la planta consta de un sector de mecanizado en el cual están ubicados tres tornos, una fresadora, una conformadora, una sepilladora, un taladro de pie y una amoladora de banco. Posee también un sector diferenciado para los trabajos a DM escapes en donde se encuentran: una soldadora de punto, una soldadora TIC y estanterías que contienen los moldes de dichos productos. Por otro lado, hay un sector de soldado y armado de estructuras matrices, máquinas, entre otros; en el que existen soldadoras MIC, amoladoras de mano, taladro de mano, soldadoras convencionales, rolo manual, plegadora manual, bombo hojalatero, prensas manuales.

En uno de los extremos de la nave está ubicado el pantógrafo y sobre el otro lateral, estanterías de recortes de caños junto con una sensitiva, un serrucho eléctrico y una amoladora de pie. Sobre el mismo lateral pero más al final del galpón se encuentra

ubicada la plegadora. En la nueva superficie cubierta se colocará el sector de armado final y pintura, este último estará cerrado momentáneamente con cortinas de nylon para evitar que las partículas de pintura se expandan por todo el recinto.

A continuación se muestra una representación en 3d de esta etapa:



Figura 6. Representación en 3d de Meta-Maq.

Segunda Etapa

Además de lo considerado en la primera etapa, en la *segunda etapa* se pensó en un sector para el almacenaje de materias primas, la instalación de un puente grúa para el movimiento de materiales y productos, y la construcción de una nueva nave industrial contigua a la anterior de 700 metros cuadrados.

Cuando se realizó el estudio de la ampliación, las posibilidades eran extender la nave existente o realizar una nueva continua a la misma. Esta última opción fue la más aceptada debido a que si continuábamos con la actual, la altura no era suficiente para la

instalación de un puente grúa. Las dimensiones de la misma fueron definidas en base al espacio necesario para el sector de almacenamiento y armado.

Cuando se elaboró el análisis se evidenció que el ingreso de camiones a la planta, para abastecer el almacén de materiales y retirar los productos terminados, estaba dificultado por las dimensiones y ubicación de los portones perimetrales. Se pensó en un sistema perimetral móvil de tal manera que permita el ingreso de camiones y se aproveche el espacio disponible entre la línea perimetral y la línea del galpón como playón para el movimiento de cargas. Este sistema consiste en un conjunto de postes los cuales pueden ser desanclados de los lugares unidos entre sí con cadenas, de tal manera de retirarlos junto con las cadenas cuando sea necesario. Esta opción permite ingresar con el camión dentro de la nave y descargar los materiales de manera adecuada y segura.

Para hacer efectivo el ingreso con camiones a la nueva nave es importante que la columna del tendido eléctrico, que se encuentra en la línea perimetral frente a la futura ubicación de los portones, sea desplazada hacia la derecha aproximadamente 6 m. Esto permitiría que el ingreso a la nave se realice sin ningún tipo de dificultad.

Según esta condición se empezó a trabajar con las dimensiones del galpón, ya que la reglamentación vigente dentro del Parque Industrial exige un 60 por ciento de ocupación y una distancia mínima de 10 metros a la línea perimetral y de 3 metros a la línea medianera. Teniendo en cuenta la reglamentación vigente, el ancho de la nave industrial fue definido en 20 metros y para decidir el largo se pensó en una reorganización eficiente del Lay-Out, de manera tal que se pueda aprovechar al máximo la superficie.

Es importante destacar que la empresa no se dedica a un solo producto, sino a varios, por lo que la distribución del Lay-Out necesitaba ser lo más flexible posible. El sector de mecanizado quedó ubicado en el mismo lugar mientras que el sector de armado y soldado fue trasladado para la nueva nave con el propósito de utilizar el puente grúa en este proceso. En el lugar de dicho sector se colocó un área para soldaduras y trabajos que sean necesarios realizar por los operarios que se encuentren en el sector de mecanizado. Al sector de DM escapes se le incorporó un almacenamiento de caños,

junto con la maquinaria necesaria para realizar los trabajos sin depender de otros. En esta nave la plegadora, la guillotina y el rolo quedaron ubicados en el lugar designado en la primera etapa. En el lugar en donde anteriormente se encontraba el sector de pintura, se previó un espacio para el almacenamiento temporario de productos terminados para terceros, debido a que para esta etapa se consideró al sector de procesamiento de chapa fuertemente consolidado como unidad económica. También se pensó en un lugar temporario de almacenamiento de chapa procesada para la utilización interna de la planta. Finalmente el sector de armado final será reemplazado por un sector para expedición. (Plano N°3)

En la nueva nave se incorporó un sector de almacenamiento para chapas y caños. La ubicación del mismo se pensó de una manera estratégica, ya que tiene que estar ubicado en una zona donde la distancia a recorrer sea la mínima posible. Otro condicionante es que se encuentre en la nueva nave debido a que en la misma estará el puente grúa que facilitará la descarga de los materiales.

Para el almacenamiento de chapa se utilizaron las mismas estanterías de la Etapa Uno, ya que se ahorra el máximo espacio posible con la máxima capacidad de carga deseada. Uno de los lados de la estantería proveerá de materiales a la mesa de corte con la posibilidad de trasladar dicha chapa con el pórtico, y el otro será necesario para colocar las chapas con el puente grúa una vez descargadas del camión. De esta manera nos permitirá almacenar la materia prima de forma ordenada y clasificada según los distintos espesores, además de ahorrar espacio y ser un sistema ergonómico que asegure el bienestar del personal.

Para el almacenamiento de caños se pensó en dos estanterías de brazos telescópicos que aprovechen de manera adecuada el espacio disponible, el diseño de la misma consta de dos pies de estructura solidada capaz de soportar cargas a lo largo de ambos lados. De esta manera permite almacenar un volumen suficiente como para proveer a la planta de materiales. Este sistema permite colocar los caños con el puente grúa de manera segura, ordenada y clasificadas según las necesidades pertinentes. A continuación se muestra una foto en donde se puede observar lo explicado.

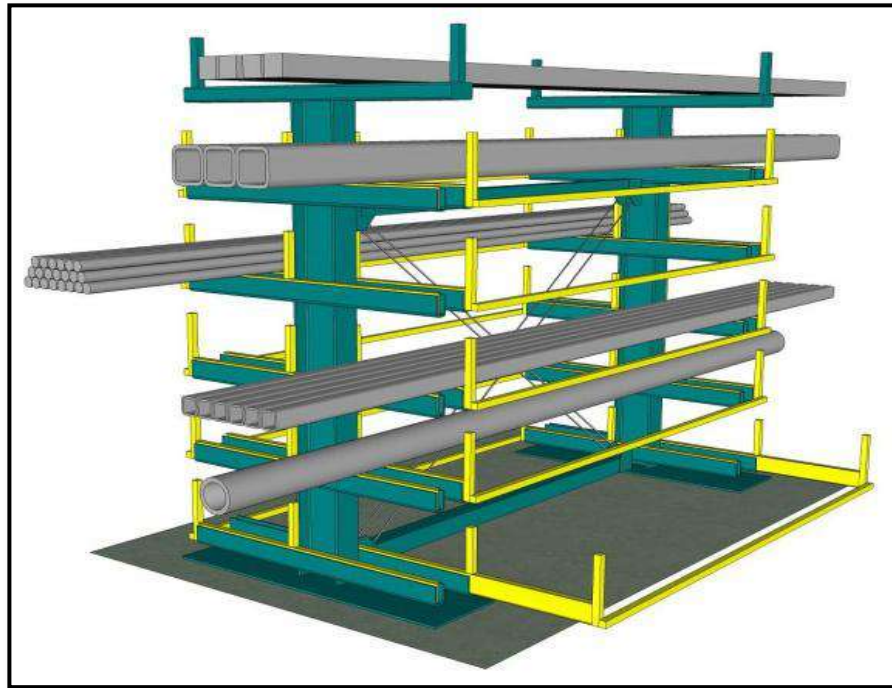


Figura 7. Representación en 3d de estantería.

La orientación de la nueva nave industrial se pensó también en función de la orientación de las vías, las cuales se encuentran a 2 metros del tejido perimetral sobre el lado derecho. Esta consideración se debió a la posibilidad de que el transporte por tren se reactive en el futuro permitiendo abastecer a la planta de materias primas y a su vez utilizarlo al mismo como medio de transporte para los productos terminados.

En la nueva nave industrial, seguidamente del sector de armado se incorporó un sector de pre-armado, que tiene como finalidad armar las piezas del sector anterior antes de ser pintadas, para evitar alteraciones inesperadas en el armado final.

El sector de pintura se trasladó hacia la nueva nave industrial con el propósito de que el mismo se encuentre al final de la cadena de armado y utilice en caso de ser necesario el puente grúa para el traslado de las piezas. La finalidad de dicho sector es realizar la terminación superficial de los productos.

Seguidamente se programó un sector de armado final en donde el producto se constituirá por la totalidad de los conjuntos, subconjuntos y elementos. Este sector

también se trasladó a la nueva nave, se debió principalmente a que en la misma se podrá utilizar el puente grúa. Esto es fundamental para el armado, ya que los elementos que forman los conjuntos suelen ser de grandes dimensiones y peso, como es el caso de los componentes de la planta de alimento balanceado.

El puente grúa que tanto se ha mencionado anteriormente fue uno de los motivos más importantes de la ampliación. La utilización del mismo hoy en día es muy necesaria debido a que la empresa día a día expande los niveles de producción, con lo cual el manejo de materia prima y de productos terminados se ha aumentado considerablemente. La altura de la nave industrial actual no permite la colocación del mismo en dicho lugar, por lo que la instalación se hará en la nueva nave industrial. Ésta tendrá un techo a dos aguas con una altura en la cima de 9.5 [m] y en las cimas de las columnas 7,5[m].

La carrilera se colocará en los laterales de la nave sobre las columnas del galpón. Ellas serán dimensionadas teniendo en cuenta el peso y los esfuerzos producidos por el puente grúa y la carga que transporte el mismo.

A continuación se detallará una tabla en donde se determinan los materiales utilizados para cada parte del puente grúa. Los datos del mismo fueron proporcionados por el dueño de la empresa.


		Denominación: Puente Grúa		
		Fecha de emisión: / /		
DESCRIPCION			TOTAL	CANTIDAD COMERCIAL
CARRILERA	Perfil doble T I.P.N.	IPN 240	53 [m]	5 Barras de 12 [m]
VIGA PRINCIPAL	Perfil doble T I.P.N.	IPN 500	19 [m]	2 Barras de 12 [m]
GUÍA TESTERA	Barra cuadrada	1 1/2"	53 [m]	9 Barras de 6 [m]
TESTERA	Perfil doble T I.P.N.	IPN 220	7 [m]	1 Barras de 12 [m]

Tabla 3. Materiales del puente grúa.

A continuación se presentará una representación gráfica del puente grúa en donde se puede apreciar todo lo descrito anteriormente. Además se puede observar el sistema de izado el cual se hará a través de un motor reductor comandado desde abajo por el operario.

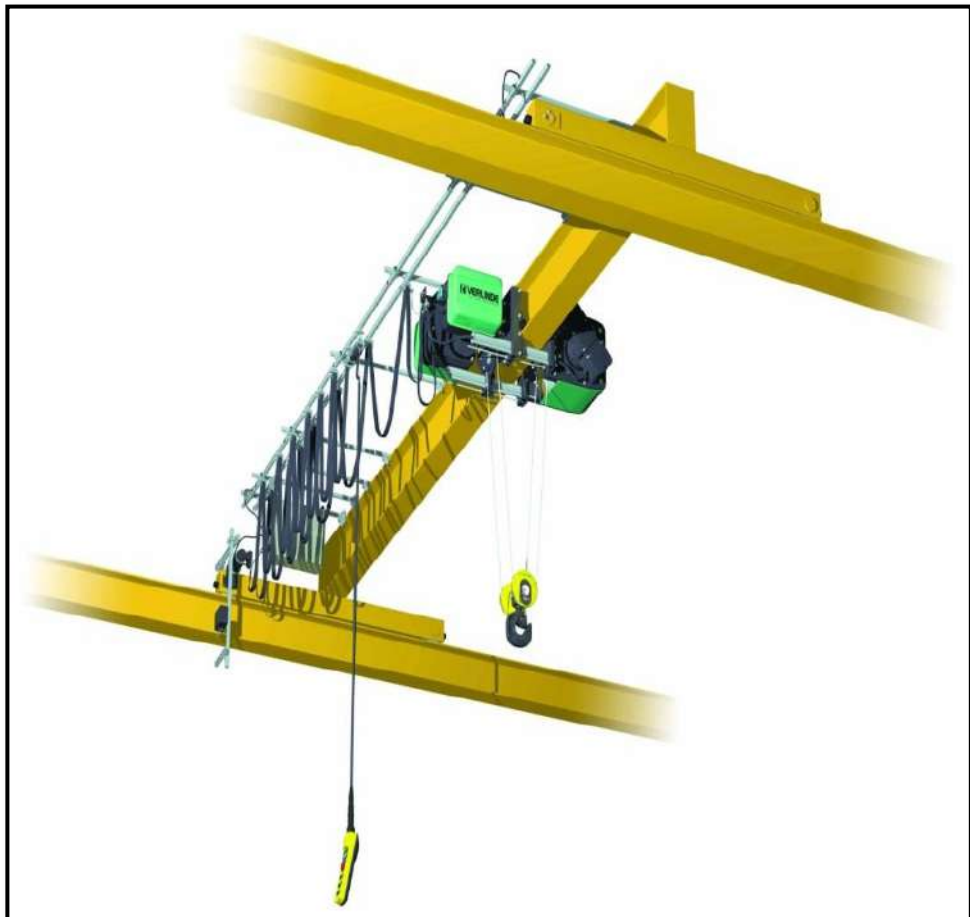


Figura 7. Representación en 3d de puente grúa.

Otra cuestión en esta etapa fue la incorporación de un espacio techado para el resguardo de los vehículos del personal. El mismo se hará en el lugar que se indica en el plano N°3. Para acceder a él, será necesario ingresar por el portón que junto con el alambre

delimitarán las instalaciones de las naves industriales. Para apreciar lo mencionado anteriormente, a continuación se muestra una representación en 3d.



Figura 8. Representación en 3d de Meta-Maq

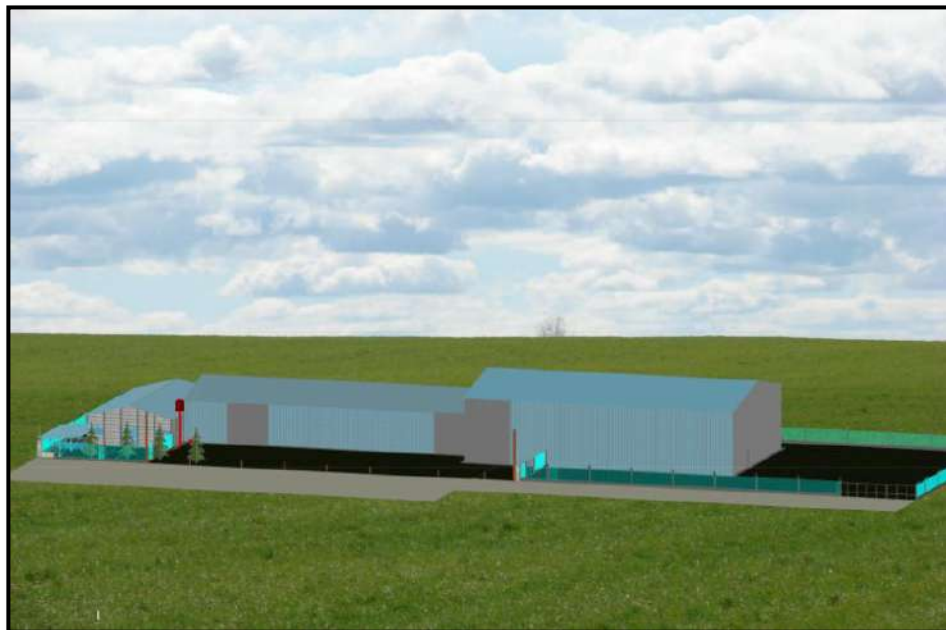


Figura 9. Representación en 3d de Meta-Maq

Tercera etapa

Teniendo en cuenta las transformaciones de la segunda etapa, en la tercera se realizará la última ampliación, la que contará con una ampliación total de 1060 metros cuadrados. Las modificaciones realizadas en Lay-Out fueron planificadas para los próximos diez años en base a los resultados obtenidos en la actualidad. Debemos resaltar que la empresa tiene más de 10 de trayectoria. Inició sus actividades como metalúrgica en un edificio de superficie reducida y equipada con muy pocas herramientas. Hoy en día la tecnología instalada la diferencia del resto de las metalúrgicas y la posiciona como una de las mejores de la zona. Estas cuestiones le permiten al dueño pensar en un futuro próspero.

Se prevé que la producción de las máquinas, tales como la planta de alimento balanceado, moledora de granos móvil y las demás desarrolladas para ese entonces, se realice en serie. Además de seguir trabajando con los actuales clientes tales como Dm escapes, Cargil, Rotopam, etc.

Por lo tanto es indispensable planificar adecuadamente el Lay-Out de manera tal que los distintos productos y/o procesos no interfieran de manera improductiva, perjudicando no sólo los tiempos de producción sino también la calidad del producto.

En esta etapa se consideró como indispensable una cabina de pintura, oficinas diferenciadas según su labor y una mayor superficie para el armado. Ésta última tendrá que ser lo más flexible posible de manera que satisfaga a la producción en su totalidad.

La primera modificación que se realizará en el Lay-Out será la ampliación de la nave industrial, la cual quedará con una superficie de 1060 [m²].

La ampliación permitirá trasladar el sector de mecanizado al sector que se indica en el plano N°4. Este espacio libre fue utilizado para la construcción de una oficina técnica, dos administrativas y una sala de reunión, cuyo costo de construcción será relativamente económico debido a que sólo habrá que hacer las divisiones, que serán de mampostería.

El cielo raso se hará de madera y el mismo deberá ser considerado en el cálculo de la carga de fuego del sector en la sección correspondiente.

La finalidad de esta construcción es poder contar con tres oficinas diferenciadas según labor, permitiendo al dueño tener un espacio exclusivo para el uso personal de la misma. El objetivo de la sala de reunión es poder brindar en la misma capacitación al personal y tener un espacio suficientemente amplio para reuniones con los operarios de los diferentes sectores. Además se podrá utilizar el sistema de calefacción que ya existe en ese sector, evitando el gasto de la instalación de gas que sería necesaria para el suministro.

Un detalle importante a considerar es la necesidad de colocar una puerta que comunique la nave industrial con este sector, con la finalidad de que el personal pueda acceder al baño sin la necesidad de entrar en la zona de oficinas.

A continuación se mostrará una representación desde arriba en 3d:



Figura 6. Representación en 3d de Meta-Maq

Como último sector de este nave se presenta un lugar destinado al almacenado de los insumos necesarios para los trabajos, tales como discos de cortes, discos de devaste, hojas de sierras, repuestos para las máquinas manuales y un armario que contendrá los elementos de protección personal (EPP).

En la primera nave industrial quedaron definidos los sectores que alimentarán no sólo la producción interna de la planta, sino también a futuros clientes que demanden algunos de los procesos producidos en dichos sectores.

El sector de DM escapes queda establecido tal como lo estaba en la etapa anterior. La única modificación realizada fue en el área de trabajo, la cual se dividió con el propósito de dejar un pasillo libre para el acceso a la puerta de comunicación recientemente nombrada.

En el sector, cercano al portón de ingreso, se incluyó un espacio destinado para la colocación de dispenser de agua y un botiquín de primeros auxilios. También se añadió un sitio reservado para que los operarios se registren al ingresar.

En esta nave industrial quedará definido el sector de mecanizado. La ubicación del mismo, tal como se detalla en el plano N°4, tiene la finalidad de alimentar de piezas a los sectores e iniciar el flujo de producción. En esta sección se colocarán los tres tornos, amoladora de pie, taladro de pie, serrucho móvil y un banco de trabajo para poder realizar las tareas que demande el proceso de mecanizado. En el mismo sector pero en otra área de trabajo se colocarán: la fresadora, la conformadora y la ranuradora.

El sector de procesamiento de chapa queda establecido tal como se definió en la primera etapa. La única diferencia es la colocación de una estantería para chapas en el sector en donde se encuentra la guillotina, plegadora y rolo. La finalidad es que los operarios que se encuentren trabajando en estas máquinas no tengan que recorrer largas distancias para obtener la chapa deseada, evitando así posibles accidentes con el transporte de la misma. Su ubicación fue pensada de manera tal que al ingresar el camión, la chapa pueda ser descargada con el puente grúa y colocada en el interior de la estantería por los operarios del sector, siendo que los espesores serán reducidos y se podrán manipular fácilmente.

En la ampliación de la nueva nave industrial se extenderá la carrilera del puente grúa de manera tal que el mismo tenga la posibilidad de recorrer toda la longitud y asista en la tareas que en ésta se desarrollan.

Se incorporarán cuatro nuevos sectores de armados a los dos ya existentes, los cuales quedarán en la posición que especifica el plano N°4. Los dos que se encuentran continuos al sector de almacenamiento de caños serán utilizados para trabajos particulares, dejando los cuatro restantes en la posición central de la nave, con la finalidad de continuar con el flujo del proceso de producción iniciado en el sector de mecanizado.

En la zona central de la nave habrá también un área de pre-armado, con el objetivo de verificar el correcto funcionamiento de cada elemento. Luego el conjunto se desarmará y se llevarán las piezas correspondientes al sector de preparación de superficie. En el mismo se realizarán los trabajos de lijado, preparando la superficie para su posterior pintado. En este proceso se considerará la incorporación de algún sistema de lavado de piezas por medio de un proceso de fosfatizado, logrando una disminución en los tiempos de preparación de superficie y un mejor desengrase de las piezas.

Este sector estará conformado por una cabina de pintura. Será un área cerrada por un sistema de cortinas móviles, que se colocarán en todo el perímetro del área de pintura. En la parte superior de esta cabina se colocará un sistema de rieles independientes del puente grúa. Este sistema permitirá un mejor pintado de las superficies y mayor facilidad para el traslado de las piezas una vez que éstas hayan sido pintadas. Se colocará un frente de extracción que será el encargado de aspirar todas las partículas de pinturas que se desprenderán durante el pintado. Recordemos que las piezas a pintar son de grandes dimensiones como es el caso de la estructura de la planta de alimento balanceado, la cual mide 3 metros de alto por 4 metros de largo y la misma no puede ser desarmada.

El proceso de pintado se realizará con una bomba neumática como la que se muestra en la figura, la cual disminuye los tiempos de pintado considerablemente, además de lograr obtener acabados de eficiente calidad.



Figura 10. Bomba para pintura.

Este tipo de bombas se puede utilizar tanto para el sistema de pintura convencional como para el sistema de pintura electrostático. Para este último método será necesaria la incorporación del transformador y pistola correspondientes, por lo tanto podrá modificarse el método de pintura en caso de ser necesario.

En la actualidad las superficies se encuentran frecuentemente con incrustaciones de polvo y otros contaminantes arrastrados por el viento; las condiciones climatológicas como la humedad y la temperatura varían ampliamente a lo largo del día incidiendo negativamente en la aplicación y curado de la pintura.

La cabina de pintura tendrá como objetivo eliminar todos estos inconvenientes mediante el uso de un recinto construido, acondicionado y destinado al pintado de superficies, presentando entre otras las siguientes ventajas:

- Se dispone de una iluminación adecuada, para que el pintor disponga de suficiente visibilidad en toda la superficie a pintar, facilitando diversas tareas como por ejemplo la igualación de colores y el difuminado.
- Se dispone de una corriente o flujo de aire que arrastra todas las partículas y nieblas producidas por la pulverización de la pintura, consiguiendo un ambiente limpio y visible.
- Se filtran todos los contaminantes que contiene la pintura, respetando el medioambiente y la salud de los pintores y demás trabajadores, reduciendo el riesgo a posibles incendios y explosiones colindantes a la zona de aplicación.
- Se evitan las incrustaciones de materiales extraños como polvo, arena, siliconas, sobre la superficie pintada.

Para obtener estas ventajas, la cabina de pintura está compuesta de los siguientes elementos:

- Habitáculo
- Iluminación
- Generadores del flujo de aire
- Sistemas de filtrado

El sistema de filtros que se incorporará a la cabina serán los responsables de eliminar cualquier tipo de contaminante que pueda introducirse o salir de la misma, mediante el flujo de aire que se crea, mejorando la calidad de los trabajos así como respetando el medioambiente. La cabina contará con un sistema de retención de partículas sólidas de la pulverización de pintura de muy alta eficiencia (alrededor del 95%), que consiste en filtros de cartón plegado, perforado y descartable. El diseño permite un alto grado de rigidez y fácil instalación. Su concepto geométrico utiliza el principio de la separación de partículas sólidas de pintura por inercia, evitando la disminución de la velocidad del aire a medida que se van llenando los filtros, permitiendo una eficiencia de filtración uniforme a medida que transcurre su vida útil.

Además su diseño obliga al flujo de aire a cambiar de dirección varias veces. De este modo las partículas más pesadas que el aire, se adhieren a las paredes, mientras el flujo de aire continúa sin obstáculos.

A continuación se mostrará una imagen del mismo:

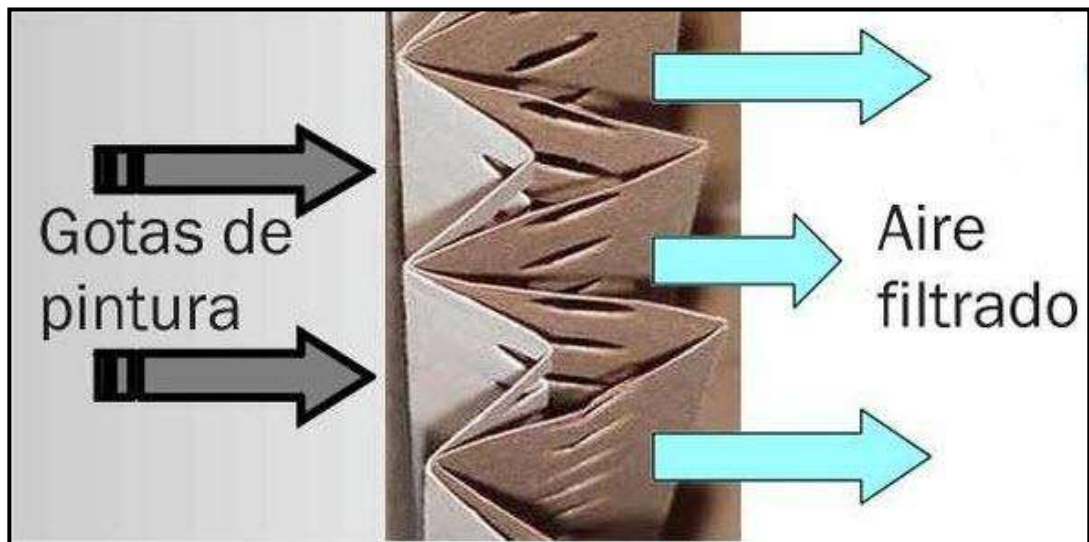


Figura 11. Representación del funcionamiento del sistema de filtrado

Continuo al sector de pintura se encuentra el sector de armado final en cual serán ensamblados los elementos y subconjuntos al conjunto final, dando forma a los productos terminados. Finalmente luego de la verificaciones de calidad y funcionamiento correspondientes serán trasladado por el puente grúa, en caso de ser necesario, hacia la zona de expedición en donde se prepara el producto para ser entregado al cliente.

A continuación se mostrará una representación en 3d del edificio de la última nave con la correspondiente ampliación, formando la totalidad de la infraestructura de la empresa:

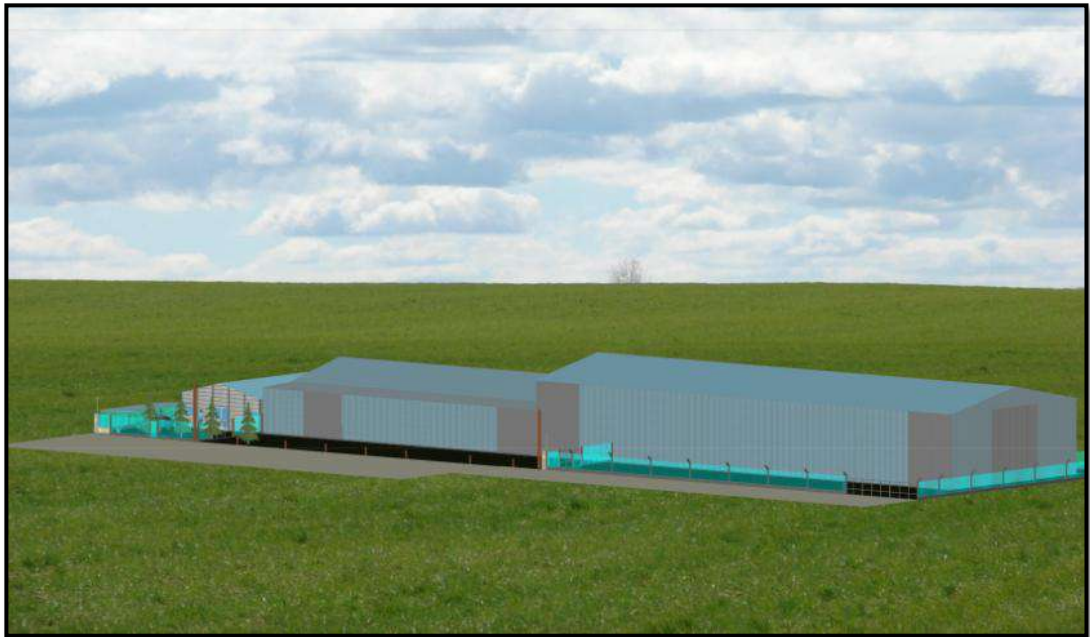



Figura 12. Representación en 3d de Meta-Maq

Para la realización de la última nave industrial se detallará a continuación un cómputo de materiales, el cual incluye los gastos de la construcción de la infraestructura y los gastos de la instalación eléctrica.

Los materiales necesarios para la construcción de la estructura del galpón fueron proporcionados por el dueño y de acuerdo a ésta información se realizó el cómputo para la totalidad la ampliación. Los materiales necesarios para realizar la instalación eléctrica serán calculados y detallados en la sección correspondiente de este proyecto, por lo tanto en la siguiente tabla sólo se presentará el importe total de la construcción de dicha instalación.

		Denominación: Construcción de Nave Industrial			
Fecha de emisión: / /					
DESCRIPCION		TOTAL	CANTIDAD COMERCIAL	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL \$
Perfil conformado en frío sección U	U 180x70x4, 75	811 [m]	68 Barras de 12 [m]	14,5 [kg]/ 2060,74 [UN]	140130,32
Perfil conformado en frío sección C	C 120x50x1 5x2	2338 [m]	195 Barras de 12 [m]	12,4 [kg]/ 570,89 [UN]	111323,55
Angulo de alas iguales	1 1/4x1/8"	1940 [m]	324 Barras de 6 [m]	8,87[kg]/ 82,53 [UN]	26738,72
Angulo de alas iguales	1x1/8"	583 [m]	98 Barras de 6 [m]	9,8[kg]/70,56 [UN]	6914,88
Angulo de alas iguales	3x1/4"	35 [m]	6 Barras de 6 [m]	9,9 [kg]/ 433,62 [UN]	2601,72
Chapa	3/8"	20 [m ²]	5 Chapas de 1500x300	9,7 [kg]/ 3265,65 [UN]	16328,25
Redondo	1"	126 [m]	21 Barras de 6 [m]	8,64 [kg] /206,35[UN]	4333,35
Varilla roscada	1 1/4"	23 [m]	23 Barras de 1 [m]	190,31 [UN]	4377,13
Perfil doble T I.P.N.	IPN 100	101 [m]	9 Barras de 12 [m]	9,6 [kg] / 956,16[UN]	8605,44
Chapa lisa	calibre 14	21 [m ²]	7 Chapas de 1245x2440	9,96 [kg] / 479,52[UN]	33356,64
Redondo	3/8"	486 [m]	81 Barras de 6 [m]	7,62 [kg] / 25,6[UN]	2073,6
Varilla roscada	3/8"	12 [m]	12 Barras de 1 [m]	14,8 [UN]	177,6
Redondo	5/8"	98 [m]	16 Barras de 6,4 [m]	7,26 [kg] / 72,02[UN]	1152,32
Varilla roscada	5/8"	2,4 [m]	3 Barras de 1 [m]	41,47 [UN]	124,41
Redondo	1/2"	510 [m]	85 Barras de 6 [m]	6,86 [kg] / 41,87[UN]	3558,95

Redondo	1/4"	1188 [m]	198 Barras de 6 [m]	9,09 [kg] / 13,55[UN]	2682,9
Malla sima	15x15 10 mm	26 [m ²]	2 mallas de 2,15x6	10,83 [kg] / 1176,54[UN]	2353,08
Malla sima	15x15 8 mm	1060 [m ²]	82 mallas de 2,15x6	10,91 [kg] / 758,49[UN]	62196,18
Perfil doble T I.P.N.	IPN 240	106 [m]	9 Barras de 12 [m]	10,56 [kg]/ 4574,59[UN]	54895,1
Barra cuadrada	1 1/2"	106 [m]	18 Barras de 6 [m]	9,19 [kg]/ 627,73[UN]	11299,14
Perfil doble T I.P.N.	IPN 220	14 [m]	2 Barras de 12 [m]	10,56 [kg]/ 3915,64[UN]	7831,29
Perfil doble T I.P.N.	IPN 500	19 [m]	2 Barras de 12 [m]	14,3 [kg]/ 24058,32[UN]	48116,64
Chapa trapezoidal	8,1x1,1 m		116 chapas de 1,1 [m]	616,49 [UN]	71512,84
Chapa trapezoidal	8,4x1,1 m		7 chapas	639,32 [UN]	4475,24
Chapa trapezoidal	9x1,1 m		17 chapas	684,99 [UN]	11644,83
Chapa acanalada	12x1,1 m		110 chapas	1180,44 [UN]	129848,4
Tornillos autoperforantes	14x1 2"		7848	1,88 [UN]	14754,24
				SUB TOTAL:\$ 783406,76	

Hormigón elaborado	H21	159 [m ³]		1180	187620
--------------------	-----	--------------------------	--	------	--------

SUB TOTAL:\$ 187620

Instalación Eléctrica		175547
-----------------------	--	--------

SUB TOTAL:\$ 175547

TOTAL:\$ 1146574

Un detalla final de esta etapa consiste en la colocación de un cartel publicitario, el cual se ubicará en el exterior del galpón, en el lateral derecho orientado hacia la ruta provincial número 1. Esta disposición permitirá que toda la gente que transite en la misma pueda observarlo

A continuación se muestra una imagen del mismo:



Figura 13. Cartel publicitario.

Finalmente es importante destacar que será necesario la implementación de algún método que garantice el orden y la limpieza de las naves, permitiendo que el flujo de los procesos de producción se desarrollen normalmente.

Como respuesta a esta situación se pensó en la implementación del método de las “5 S’s”, el cual se enfocará en el trabajo efectivo, organización del lugar, y procesos estandarizados de trabajo. Es un sistema orientado a la limpieza visual, organización y disposición para facilitar una mayor productividad, seguridad y calidad, que compromete a todas las personas independientemente del nivel jerárquico en que se encuentren. A continuación se detallará en que consiste este método y cómo se puede aplicar:

La primera S se refiere a eliminar del área de trabajo todo aquello que no sea necesario, es decir, que se puedan liberar espacios, desechando cosas tales como: herramientas rotas, recortes y excesos de materia prima.

La segunda S consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Se pueden usar métodos de gestión visual para facilitar el orden, identificando los elementos y lugares. En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con el objetivo de evitar tanto las pérdidas de tiempo como de energía.

Normas de orden:

- Organizar racionalmente el puesto de trabajo
- Definir las reglas de ordenamiento
- Los objetos de uso frecuente deben estar cerca del operario
- Clasificar los objetos por orden de utilización
- Estandarizar los puestos de trabajo

La tercera S corresponde a la limpieza. Una vez despejado (*seiri*) y ordenado (*seiton*) el espacio de trabajo, es mucho más fácil limpiarlo (*seisō*). Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, y en realizar las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo.

En la cuarta S (*seiketsu*) se crean estándares que recuerdan que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día. Para conseguir esto, se presentan las siguientes normas:

- Establecer una lista de comprobación de rutina para cada área de trabajo. (auto-auditorías).
- Establecer un sistema de auditoría en la que participe cada nivel de la organización para garantizar que el sistema de las 5S evoluciona y se fortalece.
- Establecer y documentar los métodos estándar en las áreas de trabajo similares.
- Documentar los nuevos métodos estándar para hacer el trabajo.

Con la última S se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua. Si ésta etapa se aplica sin el rigor necesario, el sistema 5S pierde su eficacia. Tras realizar ese control, comparando los resultados obtenidos con los estándares y los objetivos establecidos, se documentan las conclusiones y, si es necesario, se modifican los procesos y los estándares para alcanzar los objetivos.

Mediante esta etapa se pretende obtener una comprobación continua y fiable de la aplicación del método de las 5S y el apoyo del personal implicado, sin olvidar que el método es un medio, no un fin en sí mismo.

El resultado de aplicar el método de las “5 S’s” se mide tanto en productividad como en satisfacciones del personal respecto a los esfuerzos que han realizado para mejorar las condiciones de trabajo.

La aplicación de esta técnica tiene un impacto a largo plazo, pero la implementación de las 5S puede ser uno de los primeros pasos del cambio hacia la mejora continua.

SEGURIDAD E HIGIENE

2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

La Seguridad e Higiene Industrial es un aspecto muy importante que la empresa debe considerar si desea establecer un sistema de gestión exitoso, beneficiando no sólo a la organización sino cuidando la integridad de los trabajadores.

A continuación se mencionarán una serie de recomendaciones o sugerencias que la empresa debe adoptar como pilares de desarrollo en el aspecto de la seguridad de sus trabajadores, pudiendo además establecer procedimientos documentados a partir de los mismos, a fin de ir consolidando el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo de acuerdo a lo establecido por las ART.

Algunos aspectos importantes a destacar son:

- El orden y la limpieza son imprescindibles para mantener los estándares de seguridad.
- Corregir o dar aviso de las condiciones peligrosas e inseguras que impliquen riesgo de un accidente.
- No usar máquinas o vehículos sin estar autorizados para ello.
- Usar las herramientas apropiadas y cuidar su conservación. No improvisar en el uso de herramientas. Al terminar el trabajo dejarlas en el sitio adecuado.
- Utilizar en cada tarea los elementos de Protección Personal. Mantenerlos en buen estado.
- No quitar sin autorización ninguna protección o resguardo de seguridad o señal de peligro.
- Todas las heridas requieren atención, no minimizar la gravedad. Acudir al servicio médico o botiquín.
- No hacer bromas en el trabajo, ni distraer a otro personal.
- No improvisar. Seguir las instrucciones y cumplir las normas.
- Prestar atención al trabajo que se está realizando. Estar concentrados en lo que se hace.

Algunos de los temas que se desarrollarán en esta sección serán: elementos de protección personal, trabajos de soldadura, trabajos de oxicorte y plasma, orden y limpieza, herramientas manuales y eléctricas, riesgo eléctrico, incendio, accidentes, ergonomía, iluminación, depósito de materiales especiales, entre otros.

2.2 MEMORIA TECNICA

A continuación se detallarán los conceptos esenciales de cada uno de los temas mencionados anteriormente.

2.2.1 Equipos de protección personal (EPP)

Es claro que el uso de elementos de protección personal (EPP) ayuda considerablemente a proteger al trabajador frente a los riesgos que se presentan en los diferentes tipos de trabajos. Cuando han fallado todos los esfuerzos posibles para eliminarlo o controlar los riesgos para la salud, se debe utilizar el EPP. Los mismos deben ser adecuados y cómodos para el trabajador de manera de no entorpecer su labor o fomentar su uso incorrecto.

Deben estar colocados correctamente los carteles que indiquen el uso de estos elementos (EPP) para cada caso en particular. En el plano N°6 y N° 7 se pueden apreciar.

Estos elementos de protección personal deberán contar con una certificación por Marca de Conformidad; extendida por un Organismo de Certificación reconocido por la SICyM (Sistema Nacional de Arbitraje de Consumo) y acreditado en el OAA (Organización Argentina de Acreditación), según lo establecido en la Resolución 896/99.

A continuación se numerarán los ítems más importantes relacionados con los mismos:

- Utilizar el equipo de protección personal tanto en los trabajos en la empresa como fuera de la misma.
- Si se observa alguna deficiencia en el EPP deben ponerlo enseguida en conocimiento del supervisor o encargado del tema.
- Mantener el equipo de seguridad en perfecto estado de conservación y cuando esté deteriorado pedir que sea cambiado por otro.
- Llevar ajustadas las ropas de trabajo; es peligroso llevar partes desgarradas, sueltas o que cuelguen, sobre todo donde haya equipos o maquinarias con piezas en movimiento expuestas.

- En trabajos con riesgos de lesiones en la cabeza, utilizar el casco.
- Si se ejecuta o presencia trabajos con proyecciones, salpicaduras, deslumbramientos, etc. utilizar gafas de seguridad.
- Si hay riesgos de lesiones para los pies, no dejar de usar calzado de seguridad.
- Cuando se trabaja en alturas colocar el arnés de seguridad.
- Ante la posibilidad de inhalar productos químicos, nieblas, humos gases debemos proteger las vías respiratorias.
- Cuando no se pueda mantener una conversación sin alzar a la voz a un metro de distancia significa q los niveles de ruidos pueden perjudicar los oídos. Utilice protección Auditiva.

Es importante destacar que por ser una industria metalúrgica será necesario que el personal cuente con los siguientes EPP:

- **Calzado de seguridad:** El uso del botín con puntera de acero será obligatorio para todo el personal, debido a que en la planta se trabaja continuamente con materiales pesados que pueden poner en riesgo la integridad de los pies.



Figura 1. Calzado de seguridad.

- **Protección contra caídas:** El arnés de seguridad deberá utilizarse cuando se trabaje en altura o se suba a reparar o mantener el puente grúa, descrito en la sección correspondiente. Será necesario que el operario se lo coloque correctamente y se asegure que el punto de amarre sea el adecuado.



Figura 2. Arnés de seguridad.

- **Protección para la cabeza:** El casco será obligatorio en el sector en donde el puente grúa maniobre, se trabaje con cosas en suspensión o en lugares fuera de fábrica que lo requieran.



Figura 3. Casco de seguridad.

- **Protección para las manos:** los guantes se utilizarán como protección de las manos, para los trabajos en donde el daño sea posible, teniendo en cuenta que la mayoría de las tareas corresponden a trabajos manuales, su uso deberá ser permanente.



Figura 4. Guantes.

- **Protección auditiva:** Los tapones de protección auditiva serán utilizados siempre que se trabaje con máquinas cuyos decibeles superen los establecidos como normales. Una manera sencilla de determinar si es necesario su uso, es cuando no pueda mantener una conversación sin alzar la voz a un metro de distancia.



Figura 5. Protección auditiva.

- **Protección respiratoria:** La mascarilla de seguridad será necesaria que se utilice en trabajos donde existan partículas de suspensión, por ejemplo lijado de piezas, cabina de pintura, etc.



Figura 6. Protección respiratoria.

- **Protección visual:** La protección de ojos es muy importante ya que en este tipo de industria es común el trabajo con amoladoras, taladros, sensitiva, etc. las cuales producen el desprendimiento de partículas calientes en todas direcciones. Será obligatorio también el uso de la protección visual para soldadura siempre que se esté trabajando con dichas máquinas.



Figura 7. Protección visual.



Figura 8. Protección visual.

Cada vez que el personal haga uso de algunos estos EPP será necesario que el supervisor a cargo junto con el operario completen la siguiente planilla. De esta manera quedará una constancia del EPP que retiró cada operario, asegurando su implementación. Es importante que se rellenen todos los casilleros para que ante un accidente se sepa correctamente los datos necesarios para la ART.

Es fundamental que cada operario tenga su propio EPP asegurando la higiene del mismo y su ajuste personalizado. Es importante remarcar que luego de su uso, el mismo, tendrá que ser limpiado correctamente y guardado en el armario correspondiente como se indica en el plano N° 6. De esta manera se asegurará que la próxima vez a ser utilizado se encontrará en las condiciones necesarias cumpliendo con su finalidad.

A continuación se presentará la planilla antes mencionada:

<i>Resolución 299/11, Anexo I</i>							
ENTREGA DE ROPA DE TRABAJO Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL							
(1) Razón Social:						(2) C.U.I.T.:	
(3) Dirección:			(4) Localidad:		(5) C.P.:	(6) Provincia:	
(7) Nombre y Apellido del Trabajador:							(8) D.N.I.:
(9) Descripción breve del puesto/s de trabajo en el/los cuales se desempeña en trabajador:					(10) Elementos de protección personal, necesarios para el trabajador, según el puesto de trabajo:		
	(11) Producto	(12) Tipo // Modelo	(13) Marca	(14) Posee certificación SI // NO	(15) Cantidad	(16) Fecha de entrega	(17) Firma del trabajador
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
(18) Información adicional:							

Tabla 1. Planilla para EPP.

2.2.2 Trabajo de soldadura

Como se trata de una industria metalúrgica en la cual se suelda continuamente se desarrollarán con más detalles las medidas necesarias de seguridad para esta actividad.

Por la naturaleza de esta acción, la soldadura tiende a producir ciertos tipos de humos contaminantes y ruidos, incluso emite radiación, y además hace uso de la electricidad o de gases, que involucran algún riesgo de electrocución, pudiendo provocar asimismo quemaduras, descargas eléctricas, explosiones e incluso incendios. Por lo tanto, siempre se deben tomar las precauciones mínimas para evitar cualquier hecho lamentable.

A continuación se indicarán algunos de los peligros más comunes, tanto en soldadura por arco eléctrico como en la realizada con gas y oxígeno. Es primordial tomar las siguientes precauciones de seguridad en este tipo de actividades:



Figura 9. Trabajo en soldadura.

- Cuando se suelde, hágalo sólo en las áreas designadas y acondicionadas para tal fin. No improvise áreas donde las condiciones implique el riesgo de provocar algún accidente o un incendio.
- Utilizar solamente equipos de soldadura en los que haya recibido capacitación y no en equipos en los que ignore ciertos principios de su funcionamiento.

- Determine con certeza qué tipo de material está soldando y si éste tiene o no revestimiento.
- Usar siempre ropa de protección con el fin de cubrir las partes expuestas del cuerpo que al estar vulnerables, podrían recibir chispas y la radiación producto del proceso de soldado.
- Es importante que la ropa de protección esté seca y no tenga agujeros, así mismo debe estar libre de grasa, o cualquier tipo de sustancia inflamable.
- Básicamente cuando se está soldando se debe usar siempre guantes no combustibles, un delantal de cuero, y zapatos especiales con el fin de contar con la protección adecuada contra las chispas y salpicaduras calientes.
- También es importante usar un casco hermético, el mismo que es diseñado para trabajos de soldadura, que cuenta con placas especiales de filtración que tienden a proteger al usuario de los rayos infrarrojos y ultravioletas, así mismo de la radiación visible.
- Por ningún motivo se debe dirigir la mirada a los destellos producidos durante el proceso de soldadura, ni siquiera por un instante. Por tanto debe mantener la cabeza alejada de la estela generada, tratando siempre de mantenerse detrás o a un lado del material que se está soldando.
- Usar correctamente el casco y situar la cabeza de manera que se pueda minimizar la inhalación de humos o vapores del proceso de soldadura en su zona de respiración. Es recomendable que exista una adecuada ventilación del ambiente de trabajo con un ambiente ventilado por naturaleza, a fin de mantener limpio el aire de su zona de respiración.
- Evitar durante su trabajo la humedad, tampoco lleve puesta ropa húmeda o mojada y mucho menos sude con las manos mojadas. Recuerde que el agua es un conductor eléctrico.
- También es importante cuando haya que soldar superficies de recipientes, verificar el tipo de sustancia que contienen o contenían. No se

recomienda soldar en contenedores que hayan almacenado materiales combustibles, ya que existe el riesgo latente de explosiones.

- Resulta una medida básica en advertir a cualquier trabajador cercano al área de soldadura, que tomen las medidas adecuadas y se encuentren protegidos contra los arcos, humos o vapores, chispas y cualquier peligro relacionado con la soldadura.
- Nunca se enrolle el cable del electrodo que está utilizando alrededor del cuerpo.
- Por seguridad debe optar siempre por poner a tierra el alojamiento del equipo de soldadura y el material que se está soldando.
- Antes de iniciar la actividades de soldadura, revisar toda el área de trabajo y las inmediaciones, y además debe cerciorarse de que no haya ningún material inflamable, así como ningún tipo de disolventes desengrasantes. Cuando finalice su trabajo asegúrese de que no haya escorias calientes ni chispas encendidas que podrían entrar en contacto con algún combustible y causar un incendio. De preferencia deposite todos los residuos de electrodo en un recipiente de desechos adecuado para evitar los riesgos de incendio.
- Siempre debe contar con un extintor de incendios próximo a su área de trabajo, antes de empezar a soldar verifique su presencia y operatividad.

2.2.3 Trabajos de Oxicorte y Plasma



Figura 10. Trabajos en oxicorte y plasma.

Básicamente los trabajos de oxicorte consisten en un equipo de trabajo que está formado por un sistema de soldadura y corte. Tiene como característica principal el uso de un soplete y dos tipos de gases como son el acetileno y el oxígeno, ambos en estado comprimido.

Algunas pautas a tener en cuenta durante la operación de este equipo:

- Se deben evitar los trabajos de oxicorte en áreas donde se almacenen materiales inflamables, combustibles, donde el riesgo de explosión sea latente. Asimismo evitar cortar recipientes o tanques que hayan contenido previamente sustancias inflamables.
- Si es indispensable trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, previamente se recomienda limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, para eliminar cualquier gas inflamable residente en dichos depósitos.
- De ser necesario se debe hacer uso de un medidor de atmósferas peligrosas para asegurar la ausencia total de gases en los recipientes a cortar.
- Cuando se esté efectuando el corte se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o lleguen a caer sobre las garrafas, mangueras o líquidos inflamables presentes por los alrededores del área de trabajo.
- No se debe usar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías, o para ventilar espacios o ambientes cerrados. Recordar que el exceso de oxígeno crea las condiciones para provocar un incendio.
- Se debe tratar de que las válvulas y los reductores de las garrafas de oxígeno se encuentren siempre limpios y libres de grasas, o cualquier tipo de combustibles. No olvidar que las grasas por su naturaleza podrían inflamarse por acción del oxígeno.
- Si llegase a encenderse la válvula de un tubo de acetileno, primero se debe intentar cerrarlo, y si no se apaga el incendio, se procederá a apagar con

un extintor que contenga como elemento sofocador anhídrido carbónico o en su defecto usar un extintor de polvo químico seco.

- Se debe tomar precauciones ya que cuando una garrafa de acetileno se calienta por cualquier motivo, existe el riesgo latente de explosión. Ante esta situación se debe cerrar el grifo y luego proceder a enfriar la garrafa con agua, hasta bajar totalmente la temperatura.

Respecto a la operatividad de un equipo, se debería considerar lo siguiente:

- El almacenamiento de los cilindros deben estar alejadas de posibles contactos eléctricos, separadas de las probables fuentes de calor y protegidas de los rayos del sol que provoquen el calentamiento de dichos recipientes, será necesario asignar un espacio físico limitado por una línea amarilla en el piso y los mismos tendrán que ser atados con cadenas.



Figura 11. Tubos asegurados con cadenas.

- Se debe limpiar periódicamente la boquilla del soplete para evitar que ésta se tape durante el uso del equipo.

- Se debe verificar durante el desarrollo del trabajo, operar a la presión correcta, de acuerdo a la escala de presiones.
- Se debe utilizar un encendedor de chispa o chispero para encender el soplete.
- Se debe comprobar la existencia de válvulas anti-retroceso y manómetro.
- Durante el uso del equipo de oxicorte, los cilindros en servicio deben estar en siempre en posición vertical sobre sus soportes o carros con cadenas.
- En zonas donde se usen los equipos de oxicorte, se debe contar siempre como medida de seguridad con la presencia de extintores.
- Cuando haya algún desperfecto, los equipos de oxicorte tienen que ser revisados y reparados sólo por personal autorizado.
- Al momento de abrir el grifo de la botella, hacerlo de manera lenta y constante
- No se debe abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento o uso.
- Evitar trabajar con la ropa sucia por grasa, disolvente u otras sustancias inflamables.
- Evitar colgar el soplete de los cilindros, aunque éste se encuentre apagado.
- Se recomienda no consumir todo el contenido de las garrafas, a fin de mantener siempre una pequeña sobre presión en su interior.
- No tocar piezas que fueron recientemente cortadas, pues podrían aun estar con alta temperatura.
- Se recomienda que los cilindros tengan su protección en la parte superior.

2.2.4 Orden y limpieza

- Mantener siempre limpio y ordenado el puesto de trabajo, aplicando el método de las “5 S’s” anteriormente explicado.
- No dejar materiales alrededor de las máquinas. Colocarlos en lugar seguro y donde no estorben el paso.
- Recoger todo material que se encuentre “tirado” en el piso del área de trabajo que pueda causar un accidente.

- Guardar ordenadamente los materiales y herramientas. No dejarlos en lugares inseguros.
- No obstruir los pasillos, escaleras, puertas o salidas de emergencia.
- Colocar los residuos correspondientes en el contenedor designado.



Figura 12. Contenedores de residuos.

2.2.5 Herramientas manuales y eléctricas



Figura 13. Herramientas manuales.

En el Sistema de Gestión se debe implementar un procedimiento que garantice que todas las herramientas empleadas para la ejecución de las diferentes labores sean las más apropiadas y se encuentren en buen estado y se usen correctamente en el desarrollo los trabajos designados.

- Seleccionar siempre la herramienta correcta para el trabajo a realizar.
- Mantener las herramientas en buen estado.
- Usar correctamente las herramientas.
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.
- Guardar las herramientas en un lugar seguro y que se pueda monitorear.
- Asignar de manera personalizada las herramientas siempre que sea posible.
- Así mismo es muy importante que el trabajador que manipule una herramienta o equipo determinado deba obligatoriamente:
- Recibir una capacitación adecuada en el correcto uso de cada herramienta o equipo a emplear en su trabajo, previo a su uso.
- No utilizar las herramientas o equipos para otros fines en el trabajo, ni sobrepasar o infringir las indicaciones para las que técnicamente han sido concebidas o diseñadas.
- Utilizar oportunamente la herramienta o equipo adecuado para cada tipo de operación.
- Utilizar siempre los elementos auxiliares o accesorios que cada operación exija.

Almacenamiento y Mantenimiento

El encargado del pañol de herramientas deberá asegurar:

- Que todas las herramientas se encuentren en buen estado de mantenimiento.
- Asignar un responsable que almacene adecuadamente todas las herramientas.

- Inspeccionar periódicamente el estado de las herramientas y equipos, separando las deterioradas para su reparación o su eliminación definitiva.
- Es importante que la reparación, afilado, templado o cualquier otra operación sea realizada por personal especializado, evitando siempre que sea posible las reparaciones provisionales, que crea un falso estado de seguridad.

Transporte

Durante el transporte de herramientas se debería tomar las siguientes medidas de seguridad:

- El transporte de las herramientas se debería realizar siempre en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados para este fin.
- Se debe evitar siempre llevar en los bolsillos herramientas, y mucho más si son punzantes o cortantes, las cuales deber tener funda.
- Si se requiere subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso, las herramientas se llevan de forma que las manos deben quedar libres.
- Cuando el trabajador se encuentre en altura, las herramientas pueden ser alcanzadas por otro trabajador.

Herramientas eléctricas

A continuación se desarrollarán los conceptos necesarios de seguridad para el uso de herramientas eléctricas:

- Evitar utilizar las herramientas eléctricas en un entorno con peligro de explosión, gases inflamables o materiales que pueda contribuir a causar un incendio. Se debe tener en cuenta que las herramientas eléctricas producen chispas que pueden llegar a prender cualquiera de los materiales mencionados.
- Verificar que esté conectada a tierra o doblemente aislada.

- Desconectar el enchufe de la herramienta o equipo antes de realizar un ajuste, limpiar o durante el cambio de un accesorio.
- Cuando se concluye un trabajo con la herramienta eléctrica se debe desconectar el enchufe.
- Si se conecta una herramienta a la corriente eléctrica previamente se debe verificar que el interruptor está en la posición de “apagado”.
- Durante la utilización de las herramientas eléctricas tratar de sujetarlas con ambas manos.

A continuación se desarrollarán algunas consideraciones específicas que se deben tener en cuenta y controlar cuando se trabaja con cierto tipo de herramientas o accesorios eléctricos tales como:

Control de enchufes, tomacorrientes y cables:

- Debe estar en buenas condiciones y sin cables expuestos que podrían implicar un contacto inesperado con riesgo de electrocución.
- Se debe proteger los cables eléctricos de quemaduras, corte, aplastamiento, etc.
- No se debe colocar cables eléctricos sobre agua, tuberías u otros objetos metálicos que faciliten las fugas de corriente.
- No se debe enchufar la herramienta en tomacorrientes rotos ni colocar cables pelados en los tomacorrientes.
- Jamás se debe desconectar jalando del cable sino más bien del enchufe.

Control de los interruptores de herramientas eléctricas:

- Deben encontrarse ubicados de manera que se evite el riesgo de una puesta en marcha imprevista.

- Cuando la herramienta se encuentre ubicada horizontalmente, no debe existir riesgo alguno de un funcionamiento accidental.

Amoladoras o esmeriles radiales:

- Se debe asegurar de que las indicaciones que figuran en el disco, tales como: grano, RPM, diámetro máximo y mínimo, etc, corresponden al uso que se le va a dar.
- Antes de utilizarlas se debe colocar siempre la guarda de seguridad que cubre la mitad superior del disco.
- Se debe contar siempre con un dispositivo de seguridad que evite la puesta en marcha súbita e imprevista.
- Evitar trabajar con ropa floja o suelta, deshilachada, mangas sueltas, chalinas o elementos que puedan implicar ser atrapados por rotación de la herramienta que se está utilizando.

Taladros

- Se debe utilizar brocas bien afiladas y cuya velocidad óptima de corte corresponda a la del equipo que se está utilizando.
- Se debe evitar presiones excesivas que podrían provocar que la broca se atasque y se rompa.
- Evitar del mismo modo trabajar con ropa floja, deshilachada, mangas sueltas, chalinas o elementos que implique el riesgo de ser atrapados por rotación de esta herramienta.

2.2. 6 Riesgo Eléctrico

Se denomina riesgo eléctrico al que es originado por la energía eléctrica. Dentro de este tipo de riesgo se pueden considerar los siguientes casos:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

La corriente eléctrica puede causar muchos efectos inmediatos después de una electrocución, como quemaduras, calambres o fibrilación, y efectos tardíos como trastornos mentales. Además puede causar efectos indirectos como caídas, golpes o cortes.

Los principales factores que influyen en el riesgo eléctrico son:

- La intensidad de corriente eléctrica presente.
- La duración del contacto eléctrico.
- La impedancia del contacto eléctrico, que depende fundamentalmente de la humedad, la superficie de contacto y la tensión y la frecuencia de la tensión aplicada.
- La tensión aplicada en sí misma no es peligrosa pero, si la resistencia es baja, ocasiona el paso de una intensidad elevada y, por tanto, muy peligrosa. La relación entre la intensidad y la tensión no es lineal debido al hecho de que la impedancia del cuerpo humano varía con la tensión de contacto.

En función de ello las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo se realizara de acuerdo a la reglamentación AEA y se mantendrán en la forma adecuada y el funcionamiento de los sistemas de protección se controlará periódicamente. Con ese objetivo de seguridad, los empleadores deberán garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre el riesgo eléctrico, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse a fin de prevenir algún incidente o accidente.

A continuación se detallan algunas medidas de seguridad:

- En cualquier lugar, toda instalación debe considerarse bajo tensión o con tensión mientras no se compruebe lo contrario con los aparatos adecuados.
- No realizar nunca reparaciones en instalaciones o equipos con tensión.
- Aislarse si se trabaja con máquinas o herramientas alimentadas por tensión eléctrica. Utilizar prendas y equipos de seguridad adecuados.
- Comunicar inmediatamente si se observa alguna anomalía en la instalación eléctrica.
- Reparar en forma inmediata si los cables están gastados o pelados, o los enchufes rotos.
- Desconectar el aparato o máquina al menor chispazo.
- Prestar atención a los calentamientos anormales en motores y cables.
- Todas las instalaciones eléctricas deben tener llave térmica, disyuntor diferencial y puesta a tierra.

2.2.7 Accidentes

- Mantener siempre la calma y actuar con rapidez sin perder la serenidad el caso.
- La tranquilidad dará confianza al lesionado y a los demás.
- Pensar en lo que se va hacer antes de actuar.
- Asegurarse de que no hay más peligros.
- Asegurarse de quien necesita más la ayuda y atender al herido o heridos con cuidado y precaución.
- No hacer más de lo indispensable; recordar no reemplazar al médico.
- No dar jamás de beber a una persona sin conocimiento; puede ser ahogada con el líquido.
- Avisar inmediatamente por los medios posibles al médico o servicio de emergencia.

2.2.8 El riesgo de incendios

- Los extintores son fáciles de utilizar, pero sólo si se conocen; enterarse de su funcionamiento.
- Conocer las causas que pueden provocar un incendio en el área de trabajo y las medidas preventivas necesarias para evitarlo.
- Que el buen orden y limpieza son los principios más importantes de prevención de incendios.
- No fumar en lugares prohibidos, ni tirar las colillas o cigarrillos sin apagar.
- Controlar las chispas de cualquier origen, ya que pueden ser causa de muchos incendios.
- Ante un caso de incendio conocer las acciones inmediatas a tomarse.
- Si se manejan productos inflamables, prestar mucha atención y respetar las normas de seguridad.
- Será necesario la colocación de los extintores en la ubicación detallada del plano, los cuales serán de polvo químico ABC de 5 kilogramos cada uno.

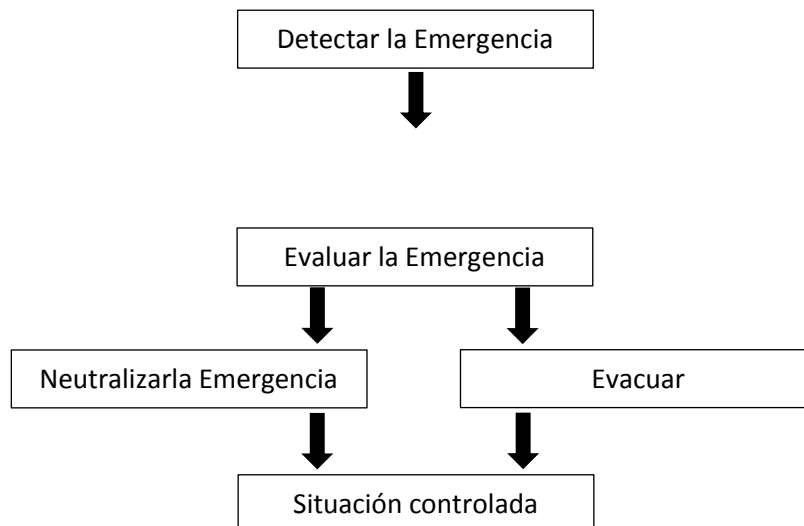
Para complementar todas las medidas en las diferentes áreas que ya se han nombrado, es necesario que todas ellas se tengan en cuenta lo siguiente:

- Colocación de carteles: Se debe colocar carteles con la leyenda de “Prohibido Fumar” distribuidos a la vista en las paredes.
- Salida de emergencia: La salida de emergencia y la puerta de ingreso, deben dejarse libre de tránsito y contar con iluminación de emergencia y cartelera necesaria que indique las mismas.
- Ruta de evacuación: La ruta de evacuación está identificada con cartelera adecuada.
- Información útil: Se debe colocar en un lugar de fácil lectura los teléfonos de emergencia locales como Bomberos, Servicios médicos y Policía.

- Capacitación: El personal que trabaje de forma permanente en el lugar deberá capacitarse en los siguientes aspectos: Usos de extintores-Forma de Evacuar-Roles de Emergencia.

2.2.9 Plan de emergencia y evacuación

Es importante destacar que en el lugar siempre habrá personas trabajando, en caso de producirse una situación de riesgo es necesario establecer un rol de emergencia que necesita 4 o 5 personas como mínimo. Esto hace necesario la capacitación de quienes trabajan allí y la elaboración de un pequeño esquema de procedimientos para actuar en caso de ser necesario.



En el plano N° 6 y 7, la ruta de evacuación está representada con flechas que indican el sentido de circulación.

Las situaciones que se consideran que se pueden presentar dentro de este lugar son:

- Incendio.
- Accidente

- Choque eléctrico.

A continuación se detallarán los distintos procedimientos que el personal debe realizar:

Procedimientos en caso de incendio

1. Comunicar a cuerpo de Bomberos, Policía y SEM, en ese orden.
2. Cortar el suministro de energía eléctrica.
3. No ingresar al lugar si la visibilidad es nula por el humo.
4. Usar los extintores si es posible, teniendo en cuenta el punto anterior.
5. Cerrar las puertas y ventanas para evitar el aporte de oxígeno desde el exterior y la propagación de las llamas una vez lograda la evacuación.
6. A la llegada de los Bomberos, comunicar a estos lo que se almacena en el lugar.

Procedimientos en caso de accidentes

1. Comunicar al SEM, al cuerpo de Bomberos y Policía, en ese orden.
2. Alejar a los curiosos tratando de aislar la zona.
3. Al llegar los servicios de emergencia, comunicar los pasos adoptados comunicando lo ocurrido.
4. No abandonar el servicio hasta que el jefe del operativo lo autorice.

Procedimientos en caso de choque eléctrico

1. Comunicar al SEM, al cuerpo de Bomberos y Policía, en ese orden.
2. Cortar el suministro de energía.
3. Alejar a los curiosos tratando de aislar la zona.
4. Al llegar los servicios de emergencias, comunicar los pasos adoptados explicando lo ocurrido.
5. No abandonar el servicio hasta que el jefe del operativo lo autorice.

Para todas las situaciones que se puedan generar, el personal que trabaja en el lugar debe tener a disposición (colocado en un lugar visible) los siguientes teléfonos de emergencias.

Teléfonos de emergencia	
Bomberos	100 – 422044
Comisaria Tercera	424210
Comando Radioeléctrico	101
SEM	107 – 426200
Servicio de emergencias de Camuzzi	0810 666 0810

2.2.10 Ergonomía del trabajo

Es fundamental que todos los puestos de trabajo tengan en cuenta los factores tecnológicos, económicos de organización y humanos, para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores. Esto tiene efectos positivos en el trabajo y el bienestar de las personas. Por el contrario, un diseño inadecuado, puede conllevar a la aparición de riesgos para la salud y la seguridad y provocar efectos negativos combinados con otros riesgos.

Un diseño correcto supone un enfoque global en el que se han de tener en cuenta varios factores entre los que cabría destacar los espacios, las condiciones ambientales, los distintos elementos o componentes requeridos para realizar la tarea (y sus relaciones), las propias características de la tarea a realizar, la organización del trabajo y, por supuesto, como factor esencial, las personas involucradas.

2.2.11 Iluminación

Una iluminación inadecuada constituye un riesgo, ya que puede provocar errores y accidentes, debido, en la mayoría de los casos, a la falta de visibilidad y deslumbramiento. Asimismo, una iluminación inapropiada puede provocar la aparición de fatiga visual y otros trastornos visuales y oculares.

Es necesario, por tanto, realizar un acondicionamiento de la iluminación en los puestos de trabajo, con objeto de favorecer la percepción visual y asegurar así la correcta ejecución de las tareas y la seguridad y bienestar de los trabajadores.

En la sección 3 se presentará el cálculo de la iluminación necesaria.

2.2.12 Depósito de sustancias peligrosas



Figura 14. Depósito de sustancias peligrosas.

Analizando los distintos tipos de sustancias que se encuentra en la fábrica, disolventes, aceites, aerosoles, pinturas, etc. es necesaria la construcción de un depósito para sustancias en el exterior de la fábrica. Plano N° 6.

Para su construcción se deberá tener en cuenta lo siguientes aspectos:

Condiciones de construcción

- Señalizar con letreros, en el interior y exterior del recinto, que indique la clase de sustancia almacenada.
- Piso sólido, lavable no poroso y con la capacidad de drenar un líquidos hacia un recipiente en caso de un derrame.
- Estructura sólida, incombustible, techo liviano y con muros con resistencia al fuego de 120 minutos mínimos.
- Ventilación natural o forzada, dependiendo de las sustancias químicas almacenadas.
- La ventilación debe ser diseñada y construida de tal forma que los muros no pierdan la resistencia al fuego. Se aceptan sólo pequeñas celosías en la parte superior de los muros, cerca del techo o en la parte inferior de los muros, dependiendo de las sustancias almacenadas. Dichas celosías deberán ser construidas de forma que deriven el aire hacia arriba.
- Las puertas de salida deberán abrirse en sentido de la evacuación sin utilización de llaves ni mecanismos que requieran un conocimiento especial.
- Extintores bien ubicados, señalizados y en la cantidad necesaria, para aumentar la seguridad de ser posible instalar detectores de humos, gases y equipos de extinción de incendios
- Para el almacenamiento en estanques fijos, estos deberán contar con control de derrame consistente en un depósito estanco (piscina).

Condiciones de almacenamiento

- Las sustancias peligrosas deberán estar contenidas al interior de recipientes (sacos, tambores u otros).
- El almacenamiento no debe obstruir vías de ingreso y evacuación.
- Rotulación de las sustancias con información de los riesgos asociados y acciones a seguir en caso de emergencia.
- Instalación eléctrica reglamentaria y a prueba de explosión, según los productos almacenados.
- Señalizar con letreros que indique la clasificación de los productos almacenados.

A continuación se mostrarán los letreros tipos que deberían de colocarse en el recinto, teniendo en cuenta el significado de cada color:



Figura 14. Rombo de información para la seguridad.

2.3 MEMORIA DE CÁLCULO

En esta etapa del proyecto se desarrollarán los cálculos necesarios para determinar las cantidades de extintores a colocar junto con su ubicación, que se representan en los planos N°5, N°6 y N° 7. Para realizarlo de manera adecuada se dividirá el cálculo en tres etapas, las cuales corresponden a las distintas fases de ampliación según lo que se desarrolló anteriormente.

2.3.1 ETAPA 1

En esta etapa como se indica en el plano, las superficies son las siguientes:

$$\text{Superficie oficina } S_o = 4,02 * 4,01 = 16,12[m^2]$$

$$\text{Superficie hall } S_h = 4,02 * 3,01 = 12,18[m^2]$$

$$\text{Superficie baño oficina } S_{BO} = 1,44 * 1,32 = 1,19[m^2]$$

$$\text{Superficie cocina } S_c = 1,36 * 1,6 = 2,17[m^2]$$

$$\text{Superficie baño taller } S_{BT} = 3,02 * 2,67 = 8,06[m^2]$$

$$\text{Superficie taller 1 } S_{T1} = 15,98 * 10,03 = 160,27[m^2]$$

$$\text{Superficie taller 2 } S_{T2} = 20 * 34,76 = 695[m^2]$$

Teniendo en cuenta las dimensiones anteriormente detalladas se trabajará con tres sectores de manera en que realice una distribución eficiente y referenciada por sector, atendiendo las particularidades de cada uno de ellos.

La primera área consiste en la suma de los espacios físicos de oficina, hall, baños y cocina, la suma de las superficies de cada uno ellos será la superficie total del sector uno.

$$S_T = S_O + S_h + S_{BO} + S_C + S_{BT} = 40,43[m^2]$$

Seguidamente se especificarán los componentes que intervienen en el área

COMPONENTE	CANTIDAD	MATERIAL	PESO [kg]	PESO TOTAL POR MATERIAL [KG]
Escritorio con cajonera	2	madera	30,192	1104,26
Escritorio	1	madera	17,42	
Armario	2	madera	60,48	
Mesa de dibujo	1	madera	9,5	
Puertas	5	madera	5	
Altillo	-	madera	310,36	
Vigas	-	madera	560,64	
Papel	-	papel	70	70
Computadora	1	plástico	7	7

A continuación se detallarán los cálculos necesarios de la carga de fuego de cada material existentes en estos espacios. Estos datos permiten calcular la carga de fuego equivalente para cada material de la siguiente manera:

$$Q_e = \frac{Q}{S_T * P_C}$$

Donde:

$$Q_e = \text{Carga Equivalente} \left(\frac{kg}{m^2} \right)$$

$$Q = \text{Carga de Fuego (Mcal)}$$

$$S_T = \text{Superficie (m}^2\text{)}$$

$$P_C = \text{Poder calorifico de la madera} \left(\frac{Mcal}{m^2} \right)$$

Para el primero de los casos el cálculo correspondiente para el material madera sería el siguiente:

$$Q_{e\text{-madera}} = \frac{1104,26[kg] * 4,4 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]}{40,43 [m^2] * 4,4 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]} = 27,31 \left(\frac{kg}{m^2} \right)$$

De la misma manera se procede al cálculo de la carga equivalente para el papel

$$Q_{e\text{-papel}} = \frac{70 [kg] * 4 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]}{40,43 [m^2] * 4,4 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]} = 1,57 \left(\frac{kg}{m^2} \right)$$

Para finalizar se calculará la carga equivalente para el plástico

$$Q_{e\text{-plastico}} = \frac{7 [kg] * 5 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]}{40,43 [m^2] * 4,4 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]} = 0,21 \left(\frac{kg}{m^2} \right)$$

La suma de estos tres resultados nos arrojará la carga equivalente total del área

$$Q_{e-T} = Q_{e\text{-madera}} + Q_{e\text{-papel}} + Q_{e\text{-plastico}} = 30 \left(\frac{kg}{m^2} \right)$$

Luego de realizar este cálculo se procederá a realizar la selección del tamaño y clase de matafuego necesario para el área. Teniendo en cuenta que los materiales existentes son muy combustibles se considera para el área una clase de riesgo 3.

De acuerdo al resultado podemos sugerir las siguientes recomendaciones con respecto a la protección contra incendio:

- Instalar un extintor: El extintor a elegir debe ser de polvo químico ABC y tener un potencial extintor de 2-A/6-BC, con lo que con un matafuego de 5 [Kg] alcanzaría, debiendo colocarse cercano a la oficina. El extintor debe estar instalado y mantenido como lo indica la Norma IRAM 3517 parte 1 y 2, permitiendo que ante cualquier eventualidad, en la oficina se acceda al lugar del incendio rápidamente, sin la necesidad de recorrer todas las instalaciones en busca de uno. El mismo será colocado en el hall de entrada de manera estratégica para que las distancias a recorrer sean las mínimas posibles independientemente del lugar en el que se está.

Para la *segunda área* se trabajará con la superficie del taller de mecanización, la cual es la siguiente:

$$\text{Superficie taller 1 } S_{T1} = 15,98 * 10,03 = 160,27[m^2]$$

En este sector tal como se puede apreciar en el plano N° 5, los componentes que se encuentran son muy variados con lo cual resultó conveniente aplicar la Ley N° 19.587 DECRETO N° 351/79, en la que se establece que deberán instalarse un matafuego como mínimo cada 200 metros cuadrados de superficie y la máxima distancia a recorrer hasta el matafuego será de 20 metros. De esta manera será necesario realizar las siguientes acciones:

Instalar un extintor: El extintor a elegir debe ser de polvo químico ABC y tener una capacidad de 5 [Kg], debiendo colocarse cercano al portón de salida. El extintor debe estar colocado y mantenido como lo indica la Norma IRAM 3517 parte 1 y 2,

permitiendo que ante cualquier eventualidad, en el taller se acceda al lugar del incendio rápidamente, sin la necesidad de recorrer todas las instalaciones en busca de uno.

Para la **tercera área** se trabajará con el taller de procesamiento de chapa, el cual tiene una superficie de:

$$\text{Superficie taller 1 } S_{T2} = 20 * 34,76 = 695[m^2]$$

En este sector se consideró, como en el caso anterior, conveniente aplicar la Ley N° 19.587 DECRETO N° 351/79. De esta manera será necesario realizar las siguientes acciones:

Instalar cuatro extintores: Los extintores a elegir deben ser de polvo químico ABC y tener una capacidad de 5 [Kg], debiendo colocarse uno cercano al portón de entrada, uno en el sector de DM, uno en el sector de procesamiento de chapa y otro cercano a la mesa de corte. Los extintores deben estar colocados y mantenidos como lo indica la Norma IRAM 3517 parte 1 y 2, permitiendo que ante cualquier eventualidad que ocurriera en el taller se acceda a uno de ellos, sin la necesidad de recorrer todas las instalaciones en busca de uno. Dado que ubicado en cualquier lugar siempre habrá uno a 20 o menos metros.

2.3.2 ETAPA 2

En esta etapa las tres primeras áreas serán las mismas que en el caso anterior, pero se agregará una cuarta área que se detallará a continuación. (Plano N° 6)

Para la **cuarta área** se trabajará con la superficie de la ampliación, la cual se detallará posteriormente:

$$\text{Superficie } S = 31,8 * 20 = 636[m^2]$$

En este caso nuevamente se aplicó la Ley N° 19.587 DECRETO N° 351/79. De esta manera será necesario realizar las siguientes acciones:

Instalar tres extintores: Los extintores a elegir deben ser de polvo químico ABC y tener un potencial extintor de 2-A/6-BC, con lo que con dos matafuegos de 5 [Kg] alcanzarían, debiendo colocarse uno cercano al portón de descarga, otro cercano al sector de almacenamiento y último cercano al sector de pintura. Los extintores deben estar colocados y mantenidos como lo indica la Norma IRAM 3517 parte 1 y 2.

2.3.3 ETAPA 3

En esta etapa el primer y tercer área corresponden al mismo que en el caso anterior, pero el segundo área será nuevamente calculado debido a que en el mismo ya no estará el sector de mecanizado y en su lugar se instalarán oficinas.(Plano N°7)

A continuación se detallará la superficie y los elementos que intervienen:

$$S_{T2} = 12 * 10.1 = 120.36[m^2]$$

Oficina Administrativa

COMPONENTE	CANTIDAD	MATERIAL	PESO [kg]	PESO TOTAL POR MATERIAL [KG]
Escritorio con cajonera	2	madera	30,192	1933,34
Armario	2	madera	60,48	
Puertas	2	madera	5	
Altillo	-	madera	620,72	
Vigas	-	madera	1121,28	
Papel	-	papel	40	40
Computadora	2	plástico	7	10
Silla	2	plástico	3	

Oficina Técnica

COMPONENTE	CANTIDAD	MATERIAL	PESO [kg]	PESO TOTAL POR MATERIAL [KG]
Escritorio con cajonera	2	madera	30,192	996,67
Armario	1	madera	60,48	
Puertas	1	madera	5	
Altillo	-	madera	310,36	
Vigas	-	madera	560,64	
Papel	-	papel	23	23
Computadora	2	plástico	7	17
Silla	2	plástico	3	

Sala de Reunión

COMPONENTE	CANTIDAD	MATERIAL	PESO [kg]	PESO TOTAL POR MATERIAL [KG]
Escritorio con cajonera	1	madera	30,192	740,19
Mesa	1	madera	700	
Puertas	2	madera	5	
Papel	-	papel	10	10
Computadora	1	plástico	7	40
Silla	11	plástico	3	

Para el primero de los casos el cálculo correspondiente para el material madera sería el siguiente:

$$Q_{e-madera} = \frac{3671 [kg] * 4,4 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]}{120,36 [m^2] * 4,4 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]} = 30,5 \left(\frac{kg}{m^2} \right)$$

De la misma manera se procede al cálculo de la carga equivalente para el papel:

$$Q_{e-papel} = \frac{73 [kg] * 4 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]}{120,36 [m^2] * 4,4 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]} = 0,55 \left(\frac{kg}{m^2} \right)$$

Para finalizar se calculará la carga equivalente para el plástico:

$$Q_{e-plastico} = \frac{67 [kg] * 5 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]}{120,36 [m^2] * 4,4 \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]} = 0,63 \left(\frac{kg}{m^2} \right)$$

La suma de estos tres resultados nos arrojará la carga equivalente total del primer área

$$Q_{e-T} = Q_{e-madera} + Q_{e-papel} + Q_{e-plastico} \cong 32 \left(\frac{kg}{m^2} \right)$$

De esta manera será necesario realizar las siguientes acciones:

Instalar dos extintores: Los extintores a elegir debe ser de polvo químico ABC y tener una capacidad de 5 [Kg], debiendo colocarse uno en el pasillo y otro dentro de la sala de reuniones. Los extintores deben estar colocados y mantenidos como lo indica la Norma IRAM 3517 parte 1 y 2.

La **cuarta área** corresponde al mismo sector que en el caso anterior más la ampliación correspondiente, con lo cual la superficie total para esta área quedará:

$$\text{Superficie } S = 53 * 20 = 1060[m^2]$$

En este caso nuevamente se aplicó la Ley N° 19.587 DECRETO N° 351/79. De esta manera será necesario realizar las siguientes acciones

Instalar seis extintor: Recordemos que en la etapa anterior ya hay instalados tres de los seis extintores. Los extintores a elegir deben ser de polvo químico ABC y tener una capacidad de 5 [Kg], debiendo colocarse uno en el sector de expedición, otro cercano al sector de pintura, colocar dos en el sector de armado central, otro en el sector de almacenamiento y el último finalmente cercano a la salida de emergencia. Los extintores deben estar colocados y mantenidos como lo indica la Norma IRAM 3517 parte 1 y 2, permitiendo que ante cualquier eventualidad, en el taller se acceda al lugar del incendio rápidamente, sin la necesidad de recorrer todas las instalaciones en busca de uno, su ubicación específica se detalla en el plano correspondiente.

INSTALACION ELECTRICA

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

Como en el resto del proyecto se realizarán los cálculos en dos etapas, la primera de ellas recordemos que tiene una superficie total de 1540 [m²] y está formada como se indica en el plano N°15. La superficie total de la última etapa incluye 1940 [m²] lo que corresponde a la superficie de la segunda etapa más una ampliación de la totalidad del terreno disponible. Plano N°16.

Como primera medida para el inicio del proyecto de electrificación se tuvieron en cuenta aspectos tales como consumos existentes, instalación actual, incorporación de nuevas maquinarias, ubicación de las mismas, distribución del Lay-Out, seguridad del personal, entre otras, lo que arrojó como principal posibilidad hacer una instalación independiente de la existente. Esto implica hacer una acometida nueva en el terreno recientemente adquirido, debido a que los consumos que se esperan en el futuro serán demasiados elevados para toda la instalación.

Una de las ventajas que proporciona este sistema es que ante una falla en la instalación existente será posible continuar con la producción y proporcionar energía eléctrica al sector afectado desde la nueva instalación. Además no será necesario modificar la instalación que hoy se encuentra en la fábrica, evitando parar la producción para la incorporación del nuevo sector.

Un detalle importante a destacar es que la nueva nave industrial contará con un puente grúa, con lo que la distribución de dicho servicio se pensó en base a lo mencionado anteriormente. Estas especificaciones junto con otras relacionadas al tema serán desarrolladas con más detalles en las páginas siguientes.

3.2 MEMORIA TECNICA

El presente proyecto se realizó según lo establecido en la reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) de manera que la instalación eléctrica estará calculada según los pasos mínimos necesarios para la verificación correcta de la instalación.

Primero se determinará el cálculo para la última etapa, o sea la ampliación total y luego, se utilizarán los cálculos correspondientes para la primera etapa.

Es necesario para el desarrollo del proyecto conocer las características de la instalación que se calculará. Para esto se necesitó la información de todas las maquinarias y su ubicación, determinando de esta manera la distribución de los consumos junto con la de los tableros. Partiendo de esto a continuación se presentarán los datos pertinentes para el inicio del proyecto.

La potencia total instalada será de aproximadamente 128 [kW] como se detallará a continuación:

MAQUINA O EQUIPO	NUMERO DE MAQ./EQUI	I [A]	P [kW]	V [v]	CANTIDAD	IT [A]	PT[kW]
Soldadora FMIG 330	13	10,48	6,9	380	6	62,88	41,4
Soldadora NBC PRO 350T	15	20,5	13,5	380	1	20,5	13,5
Prensa Manual	16				1	0	0
Taladro de Banco	17	1,1	0,73	380	1	1,1	0,73
Sensitiva	19	6,13	4	380	1	6,13	4
Cortadora de plasma manual	27	53	35	380	1	53	35
Amoladora de banco	33	4,51	2,97	380	1	4,51	2,97
Taladro de mano	34	1	4,54	220	1	1	4,54
SERRUCHO de banco	39	3,96	2,61	380	1	3,96	2,61
Cabina de pintua	40	11,4	7,5	330	1	11,4	7,5
Puente grua	41	10,65	7	380	1	10,65	7
Luces	42	0,61	0,105	220	78	47,58	8,19
						ITotal [A]	PTotal[kW]
						222,71	127,44

Para el cálculo de la potencia simultánea se tuvieron en cuenta la cantidad de operarios trabajando en la nueva nave industrial simultáneamente, analizando todas las posibles combinaciones de máquinas y equipos, eligiendo la más desfavorable, o sea la situación de mayor consumo. A continuación se presenta una tabla con lo explicado anteriormente:

MAQUINA O EQUIPO	NUMERO DE MAQ./EQUIP.	I [A]	P [kW]	V [v]	Cant.	IT [A]	PT[kW]
SOLDADORA FMIG 330	13	10,48	6,9	380	3	31,44	20,7
SOLDADORA NBC PRO 350T	15	20,5	13,5	380	1	20,5	13,5
SENSITIVA	19	6,13	4	380	1	6,13	4
CORTADORA DE PLASMA MANUAL	27	53	35	380	1	53	35
TALADRO DE MANO	34	1	4,54	220	1	1	4,54
CABINA DE PINTURA	40	11,4	7,5	330	1	11,4	7,5
PUENTE GRÚA	41	10,65	7	380	1	10,65	7
LUCES	42	0,5	0,105	220	78	39	8,19
						I _{Total} [A]	P _{Total} [kW]
						173,12	100,43

Finalmente la potencia simultanea resultante es de 100 [kW] con un consumo de 174 [A]. A partir de estos datos se calculará la instalación eléctrica de la correspondiente nave industrial.

La alimentación del medidor al tablero principal se hará por medio de un cable tetrapolar 1(3x70+1x35)+35, el cual irá directamente enterrado de la manera que se muestra a continuación:

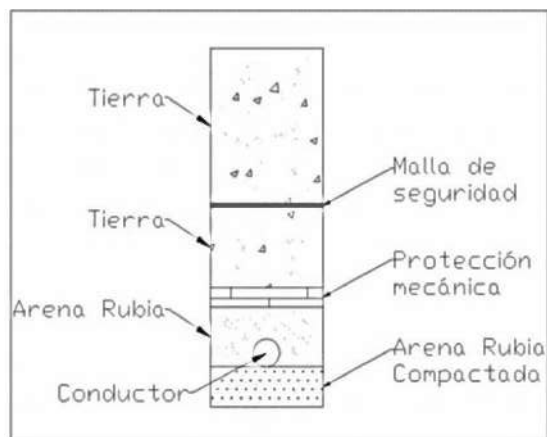


Figura 1. Cable tetrapolar directamente enterrado.

Cuando el cable ingresa a la fábrica, el mismo lo hará en el interior de un tubo PVC, el cual llegará hasta la base del tablero principal.

La distribución en el interior de la fábrica se hará por canalización subterránea como se muestra en la figura siguiente. La elección de este tipo de canalización se debe a que como en la misma se instalará un puente grúa, resulta imposible distribuir este servicio de forma aérea.

En la figura se puede apreciar que los conductores están colocados sobre mensuales o bandejas porta cables, debido a que dicha canalización será utilizada también para la instalación de aire comprimido. Estas dos ménsulas permiten una mayor seguridad, ya que los dos servicios se encontrarán separados facilitando el acceso por eventuales reparaciones o mantenimiento. La tapa podrá ser de cualquier material siempre y cuando asegure resistencia mecánica para el tránsito sobre la misma. Las dimensiones de ésta tendrán que ser el ancho de la canalización para evitar que ingresen suciedades.

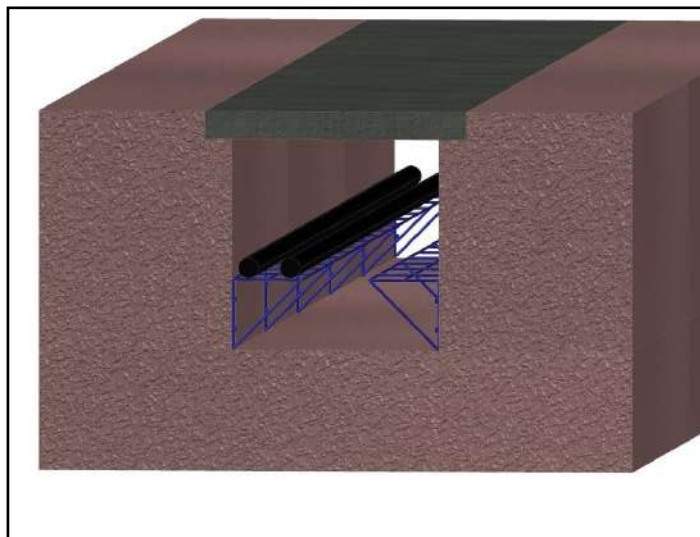


Figura 2. Representación en 3d de la canalización:

El tablero principal será de clase II obligatoriamente, se ubicará en el lugar que se detalla en el plano N°16 y sus dimensiones serán de 600x600x300 [mm]. Del mismo saldrá toda la distribución de la instalación eléctrica.

A continuación se presentará una tabla en donde se detallarán las secciones de los conductores y las protecciones a utilizar en cada caso, junto con los accesorios correspondientes:

CONJUNTO	PRODUCTO	CANTIDAD
Tablero Principal	Tablero Clase II 600x600x300	1
	Limitador contra sobretensiones clase II	1
	Interruptor Autom 4x250 [A] Caja moldeable VL 250/3VL3	1
	Conductor de alimentación Tetrapolar aislación PVC 1(3x70+1x35)+35	2 [m]
Tablero Seccional General	Interruptor Automático Termomagnetico C120N Tetrapolar (4x100[A])	2
	Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x25[A]) C60N	1
	Interruptor Automático Termomagnetico Bipolar (2x25[A]) C60N	1
	Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x32[A]) C60N	2
	Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x40[A]) C60N	2
	Interruptor Automático Diferencial Clase AC 4x125[A] 300[mA]	2
	Interruptor Automático Diferencial 4x40[A] 300[mA]	2
	Interruptor Automático Diferencial 4x63 [A] 300[mA]	2
	Toma Corriente Empotrables en tablero 16 [A] 2P+T 220V	4

	Toma Corriente Empotrables en tablero 32 [A] 3P+T 380V	4
	Tablero Clase II Gabinete IP65 24 Mod. Ext. Kaedra	1
	Conductor de alimentación Tetrapolar aislación PVC 1(3x70+1x35)+35	32 [m]
	Instrumento multi medidor	1
Tablero Seccional 1	Conductor de alimentación Tetrapolar aislación PVC 1(3x50+1x25)+25	27 [m]
	Interruptor Automático Termomagnetico C120N Tetrapolar (4x100[A])	1
	Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x25[A]) C60N	1
	Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x25[A]) C60N	1
	Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x40[A]) C60N	3
	Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x80[A]) C120N	1
	Tablero 24 Mod. + 4 tomas Ext. Kaedra	1
	Toma Corriente Empotrables en tablero 16 [A] 2P+T 220V	4
	Toma Corriente Empotrables en tablero 32 [A] 3P+T 380V	4
Tablero Seccional 2	Conductor de alimentación Tetrapolar aislación PVC 1(3x50+1x25)+25	30 [m]
	Interruptor Automático Termomagnetico C120N Tetrapolar (4x100[A])	1
	Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x25[A]) C60N	1
	Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x25[A]) C60N	1
	Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar	2

	(4x40[A]) C60N	
	Interruptor Automático Termomagnético Tetrapolar (4x80[A]) C120N	1
	Tablero 24 Mod. + 4 tomas Ext. Kaedra	1
	Toma Corriente Empotrables en tablero 16 [A] 2P+T 220V	4
	Toma Corriente Empotrables en tablero 32 [A] 3P+T 380V	4
Tablero 3/5/6	Conductor de alimentación Tetrapolar aislación PVC 1(3x10+1x10)+10	30 [m]
	Tablero 8 tomas Ext. Kaedra	1
	Toma Corriente Empotrables en tablero 16 [A] 2P+T 220V	4
	Toma Corriente Empotrables en tablero 32 [A] 3P+T 380V	4
Tablero 8/9	Conductor de alimentación Tetrapolar aislación PVC 1(3x10+1x10)+10	30 [m]
	Tablero 8 tomas Ext. Kaedra	1
	Toma Corriente Empotrables en tablero 16 [A] 2P+T 220V	4
	Toma Corriente Empotrables en tablero 32 [A] 3P+T 380V	4
Tablero 10	Conductor de alimentación Tetrapolar aislación PVC 1(3x10+1x10)+10	25 [m]
	Tablero 4 módulos Ext. Kaedra	1
	Interruptor Automático Termomagnético Tetrapolar (4x40[A]) C60N	1
Tablero 12	Conductor de alimentación Tetrapolar aislación PVC 1(3x10+1x10)+10	25 [m]
	Tablero 4 módulos Ext. Kaedra	1
	Interruptor Automático Termomagnético Tetrapolar	1

	(4x40[A]) C60N	
Tablero 4	Conductor de alimentación Tetrapolar aislación PVC 1(3x35+1x16)+16	20 [m]
	Tablero 9 tomas Ext. Kaedra	1
	Toma Corriente Empotrables en tablero 16 [A] 2P+T 220V	4
	Toma Corriente Empotrables en tablero 32 [A] 3P+T 380V	4
	Toma Corriente Empotrables en tablero 63 [A] 3P+N+T 380 v	1
Tablero 7	Conductor de alimentación Tetrapolar aislación PVC 1(3x35+1x16)+16	20 [m]
	Tablero 9 tomas Ext. Kaedra	1
	Toma Corriente Empotrables en tablero 16 [A] 2P+T 220V	4
	Toma Corriente Empotrables en tablero 32 [A] 3P+T 380V	4
	Toma Corriente Empotrables en tablero 63 [A] 3P+N+T 380 v	1
Tablero 11/13	Conductor de alimentación Tetrapolar aislación PVC 1(3x10+1x10)+10	15 [m]
	Tablero 12 Mod. + 4 tomas Ext. Kaedra	1
	Toma Corriente Empotrables en tablero 16 [A] 2P+T 220V	4
	Toma Corriente Empotrables en tablero 32 [A] 3P+T 380V	4
	Interruptor Automático Termomagnetico Bipolar (2x10[A]) C60N	3
	Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x25[A]) C60N	1
	Interruptor Automático Termomagnetico Bipolar (2x25[A]) C60N	1

Tabla 1. Componentes de la instalación eléctrica.

Los cálculos para la selección de todos estos componentes se presentarán en la memoria de cálculo.

Finalmente la puesta a tierra se hará de acuerdo a lo establecido en la reglamentación. Será obligatorio que el valor no supere los 40 ohm y el esquema de conexión a tierra sea TT. Además la ubicación de la misma tendrá que asegurar una distancia superior a diez veces el valor de la toma de tierra más cercana. El electrodo de dicho sistema será una jabalina, la cual estará conectada con el conductor de puesta tierra de 30 [mm²] por morsa asegurando la continuidad.

3.3 MEMORIA DE CALCULO

3.3.1 Cálculo del circuito Seccional General

1-Corriente de Proyecto

MAQUINA O EQUIPO	NUMERO DE MAQ. /EQUIP.	I [A]	P [kW]	V [v]	CANTIDAD	IT [A]	PT[kW]
SOLDADORA FMIG 330	13	10,48	6,9	380	3	31,44	20,7
SOLDADORA NBC PRO 350T	15	20,5	13,5	380	1	20,5	13,5
SENSITIVA	19	6,13	4	380	1	6,13	4
CORTADORA DE PLASMA MANUAL	27	53	35	380	1	53	35
TALADRO DE MANO	34	1	4,54	220	1	1	4,54
CABINA DE PINTURA	40	11,4	7,5	330	1	11,4	7,5
PUENTE GRÚA	41	10,65	7	380	1	10,65	7
LUCES	42	0,5	0,105	220	78	39	8,19
						I _{Total} [A]	P _{Total} [kW]
						173,12	100,43

2-Elección de la sección S a partir de I_Z

Las condiciones en la que se procederá al cálculo serán para una temperatura de terreno igual a 25 [°C] y resistividad térmica específica del terreno igual a 1 [km/W]

Con lo que $I_z \geq I_B$ $I_z = I_z' \cdot f_c \cdot f_t \geq I_B$ $I_z' = \frac{I_B}{f_c \cdot f_t}$

Donde f_c representa el factor de corrección para colocación de cables directamente enterrados y f_t es factor de corrección para resistividades del terreno.

En este caso los valores son: $f_c = 1$ temperatura del suelo de 25 [°C]

$f_t = 0,85$ tierra muy seca

$$I_{Z'} = \frac{I_B}{f_c \times f_t} = \frac{174 [A]}{0,85 \times 1} = 204,7 [A] \cong 205 [A]$$

Seleccionaremos conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC

Sección $S = 70 [mm^2] 1(3 \times 70 + 1 \times 35) + PE$

$$I_{adm} = 211 [A] \geq I_B$$

$$I_Z = I_{adm} \times f_c \times f_t = [A] \times 0,85 \times 1 = 180 [A] \geq I_B$$

3-Corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$I_B \leq I_n \leq I_Z$ Con los valores anteriormente calculados

$$174 [A] \leq I_n \leq 180 [A]$$

Se seleccionó de catálogo Siemens AG 2012

Interruptor Automático de caja moldeable modelo VL 250/3VL3 cuyas características son:

$$I_n = 80 [A] - 200 [A] \quad I_n = 175 [A]$$

Tetrapolar (4x175[A])

Capacidad de ruptura $I_C = 55 [kA]$

Curva C

Clase de limitación 3

4-Verificación de la protección por sobrecarga

$I_2 \leq 1,45 I_Z$ (Intensidad de corriente de operación o disparo seguro del interruptor)

$I_2 \leq 1,45 I_n$ (Intensidad de corriente de disparo seguro de la protección contra sobrecarga)

Si $I_B \leq I_n \leq I_Z$ seguramente $I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$

Los interruptores termomagnéticos están diseñados para proteger conductores.

5-Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k

Para este cálculo se utilizaron los siguientes datos provistos por la compañía suministradora del servicio eléctrico:

Subestación transformadora $S = 160$ [kV.A] $u_{cc} = 4$ %

Conductor preensamblado IRAM 2263 de 3x95/50 Al, longitud 160 [m]

$$z_c = 0,372 + j 0,0891 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \text{ Para } 160 \text{ [m]} \quad z_c = 0,0595 + j 0,0142 \text{ [\Omega]}$$

Conductor cometida 4x16 Cu

$$S_{k''} = \frac{160 \text{ [kV.A]} \cdot 160 \text{ [m]}}{4} = 6400 \text{ [kV.A]} \text{ Entonces } I''_k = \frac{6480 \text{ [kV.A]}}{1,73 \times 0,4} = 9249 \text{ [A]}$$

$$\text{Por lo que } Z_T = \frac{380 \text{ [V]}}{1,73 \times 9249 \text{ [A]}} = 0,023 \text{ [\Omega]}$$

$$\text{Además } R_T = \frac{P_{KRT}}{3 I_{rT}^2} = \frac{P_{KRT} + U_{rT}^2}{S_{rT}^2} \text{ donde}$$

Potencia de pérdidas $P_{KRT} = 2,5$ [kW] cuyo valor se extrajo de las normas IRAM 2250 Transformadores de distribución

Tensión de línea asignada $U_{rT} = 400$ [V]

Potencia asignada $S_{rT}^2 = 160$ [kW]

$$\text{Entonces: } R_T = \frac{P_{KRT} + U_{rT}^2}{S_{rT}^2} = \frac{2,5 \text{ [kW]} \times 400^2 \text{ [V]}}{160^2 \text{ [kW]}} = 0,015 \text{ [\Omega]}$$

$$\text{Siendo que } X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{0,023^2 - 0,015^2} = 0,0174 \text{ [\Omega]}$$

Por lo que $z_{ant} = (0,015 + 0,0595) + j(0,0174 + 0,0142)$

$$|z_{ant}| = \sqrt{0,07452^2 + 0,0316^2} = 0,08094 \text{ [\Omega]}$$

Considerando el conductor de la cometida $z_{c1} = 1,331 + j 0,077 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$ Para 10 [m]

$$z_{c1} = 0,01331 + j 0,00077 \text{ [\Omega]}$$

El nuevo valor será $z_{ant} = (0,07452 + 0,0131) + j(0,0316 + 0,00077)$

$$z_{ant} = (0,08781) + j(0,01408)$$

$$|z_{ant}| = \sqrt{0,08781^2 + 0,01408^2} = 0,08893[\Omega]$$

Finalmente la corriente de cortocircuito en el medidor será

$$I''_{KM} = \frac{400 [V]}{0,08893 [\Omega]} = 2596,87[A]$$

Para continuar con el cálculo se procederá a calcular la corriente de corto circuito en el tablero principal y finalmente en el tablero seccional general.

Tomamos como línea principal conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC

$$\text{Sección } S = 70 [mm^2] \text{ } 1(3 \times 70 + 1 \times 35) + PE \text{ } L = 2[m]$$

$$z_{ant} = \frac{380 [V]}{1,73 \times 2596,87[A]} = 0,084[\Omega]$$

Siendo que

$$R_{70-20^\circ C} = 0,268 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \text{ y } \alpha_{cu} = 0,00393 \frac{L}{^\circ C}$$

$$R_{70-45^\circ C} = R_{20^\circ C} [1 + \alpha_{cu} (T_{45^\circ C} - 25^\circ C)]$$

$$R_{70-45^\circ C} = 0,268 [1 + 0,00393(20)] = 0,289 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_1 = 0,002[m] \times 0,289 \left[\frac{\Omega}{km} \right] = 0,00057 [\Omega] \text{ entonces } Z_1 \cong R_1$$

Con lo que el valor en el tablero principal sera $z_{TP} = z_{ant} + Z_1 = 0,08457 [\Omega]$

$$\text{Por lo que } I''_{KTP} = \frac{380 [V]}{0,0845 [\Omega] \times 1,73} = 2586[A] \leq I_c = 55[kA]$$

Ahora procedemos al cálculo de I''_{KTSG} siendo que el conductor es multipolar IRAM 2178 aislación PVC Sección $S = 70 [mm^2] \text{ } 1(3 \times 70 + 1 \times 35) + PE \text{ } L = 32[m]$

Siendo que

$$R_{50-20^{\circ}C} = 0,268 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \text{ y } \alpha_{cu} = 0.00393 \frac{L}{^{\circ}C}$$

$$R_{50-45^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} [1 + \alpha_{cu} (T_{45^{\circ}C} - 25^{\circ}C)]$$

$$R_{50-45^{\circ}C} = 0,268 [1 + 0,00393(20)] = 0,289 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_2 = 0.032[m] \times 0,289 \left[\frac{\Omega}{km} \right] = 0.009248 [\Omega] \text{ entonces } Z_2 \cong R_2$$

Con lo que el valor en el tablero principal será $Z_{TP} = z_{ant} + Z_1 + Z_2 = 0,09382 [\Omega]$

$$\text{Por lo que } I''_{KTS G} = \frac{380 [V]}{0,09382 [\Omega] \times 1,73} = 2340 [A] \leq I_c = 55 [kA]$$

6-Verificación por máxima exigencia térmica

Para corrientes de cortocircuito que duren $0,1 [s] < t < 5 [s]$ se calculó de la siguiente manera

$$S \geq \frac{I''_{KTP} \times \sqrt{t}}{k} \quad \text{Donde}$$

k= factor de corrección que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor.

S= sección del conductor

$$S \geq \frac{2586 [A] \times \sqrt{0,1 [S]}}{115} = 7,10 [mm^2] \leq 70 [mm^2]$$

7-Verificación de la actuación de la protección por $I''_{k \min}$.

En este caso la $I''_{k \min}$ es al final del CS, es decir que deberá actuar la protección por corriente de cortocircuito del interruptor del TP.

En este caso deberá ser I_c y como el dispositivo corresponde a una curva C tendremos que verificar también que

Entonces

$$\begin{aligned} I_c &> I''_{KTP} \\ 55 [kA] &> 2586[A] \\ 10xI_n &< I''_{KTSG} \\ 10x145 &= 1450[A] < 2340[A] \end{aligned}$$

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

Por ser un circuito seccional tomamos $\Delta U = 1 \%$, $\Delta U = 3,8 \text{ V}$

La situación más desfavorable es cuando arranca el motor, es decir

$I_{arr} = 6 \cdot I_n$ motor

$$I_{sensitive} = 6,5[A]$$

$$I_{arr} = 39[A]$$

$$I_{Taladro} = 2,27[A]$$

$$I_{arr} = 13,62[A]$$

$$I_{cabina} = 11,4[A]$$

$$I_{arr} = 68,4[A]$$

$$I_{puente} = 10,65[A]$$

$$I_{arr} = 63,9[A]$$

La corriente de arranque total será: $I_{arr\ total} = 184,92[A]$

La corriente total será $I_T = I_B - I_{sensitive} - I_{Taladro} - I_{cabina} - I_{puente} = 109,18[A]$

Con lo que la corriente final total será $I_T = I_{arr\ total} + I_T = 294,12 [A]$

Finalmente la caída de tensión no deberá superar los 3,8 [V]

$$\Delta U = 1,73xI_Txlx(R_{70^{\circ}C} \cos \phi + X \sin \phi)$$

$$\Delta U = 1,73 \times 294,15 \times 0,02 \times (0,464 \times 0,3 + 0,0777 \times 0,95) = 2,16[V] < 3,8[V]$$

9-Verificación por secciones mínimas

En el caso de la sección del circuito principal deberá verificar que la sección sea mayor a 6 [mm²], y para la sección del circuito seccional deberá verificar que sea mayor que 2,5 [mm²]

10-Conductor de protección

La sección del conductor de protección dependerá de la sección de los conductores de fase de la instalación, como en este caso se trata de conductor 1.(3x70+1x35) la sección del conductor de protección será $S_{PE} = \frac{S}{2} = 35 [mm^2]$

3.3.2 Cálculo del circuito Seccional 1

1-Corriente de Proyecto:

<i>Máquinas</i>	<i>Número de Máquina</i>	<i>Corriente en régimen [A]</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Corriente Total [A]</i>
Soldadora MIC	13	10,5	3	21
Soldadora MIC	15	20	1	20
Cortadora de plasma manual	27	53	1	53

$$I_B = 94 [A]$$

2-Elección de la sección S a partir de I_z

Las condiciones en la que se procederá al cálculo serán para un conductor colocado sobre una superficie de cemento dentro de una zanja con dos cables multipolares en su interior

$$\text{Con lo que } I_z \geq I_B \quad I_z = I_z' \cdot \chi_f \cdot \chi_t \geq I_B \quad I_z' = \frac{I_B}{\chi_c}$$

Donde χ_c representa el factor de corrección para agrupamiento de más de un circuito.

En este caso el valor es: $f_c = 0,85$ dos circuitos sobre pared o piso.

$$I_{z'} = \frac{I_B}{f_c} = \frac{94 [A]}{0,85} = 110.6 [A] \cong 111 [A]$$

Seleccionaremos conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC

Sección $S = 50 [mm^2]$ 1(3x50+1x25)+PE

$$I_{adm} = 125 [A] \geq I_B$$

$$I_z = I_{adm} \times f_c = 125 [A] \times 0,85 = 106 [A] \geq I_B$$

3-Corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$I_B \leq I_n \leq I_z$ Con los valores anteriormente calculados

$$94 [A] \leq I_n \leq 106 [A]$$

Se seleccionó de catálogo Schneider sistema multi 9

Interruptor Termomagnético Automático C120N características son:

$$I_n = 100 [A]$$

Tetrapolar (4x100[A])

Capacidad de ruptura $I_c = 10000 [A]$

Curva C

Clase de limitación 3

4-Verificación de la protección por sobrecarga

$I_2 \leq 1,45 I_z$ (Intensidad de corriente de operación o disparo seguro del interruptor)

$I_2 \leq 1,45 I_n$ (Intensidad de corriente de disparo seguro de la protección contra sobrecarga)

Si $I_B \leq I_n \leq I_z$ seguramente $I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$

Los interruptores termomagnéticos están diseñados para proteger conductores.

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

Considerando el conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC l=27[m]

Sección $S = 50 \text{ [mm}^2\text{]} \text{ } 1(3 \times 50 + 1 \times 25) + \text{PE}$

$$R_{50-20^\circ\text{C}} = 0,387 \left[\frac{\Omega}{\text{km}} \right] \text{ y } \alpha_{cu} = 0.00393 \frac{L}{^\circ\text{C}}$$

$$R_{35-45^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} [1 + \alpha_{cu}(T_{45^\circ\text{C}} - 25^\circ\text{C})]$$

$$R_{50-45^\circ\text{C}} = 0,387 [1 + 0,00393(20)] = 0,417 \left[\frac{\Omega}{\text{km}} \right]$$

$$R_3 = 0,027[\text{m}] \times 0,417 \left[\frac{\Omega}{\text{km}} \right] = 0.0112 \text{ } [\Omega] \text{ entonces } Z_3 \cong R_3$$

El valor en el tablero seccional 1 será: $z_{Ts1} = z_{ant} + Z_1 + Z_2 + Z_3 = 0,10502 \text{ } [\Omega]$

$$\text{Por lo que } I''_{kTs1} = \frac{380 \text{ [V]}}{0,10502[\Omega] \times 1,73} = 2089 \text{ [A]} \leq I_c = 10000 \text{ [A]}$$

6-Verificación por máxima exigencia térmica.

Para corrientes de corto circuito que duren $0,1 \text{ [s]} < t < 5 \text{ [s]}$ se calcula de la siguiente manera

$$S \geq \frac{I''_{kTSG} \times \sqrt{t}}{k} \text{ Donde}$$

k= factor de corrección que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor.

S= sección del conductor

$$S \geq \frac{2340 \text{ [A]} \times \sqrt{0,1 \text{ [S]}}}{115} = 6,43 \text{ [mm}^2\text{]} \leq 50 \text{ [mm}^2\text{]}$$

7-Verificación de la actuación de la protección por $I''_{k \min}$.

En este caso la $I''_{k \min}$ es al final del CS es decir que deberá actuar la protección por corriente de cortocircuito del interruptor del TP.

En este caso deberá ser I_c y como el dispositivo corresponde a una curva C tendremos que verificar también que

Entonces

$$\begin{aligned} I_c &> I''_{KTS G} \\ 10000 [A] &> 2340[A] \\ 10xI_n &< I''_{KTS 1} \\ 10x100 &= 1000[A] < 2089[A] \end{aligned}$$

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

Por ser un circuito seccional tomamos $\Delta U = 1 \%$, $\Delta U = 3,8 \text{ V}$

La situación más desfavorable es cuando arranca el motor, es decir

$I_{arr} = 6 \times I_n$ motor

$$I_{Taldadro} = 2,27[A] \quad I_{arr} = 13,62[A]$$

La corriente de arranque total será: $I_{arr \text{ total}} = 13,62[A]$

La corriente total será $I_{T'} = I_B - I_{Taldadro} = 91,73[A]$

Con lo que la corriente final total será $I_T = I_{arr \text{ total}} + I_{T'} = 105,65 [A]$

Finalmente la caída de tensión no deberá superar los 3,8 [V]

$$\Delta U = 1,73xI_Txlx1(R_{90^\circ C} \cos \phi + Xsen\phi)$$

$$\Delta U = 1,73 \times 105,65 \times 0,02 \times (1,112 \times 0,3 + 0,102 \times 0,95) = 1,57[V] < 3,8[V]$$

9-Verificación por secciones mínimas

Para la sección del circuito seccional deberá verificar que sea mayor que 2,5 [mm²]

10-Conductor de protección

La sección del conductor de protección dependerá de la sección de los conductores de fase de la instalación, como en este caso se trata de conductor 1.(3x50+1x25) aislación PVC la sección del conductor de protección será $S_{PE} = 25 [mm^2]$

3.3.3 Cálculo del circuito Seccional 2

1-Corriente de Proyecto

<i>Máquinas</i>	<i>Número de Máquina</i>	<i>Corriente en régimen [A]</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Corriente Total [A]</i>
Soldadora MIC	13	10,5	1	10,5
Soldadora MIC	15	20	1	20
Cortadora de plasma manual	27	53	1	53
Amoladora de Pie	33	4,5	1	4,5
Sensitiva	19	6,13	1	6,13

$$I_B = 95 [A]$$

2-Elección de la sección S a partir de I_z

Las condiciones en la que se procederá al cálculo serán para un conductor colocado sobre una superficie de cemento dentro de una zanja con dos cables multipolares en su interior uno correspondiente al circuito seccional 1 y el otro al circuito seccional 2.

Con lo que $I_z \geq I_B$ $I_z = I_z' \cdot x f_c \cdot x f_t \geq I_B$ $I_z' = \frac{I_B}{f_c}$

Donde f_c representa el factor de corrección para agrupamiento de más de un circuito.

En este caso el valor es: $f_c = 0,85$ dos circuitos sobre pared o piso.

$$I_z' = \frac{I_B}{f_c} = \frac{95[A]}{0,85} = 111,76 [A] \cong 112 [A]$$

Seleccionaremos conductor multipolar IRAM 2178 aislación XLPE

Sección $S = 50 [mm^2] 1(3x50+1x25)+PE$

$$I_{adm} = 125 [A] \geq I_B$$

$$I_Z = I_{adm} \times f_c = 125 [A] \times 0,85 = 106[A] \geq I_B$$

3-Corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$I_B \leq I_n \leq I_Z$ Con los valores anteriormente calculados

$$95 [A] \leq I_n \leq 106[A]$$

Se seleccionó de catálogo Schneider sistema multi 9

Interruptor Termomagnético Automático C120N. Sus características son:

$$I_n = 100 [A]$$

Tetrapolar (4x100[A])

Capacidad de ruptura $I_c = 10000 [A]$

Curva C

Clase de limitación 3

4-Verificación de la protección por sobrecarga

$I_2 \leq 1,45 I_Z$ (Intensidad de corriente de operación o disparo seguro del interruptor)

$I_2 \leq 1,45 I_n$ (Intensidad de corriente de disparo seguro de la protección contra sobrecarga)

Si $I_B \leq I_n \leq I_Z$ seguramente $I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$

Los interruptores termomagnéticos están diseñados para proteger conductores.

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

Considerando el conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC l=40[m]

Sección $S = 50 [mm^2] 1(3x50+1x25)+PE$

$$R_{50-20^{\circ}C} = 0,387 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \quad \text{y} \quad \alpha_{cu} = 0,00393 \frac{L}{^{\circ}C}$$

$$R_{50-45^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} [1 + \alpha_{cu}(T_{45^{\circ}C} - 25^{\circ}C)]$$

$$R_{50-45^{\circ}C} = 0,387 [1 + 0,00393(20)] = 0,417 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_4 = 0,04[m] \times 0,417 \left[\frac{\Omega}{km} \right] = 0,0168 [\Omega] \quad \text{entonces} \quad Z_4 \cong R_4$$

El valor en el tablero seccional 2 será: $z_{TS2} = z_{ant} + Z_1 + Z_2 + Z_4 = 0,11062 [\Omega]$

$$\text{Por lo que } I''_{kTS2} = \frac{380 [V]}{0,11062[\Omega] \times 1,73} = 1986[A] \leq I_c = 10000[A]$$

6-Verificación por máxima exigencia térmica

Para corrientes de cortocircuito que duren $0,1 [s] < t < 5 [s]$ se calcula de la siguiente manera

$$S \geq \frac{I''_{kTS2} \sqrt{t}}{k} \quad \text{Donde}$$

k= factor de corrección que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor.

S= sección del conductor

$$S \geq \frac{2340 [A] \times \sqrt{0,1 [S]}}{115} = 6,43 [mm^2] \leq 50 [mm^2]$$

7-Verificación de la actuación de la protección por $I''_{k \min}$.

En este caso la $I''_{k \min}$ es al final del CS, es decir que deberá actuar la protección por corriente de cortocircuito del interruptor del TP.

En este caso deberá ser I_c y como el dispositivo corresponde a una curva C tendremos que verificar también que

Entonces

$$I_c > I''_{KTSG}$$

$$10000 [A] > 2340[A]$$

$$10xI_n < I''_{KTS2}$$

$$10x100 = 1000[A] < 1986[A]$$

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

Por ser un circuito seccional tomamos $\Delta U = 1 \%$, $\Delta U = 3,8 \text{ V}$

La situación más desfavorable es cuando arranca el motor, es decir

$I_{arr} = 6 \times I_n$ motor

$$I_{Amoladora} = 4,5[A] \quad I_{arr} = 27[A]$$

$$I_{sensitiva} = 6,5[A] \quad I_{arr} = 39[A]$$

La corriente de arranque total será: $I_{arr\ total} = 66[A]$

La corriente total será $I_T = I_B - I_{sensitiva} - I_{Amoladora} = 84[A]$

Con lo que la corriente final total será $I_T = I_{arr\ total} + I_T = 150 [A]$

Finalmente la caída de tensión no deberá superar los 3,8 [V]

$$\Delta U = 1,73xI_Txlx1(R_{90^\circ C} \cos \phi + Xsen\phi)$$

$$\Delta U = 1,73 \times 150 \times 0,03 \times (1,112 \times 0,3 + 0,102 \times 0,95) = 3,35[V] < 3,8[V]$$

9-Verificación por secciones mínimas

Para la sección del circuito seccional deberá verificar que sea mayor que 2,5 [mm²]

10-Conductor de protección

La sección del conductor de protección dependerá de la sección de los conductores de fase de la instalación, como en este caso se trata de conductor 1.(3x50+1x25) aislación PVC la sección del conductor de protección será $S_{PE} = 25 [mm^2]$

3.3.4 Cálculo del circuito Terminal 3-5-6

1-Corriente de Proyecto

<i>Máquinas</i>	<i>Número de Máquina</i>	<i>Corriente en régimen [A]</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Corriente Total [A]</i>
Soldadora MIC	15	20	1	20
Amoladora	37	11	1	11
Taladro	34	4,54	1	4,54

$$I_B = 36 [A]$$

2-Elección de la sección S a partir de I_z

Las condiciones en la que se procederá al cálculo serán para un conductor colocado sobre una superficie de cemento dentro de una zanja con dos cables multipolares en su interior. Uno correspondiente al circuito terminal 3 y el otro al circuito terminal 4.

Con lo que $I_z \geq I_B$ $I_z = I_z' \cdot x_{f_c} \cdot x_{f_t} \geq I_B$ $I_z' = \frac{I_B}{f_c}$

Donde f_c representa el factor de corrección para agrupamiento de más de un circuito.

En este caso el valor es: $f_c = 0,85$ dos circuitos sobre pared o piso.

$$I_z' = \frac{I_B}{f_c} = \frac{36[A]}{0,85} = 42,35 [A] \cong 43 [A]$$

Seleccionaremos conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC

Sección $S = 10 [mm^2]$ 1(3x10+1x10)+PE

$$I_{adm} = 50 [A] \geq I_B$$

$$I_z = I_{adm} \cdot x_{f_c} = 50 [A] \cdot 0,85 = 42,5[A] \geq I_B$$

3-Corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$I_B \leq I_n \leq I_z$ Con los valores anteriormente calculados

$$36 [A] \leq I_n \leq 42,5[A]$$

Se seleccionó de catálogo Schneider sistema multi 9

Interruptor Termomagnético Automático C60N características son:

$$I_n = 40 [A]$$

Tetrapolar (4x40[A])

Capacidad de ruptura $I_C = 6000 [A]$

Curva C

Clase de limitación 3

4-Verificación de la protección por sobrecarga

$I_2 \leq 1,45 I_Z$ (Intensidad de corriente de operación o disparo seguro del interruptor)

$I_2 \leq 1,45 I_n$ (Intensidad de corriente de disparo seguro de la protección contra sobrecarga)

Si $I_B \leq I_n \leq I_Z$ seguramente $I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$

Los interruptores termomagnéticos están diseñados para proteger conductores.

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

Considerando el conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC l=20[m]

Sección $S = 10 [mm^2]$ 1(3x10+1x10)+PE

$$R_{10-20^\circ C} = 1,91 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \quad \text{y} \quad \alpha_{cu} = 0,00393 \frac{L}{^\circ C}$$

$$R_{10-45^\circ C} = R_{20^\circ C} [1 + \alpha_{cu}(T_{45^\circ C} - 25^\circ C)]$$

$$R_{10-45^\circ C} = 1,91 [1 + 0,00393(20)] = 2,06 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_5 = 0,02 [m] \times 2,06 \left[\frac{\Omega}{km} \right] = 0,0412 [\Omega] \quad \text{entonces} \quad Z_5 \cong R_5$$

El valor en el tablero será: $Z_{TT3/5/6} = Z_{ant} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_5 = 0,1518 [\Omega]$

$$\text{Por lo que } I''_{KTT3/5/6} = \frac{380 [V]}{0,1518 [\Omega] \times 1,73} = 1445 [A] \leq I_C = 6000 [A]$$

6-Verificación por máxima exigencia térmica.

Para corrientes de corto circuito que duren $0,1 [s] < t < 5 [s]$ se calcula de la siguiente manera

$$S \geq \frac{I''_{kTS1} x \sqrt{t}}{k} \quad \text{Donde}$$

k = factor de corrección que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor.

S = sección del conductor

$$S \geq \frac{2089 [A] x \sqrt{0,1 [S]}}{115} = 5,7 [mm^2] \leq 10 [mm^2]$$

7-Verificación de la actuación de la protección por $I''_{k \min}$.

En este caso la $I''_{k \min}$ es al final del CS es decir que deberá actuar la protección por corriente de cortocircuito del interruptor del TP.

En este caso deberá ser I_c y como el dispositivo corresponde a una curva C tendremos que verificar también que

Entonces

$$\begin{aligned} I_c &> I''_{kTS1} \\ 6000 [A] &> 2089 [A] \\ 10xI_n &< I''_{kTT3/5/6} \\ 10x40 &= 400 [A] < 1445 [A] \end{aligned}$$

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

Por ser un circuito terminal con motores en régimen tomamos $\Delta U = 5 \%$, $\Delta U = 19 [V]$ teniendo en cuenta que aguas arriba la caída total es $\Delta U = 2 \%$ entonces $\Delta U = 3\%$, $\Delta U = 11,4 [V]$ para los motores es régimen normal. Para los motores durante el arranque se

deberá verificar que $\Delta U = 15 \%$, $\Delta U = 57 \text{ [V]}$ pero teniendo en cuenta lo dicho anteriormente $\Delta U = 13 \%$, $\Delta U = 49,4 \text{ [V]}$

$$\Delta U = 1,73 \times I_T \times l \times 1 (R_{70^\circ C} \cos \phi + X \sin \phi)$$

$$\Delta U = 1,73 \times 36 \times 0,02 \times (2,29 \times 0,85 + 0,086 \times 0,53) = 2,48 \text{ [V]} < 11,4 \text{ [V]}$$

La situación más desfavorable es cuando arranca el motor, es decir

$$I_{arr} = 6 \times I_n \text{ motor}$$

$$I_{Amoladora} = 11 \text{ [A]} \quad I_{arr} = 66 \text{ [A]}$$

$$I_{taladro} = 4,54 \text{ [A]} \quad I_{arr} = 28 \text{ [A]}$$

$$\text{La corriente de arranque total será: } I_{arr \text{ total}} = 94 \text{ [A]}$$

$$\text{La corriente total será } I_T = I_B - I_{taladro} - I_{Amoladora} = 20,46 \text{ [A]}$$

$$\text{Con lo que la corriente final total será } I_T = I_{arr \text{ total}} + I_T = 114,46 \cong 115 \text{ [A]}$$

Finalmente la caída de tensión no deberá superar los 57 [V] durante el arranque

$$\Delta U = 1,73 \times I_T \times l \times 1 (R_{70^\circ C} \cos \phi + X \sin \phi)$$

$$\Delta U = 1,73 \times 115 \times 0,02 \times (2,29 \times 0,3 + 0,086 \times 0,95) = 3,05 \text{ [V]} < 49,4 \text{ [V]}$$

9-Verificación por secciones mínimas

Para la sección del circuito deberá verificar que sea mayor que 2,5 [mm²]

10-Conductor de protección

La sección del conductor de protección dependerá de la sección de los conductores de fase de la instalación, como en este caso se trata de conductor 1.(3x10+1x10) aislación PLC la sección del conductor de protección será $S_{PE} = 10 \text{ [mm}^2\text{]}$

3.3.5 Cálculo del circuito Terminal 8-9

1-Corriente de Proyecto:

<i>Máquinas</i>	<i>Número de Máquina</i>	<i>Corriente en régimen [A]</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Corriente Total [A]</i>
Soldadora MIC	15	20	1	20
Amoladora	37	11	1	11
Taladro	34	4,54	1	4,54

$$I_B = 36 [A]$$

2-Elección de la sección S a partir de I_z

Las condiciones en la que se procederá al cálculo serán para un conductor colocado sobre una superficie de cemento dentro de una zanja con dos cables multipolares en su interior uno correspondiente al circuito terminal 8 y el otro al circuito terminal 9

$$\text{Con lo que } I_z \geq I_B \quad I_z = I_z' \cdot x_{f_c} \cdot x_{f_t} \geq I_B \quad I_z' = \frac{I_B}{f_c}$$

Donde f_c representa el factor de corrección para agrupamiento de más de un circuito.

En este caso el valor es: $f_c = 0,85$ dos circuitos sobre pared o piso.

$$I_z' = \frac{I_B}{f_c} = \frac{36[A]}{0,85} = 42,35 [A] \cong 43 [A]$$

Seleccionaremos conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC

Sección $S = 10 [mm^2]$ 1(3x10+1x10)+PE

$$I_{adm} = 50 [A] \geq I_B$$

$$I_z = I_{adm} \cdot x_{f_c} = 50 [A] \cdot 0,85 = 42,5[A] \geq I_B$$

3-Corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$I_B \leq I_n \leq I_z$ Con los valores anteriormente calculados

$$36 [A] \leq I_n \leq 42,5[A]$$

Se seleccionó de catálogo Schneider sistema multi 9

Interruptor Termomagnético Automático C60N características son:

$$I_n = 40 [A]$$

Tetrapolar (4x40[A])

Capacidad de ruptura $I_c = 6000 [A]$

Curva C

Clase de limitación 3

4-Verificación de la protección por sobrecarga

$I_2 \leq 1,45 I_Z$ (Intensidad de corriente de operación o disparo seguro del interruptor)

$I_2 \leq 1,45 I_n$ (Intensidad de corriente de disparo seguro de la protección contra sobrecarga)

Si $I_B \leq I_n \leq I_Z$ seguramente $I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$

Los interruptores termomagnéticos están diseñados para proteger conductores.

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

Considerando el conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC l=30[m]

Sección $S = 10 [mm^2]$ 1(3x10+1x10)+PE

$$R_{10-20^\circ C} = 1,91 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \quad \text{y} \quad \alpha_{cu} = 0,00393 \frac{L}{^\circ C}$$

$$R_{10-45^\circ C} = R_{20^\circ C} [1 + \alpha_{cu}(T_{45^\circ C} - 25^\circ C)]$$

$$R_{10-45^\circ C} = 1,91 [1 + 0,00393(20)] = 2,06 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_6 = 0,03 [m] \times 2,06 \left[\frac{\Omega}{km} \right] = 0,0618 [\Omega] \quad \text{entonces} \quad Z_5 \cong R_5$$

El valor en el tablero será: $Z_{TT8/9} = Z_{ant} + Z_1 + Z_2 + Z_4 + Z_6 = 0,1462 [\Omega]$

$$\text{Por lo que } I''_{KTT8/9} = \frac{380 [V]}{0,1462 [\Omega] \times 1,73} = 1502 [A] \leq I_c = 6000 [A]$$

6-Verificación por máxima exigencia térmica.

Para corrientes de corto circuito que duren $0,1 [s] < t < 5 [s]$ se calcula de la siguiente manera

$$S \geq \frac{I''_{kTS2} x \sqrt{t}}{k} \quad \text{Donde}$$

k = factor de corrección que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor.

S = sección del conductor

$$S \geq \frac{1986 [A] x \sqrt{0,1 [S]}}{115} = 5,46 [mm^2] \leq 10 [mm^2]$$

7-Verificación de la actuación de la protección por $I''_{k \min}$.

En este caso la $I''_{k \min}$ es al final del CS es decir que deberá actuar la protección por corriente de cortocircuito del interruptor del TP.

En este caso deberá ser I_c y como el dispositivo corresponde a una curva C tendremos que verificar también que

Entonces

$$\begin{aligned} I_c &> I''_{kTS2} \\ 6000 [A] &> 1986 [A] \\ 10xI_n &< I''_{kTT8/9} \\ 10x40 &= 400 [A] < 1502 [A] \end{aligned}$$

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

Por ser un circuito terminal con motores en régimen tomamos $\Delta U = 5 \%$, $\Delta U = 19 [V]$ teniendo en cuenta que aguas arriba la caída total es $\Delta U = 2 \%$ entonces $\Delta U = 3\%$, $\Delta U = 11,4 [V]$ para los motores es régimen normal. Para los motores durante el arranque se

deberá verificar que $\Delta U = 15 \%$, $\Delta U = 57 \text{ [V]}$ pero teniendo en cuenta lo dicho anteriormente $\Delta U = 13 \%$, $\Delta U = 49,4 \text{ [V]}$

$$\Delta U = 1,73 x I_T x l x 1 (R_{70^{\circ}C} \cos \phi + X \text{sen} \phi)$$

$$\Delta U = 1,73 x 36 x 0,03 x (2,29 x 0,85 + 0,086 x 0,53) = 3,72 \text{ [V]} < 11,4 \text{ [V]}$$

La situación más desfavorable es cuando arranca el motor, es decir

$$I_{arr} = 6 x I_n \text{ motor}$$

$$I_{Amoladora} = 11 \text{ [A]} \quad I_{arr} = 66 \text{ [A]}$$

$$I_{taladro} = 4,54 \text{ [A]} \quad I_{arr} = 28 \text{ [A]}$$

$$\text{La corriente de arranque total será: } I_{arr \text{ total}} = 94 \text{ [A]}$$

$$\text{La corriente total será } I_T = I_B - I_{taladro} - I_{Amoladora} = 20,46 \text{ [A]}$$

$$\text{Con lo que la corriente final total será } I_T = I_{arr \text{ total}} + I_T = 114,46 \cong 115 \text{ [A]}$$

Finalmente la caída de tensión no deberá superar los 57 [V] durante el arranque

$$\Delta U = 1,73 x I_T x l x 1 (R_{70^{\circ}C} \cos \phi + X \text{sen} \phi)$$

$$\Delta U = 1,73 x 115 x 0,03 x (2,29 x 0,3 + 0,086 x 0,95) = 1,43 \text{ [V]} < 49,4 \text{ [V]}$$

9-Verificación por secciones mínimas

Para la sección del circuito deberá verificar que sea mayor que 2,5 [mm²]

10-Conductor de protección

La sección del conductor de protección dependerá de la sección de los conductores de fase de la instalación, como en este caso se trata de conductor 1.(3x10+1x10) aislación PLC la sección del conductor de protección será $S_{PE} = 10 \text{ [mm}^2\text{]}$

3.3.6 Cálculo del circuito Terminal 10

1-Corriente de Proyecto

<i>Máquinas</i>	<i>Número de Máquina</i>	<i>Corriente en régimen [A]</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Corriente Total [A]</i>
Puente grúa	41	10,65	1	10,65

$$I_B = 10,65 \approx 11 [A]$$

2-Elección de la sección S a partir de I_Z

Las condiciones en la que se procederá al cálculo serán para un conductor colocado sobre una superficie de cemento dentro de una zanja con dos cables multipolares en su interior uno correspondiente al circuito terminal 10 y el otro al circuito terminal 11.

Tomamos $I_B = 20[A]$ por posibles modificaciones del motor.

$$\text{Con lo que } I_Z \geq I_B \quad I_Z = I_{Z'} \times f_c \times f_t \geq I_B \quad I_{Z'} = \frac{I_B}{f_c}$$

Donde f_c representa el factor de corrección para agrupamiento de más de un circuito.

En este caso el valor es: $f_c = 0,85$ dos circuitos sobre pared o piso.

$$I_{Z'} = \frac{I_B}{f_c} = \frac{20[A]}{0,85} = 23,52 [A] \cong 24 [A]$$

Seleccionaremos conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC

$$\text{Sección } S = 4 [mm^2] 1(3 \times 4 + 1 \times 4) + PE$$

$$I_{adm} = 28 [A] \geq I_B$$

$$I_Z = I_{adm} \times f_c = 28 [A] \times 0,85 = 23,8[A] \geq I_B$$

3-Corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$I_B \leq I_n \leq I_Z$ Con los valores anteriormente calculados

$$20 [A] \leq I_n \leq 23,8[A]$$

Como no se encuentra disponible ninguna protección en ese rango, entonces se selecciona una nueva sección del conductor:

$$\text{Sección } S = 6 [mm^2] 1(3x6+1x6)+PE$$

$$I_{adm} = 36 [A] \geq I_B$$

$$I_Z = I_{adm} \times f_c = 36 [A] \times 0,85 = 30,6 [A] \geq I_B$$

$$20 [A] \leq I_n \leq 30,6 [A]$$

Se seleccionó de catálogo Schneider sistema multi 9 Interruptor Termomagnético Automático C60N características son:

$$I_n = 25 [A]$$

Tetrapolar (4x25[A])

Capacidad de ruptura $I_C = 6000 [A]$

Curva C

Clase de limitación 3

4-Verificación de la protección por sobrecarga

$I_2 \leq 1,45 I_Z$ (Intensidad de corriente de operación o disparo seguro del interruptor)

$I_2 \leq 1,45 I_n$ (Intensidad de corriente de disparo seguro de la protección contra sobrecarga)

Si $I_B \leq I_n \leq I_Z$ seguramente $I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$

Los interruptores termomagnéticos están diseñados para proteger conductores.

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

Considerando el conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC l=25[m]

$$\text{Sección } S = 6 [mm^2] 1(3x6+1x6)+PE$$

$$R_{6-20^\circ C} = 3.3 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \text{ y } \alpha_{cu} = 0.00393 \frac{L}{^\circ C}$$

$$R_{6-45^\circ C} = R_{20^\circ C} [1 + \alpha_{cu} (T_{45^\circ C} - 25^\circ C)]$$

$$R_{6-45^{\circ}C} = 3,3[1 + 0,00393(20)] = 3,55 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_6 = 0.025[m] \times 3,55 \left[\frac{\Omega}{km} \right] = 0.088 [\Omega] \text{ entonces } Z_7 \cong R_7$$

El valor en el tablero será: $Z_{TT10} = z_{ant} + Z_1 + Z_2 + Z_7 = 0,1818 [\Omega]$

Por lo que $I''_{KTT10} = \frac{380 [V]}{0,1818[\Omega] \times 1,73} = 1206[A] \leq I_c = 6000[kA]$

6-Verificación por máxima exigencia térmica.

Para corrientes de corto circuito que duren $0,1 [s] < t < 5 [s]$ se calcula de la siguiente manera

$$S \geq \frac{I''_{KTS} \times \sqrt{t}}{k} \quad \text{Donde}$$

k= factor de corrección que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor.

S= sección del conductor

$$S \geq \frac{2340 [A] \times \sqrt{0,1 [S]}}{115} = 6,43[mm^2] \geq 6 [mm^2] \text{ no verifica}$$

Seleccionamos Sección $S = 10 [mm^2]$ 1(3x10+1x10)+PE

$$I_{adm} = 50 [A] \geq I_B$$

$$I_Z = I_{adm} \times f_c = 50 [A] \times 0,85 = 42,5[A] \geq I_B$$

$$20 [A] \leq I_n \leq 42,5[A]$$

Se seleccionó de catálogo Schneider sistema multi 9 Interruptor Termomagnético Automático C60N características son:

$$I_n = 32 [A]$$

Tetrapolar (4x32[A])

Capacidad de ruptura $I_c = 6000 [A]$

Curva C Clase de limitación 3

$$R_{10-20^{\circ}C} = 1,91 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \quad \text{y} \quad \alpha_{cu} = 0.00393 \frac{L}{^{\circ}C}$$

$$R_{10-45^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} [1 + \alpha_{cu}(T_{45^{\circ}C} - 25^{\circ}C)]$$

$$R_{10-45^{\circ}C} = 1,91x[1 + 0,00393(20)] = 2,06 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_{10} = 0.025[m]x 2,06 \left[\frac{\Omega}{km} \right] = 0.0515 [\Omega] \quad \text{entonces} \quad Z_7 \cong R_7$$

El valor en el tablero será: $Z_{TT10} = z_{ant} + Z_1 + Z_2 + Z_7 = 0,1453 [\Omega]$

$$\text{Por lo que } I''_{KTT10} = \frac{380 [V]}{0,1453[\Omega] x 1,73} = 1510[A] \leq I_c = 6000[A]$$

7-Verificación de la actuación de la protección por $I''_{k \min}$.

En este caso la $I''_{k \min}$ es al final del CS es decir que deberá actuar la protección por corriente de cortocircuito del interruptor del TP.

En este caso deberá ser I_c y como el dispositivo corresponde a una curva C tendremos que verificar también que

Entonces

$$\begin{aligned} I_c &> I''_{KTSG} \\ 6000 [A] &> 2340[A] \\ 10xI_n &< I''_{KTT10} \\ 10x40 &= 400[A] < 1510[A] \end{aligned}$$

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

Por ser un circuito terminal con motores en régimen tomamos $\Delta U = 5 \%$, $\Delta U = 19 [V]$ teniendo en cuenta que aguas arriba la caída total es $\Delta U = 1 \%$ entonces $\Delta U = 4\%$, $\Delta U = 15,2 [V]$ para los motores es régimen normal. Para los motores durante el arranque se deberá verificar que $\Delta U = 15 \%$, $\Delta U = 57 [V]$ pero teniendo en cuenta lo dicho anteriormente $\Delta U = 14 \%$, $\Delta U = 53,2 [V]$

$$\Delta U = 1,73xI_Txlx1(R_{70^{\circ}C} \cos \phi + Xsen\phi)$$

$$\Delta U = 1,73 \times 20 \times 0,025 \times (2,29 \times 0,85 + 0,086 \times 0,53) = 1,72[V] < 15,2[V]$$

La situación más desfavorable es cuando arranca el motor, es decir

$I_{arr} = 6 \times I_n$ motor

$$I_{Puede\ grua} = 20[A] \quad I_{arr} = 120[A]$$

La corriente de arranque total será: $I_{arr\ total} = 120[A]$

La corriente total será $I_T = I_B - I_{Puede\ Grua} = 0[A]$

Con lo que la corriente final total será $I_T = I_{arr\ total} + I_T = 120 [A]$

Finalmente la caída de tensión no deberá superar los 53,2 [V] durante el arranque

$$\Delta U = 1,73xI_Txlx1(R_{70^{\circ}C} \cos \phi + Xsen\phi)$$

$$\Delta U = 1,73 \times 120 \times 0,025 \times (2,29 \times 0,3 + 0,086 \times 0,95) = 3,98[V] < 53,2[V]$$

9-Verificación por secciones mínimas

Para la sección del circuito deberá verificar que sea mayor que 2,5 [mm²]

10-Conductor de protección

La sección del conductor de protección dependerá de la sección de los conductores de fase de la instalación, como en este caso se trata de conductor 1.(3x10+1x10) aislación PLC la sección del conductor de protección será $S_{PE} = 10 [mm^2]$

3.3.7 Cálculo del circuito Terminal 12

1-Corriente de Proyecto

<i>Máquinas</i>	<i>Número de Máquina</i>	<i>Corriente en régimen [A]</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Corriente Total [A]</i>
Cabina de pintura	40	11,4	1	11,4

$$I_B = 11,4 \approx 15 [A]$$

2-Elección de la sección S a partir de I_Z

Las condiciones en la que se procederá al cálculo serán para un conductor colocado sobre una superficie de cemento dentro de una zanja con dos cables multipolares en su interior uno correspondiente al circuito terminal 10 y el otro al circuito terminal 11.

Tomamos $I_B = 20[A]$ por posibles modificaciones del motor.

$$\text{Con lo que } I_Z \geq I_B \quad I_Z = I_{Z'} \times f_c \times f_t \geq I_B \quad I_{Z'} = \frac{I_B}{f_c}$$

Donde f_c representa el factor de corrección para agrupamiento de más de un circuito.

En este caso el valor es: $f_c = 0,85$ dos circuitos sobre pared o piso.

$$I_{Z'} = \frac{I_B}{f_c} = \frac{15[A]}{0,85} = 17,64 [A] \cong 18 [A]$$

Seleccionaremos conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC

Sección $S = 2,5 [mm^2] 1(3 \times 2,5 + 1 \times 2,5) + PE$

$$I_{adm} = 21 [A] \geq I_B$$

$$I_Z = I_{adm} \times f_c = 21 [A] \times 0,85 = 17,85[A] \geq I_B$$

3-Corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$I_B \leq I_n \leq I_Z$ Con los valores anteriormente calculados

$$15 [A] \leq I_n \leq 17,85[A]$$

Se seleccionó de catálogo Schneider sistema multi 9 Interruptor Termomagnetico Automático C60N características son:

$$I_n = 16 [A]$$

Tetrapolar (4x16[A])

$$\text{Capacidad de ruptura } I_c = 6000 [A]$$

Curva C

Clase de limitación 3

4-Verificación de la protección por sobrecarga

$$I_2 \leq 1,45 I_Z \quad (\text{Intensidad de corriente de operación o disparo seguro del interruptor})$$

$$I_2 \leq 1,45 I_n \quad (\text{Intensidad de corriente de disparo seguro de la protección contra sobrecarga})$$

$$\text{Si } I_B \leq I_n \leq I_Z \quad \text{seguramente } I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Los interruptores termomagnéticos están diseñados para proteger conductores.

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

Considerando el conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC l=25[m]

$$\text{Sección } S = 2,5 [mm^2] \quad 1(3 \times 2,5 + 1 \times 2,5) + PE$$

$$R_{2,5-20^\circ C} = 7,98 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \quad \text{y} \quad \alpha_{cu} = 0,00393 \frac{L}{^\circ C}$$

$$R_{2,5-45^\circ C} = R_{20^\circ C} [1 + \alpha_{cu} (T_{45^\circ C} - 25^\circ C)]$$

$$R_{2,5-45^\circ C} = 7,98 [1 + 0,00393(20)] = 8,6 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_{2,5} = 0,025 [m] \times 8,6 \left[\frac{\Omega}{km} \right] = 0,21 [\Omega] \quad \text{entonces } Z_8 \cong R_8$$

$$\text{El valor en el tablero será: } z_{TT12} = z_{ant} + Z_1 + Z_2 + Z_8 = 0,309 [\Omega]$$

$$\text{Por lo que } I''_{KTT10} = \frac{380 [V]}{0,309 [\Omega] \times 1,73} = 710 [A] \leq I_c = 6000 [A]$$

6-Verificación por máxima exigencia térmica.

Para corrientes de corto circuito que duren $0,1 [s] < t < 5 [s]$ se calcula de la siguiente manera

$$S \geq \frac{I''_{kTSG} \sqrt{t}}{k} \quad \text{Donde}$$

k = factor de corrección que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor.

S = sección del conductor

$$S \geq \frac{2340 [A] \sqrt{0,1 [S]}}{115} = 6,43 [mm^2] \geq 6 [mm^2] \text{ no verifica}$$

Seleccionamos Sección $S = 10 [mm^2] 1(3 \times 10 + 1 \times 10) + PE$

$$I_{adm} = 50 [A] \geq I_B$$

$$I_Z = I_{adm} \times f_c = 50 [A] \times 0,85 = 42,5 [A] \geq I_B$$

$$20 [A] \leq I_n \leq 42,5 [A]$$

Se seleccionó de catálogo Schneider sistema multi 9 Interruptor Termomagnético Automático C60N características son:

$$I_n = 32 [A]$$

Tetrapolar (4x32[A])

$$\text{Capacidad de ruptura } I_C = 6000 [A]$$

Curva C

Clase de limitación 3

$$R_{10-20^\circ C} = 1,91 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \quad \text{y} \quad \alpha_{cu} = 0,00393 \frac{L}{^\circ C}$$

$$R_{10-45^\circ C} = R_{20^\circ C} [1 + \alpha_{cu} (T_{45^\circ C} - 25^\circ C)]$$

$$R_{10-45^\circ C} = 1,91 \times [1 + 0,00393(20)] = 2,06 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_8 = 0.025[m] \times 2,06 \left[\frac{\Omega}{km} \right] = 0.0515 [\Omega] \text{ entonces } Z_8 \cong R_8$$

El valor en el tablero será: $Z_{TT10} = z_{ant} + Z_1 + Z_2 + Z_8 = 0,1453 [\Omega]$

Por lo que $I''_{KTT12} = \frac{380 [V]}{0,1453[\Omega] \times 1,73} = 1510[A] \leq I_c = 6000[A]$

7-Verificación de la actuación de la protección por $I''_{k \min}$.

En este caso la $I''_{k \min}$ es al final del CS es decir que deberá actuar la protección por corriente de cortocircuito del interruptor del TP.

En este caso deberá ser I_c y como el dispositivo corresponde a una curva C tendremos que verificar también que

Entonces

$$\begin{aligned} I_c &> I''_{KTSG} \\ 6000 [A] &> 2340[A] \\ 10 \times I_n &< I''_{KTT12} \\ 10 \times 40 &= 400[A] < 1510[A] \end{aligned}$$

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

Por ser un circuito terminal con motores en régimen tomamos $\Delta U = 5 \%$, $\Delta U = 19 [V]$ teniendo en cuenta que aguas arriba la caída total es $\Delta U = 1 \%$ entonces $\Delta U = 4\%$, $\Delta U = 15,2 [V]$ para los motores es régimen normal. Para los motores durante el arranque se deberá verificar que $\Delta U = 15 \%$, $\Delta U = 57 [V]$ pero teniendo en cuenta lo dicho anteriormente $\Delta U = 14 \%$, $\Delta U = 53,2 [V]$

$$\Delta U = 1,73 \times I_T \times l \times 1 (R_{70^\circ C} \cos \phi + X \sin \phi)$$

$$\Delta U = 1,73 \times 15 \times 0,025 \times (2,29 \times 0,85 + 0,086 \times 0,53) = 1,29[V] < 15,9[V]$$

La situación más desfavorable es cuando arranca el motor, es decir

$$I_{arr} = 6 \times I_n \text{ motor}$$

$$I_{Cabinas de Pintura} = 15[A] \qquad I_{arr} = 90[A]$$

La corriente de arranque total será: $I_{arr \text{ total}} = 90[A]$

La corriente total será $I_{T'} = I_B - I_{Puen\tilde{t}e\ Grua} = 0[A]$

Con lo que la corriente final total será $I_T = I_{arr\ total} + I_{T'} = 90 [A]$

Finalmente la caída de tensión no deberá superar los 53,2 [V] durante el arranque

$$\Delta U = 1,73xI_Txlx1(R_{70^{\circ}C} \cos \phi + Xsen\phi)$$

$$\Delta U = 1,73 x 90 x 0,025 x (2,29 x 0,3 + 0,086 x 0,95) = 2,99[V] < 53,2[V]$$

9-Verificación por secciones mínimas

Para la sección del circuito deberá verificar que sea mayor que 2,5 [mm²]

10-Conductor de protección

La sección del conductor de protección dependerá de la sección de los conductores de fase de la instalación, como en este caso se trata de conductor 1.(3x10+1x10) aislación PLC la sección del conductor de protección será $S_{PE} = 10 [mm^2]$

3.3.8 Cálculo del circuito Terminal 4

1-Corriente de Proyecto

<i>Máquinas</i>	<i>Número de Máquina</i>	<i>Corriente en régimen [A]</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Corriente Total [A]</i>
Soldadora MIC	15	20	1	20
Cortadora de plasma manual	27	53	1	53

$$I_B = 73 [A] \cong 75[A]$$

2-Elección de la sección S a partir de I_z

Las condiciones en la que se procederá al cálculo serán para un conductor colocado sobre una superficie de cemento dentro de una zanja con dos cables multipolares en su interior uno correspondiente al circuito terminal 3 y el otro al circuito terminal 4.

$$\text{Con lo que } I_z \geq I_B \quad I_z = I_z' \cdot f_c \cdot f_t \geq I_B \quad I_z' = \frac{I_B}{f_c}$$

Donde f_c representa el factor de corrección para agrupamiento de más de un circuito.

En este caso el valor es: $f_c = 0,85$ dos circuitos sobre pared o piso.

$$I_z' = \frac{I_B}{f_c} = \frac{75[A]}{0,85} = 88,23 [A] \cong 90 [A]$$

Seleccionaremos conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC

Sección $S = 35 [mm^2] 1(3 \times 35 + 1 \times 16) + PE$

$$I_{adm} = 104 [A] \geq I_B$$

$$I_z = I_{adm} \cdot f_c = 104 [A] \cdot 0,85 = 88,4 [A] \geq I_B$$

3-Corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$I_B \leq I_n \leq I_z$ Con los valores anteriormente calculados

$$75 [A] \leq I_n \leq 88,4 [A]$$

Se seleccionó de catálogo Schneider sistema multi 9 Interruptor Termomagnético Automático C120N características son:

$$I_n = 80 [A]$$

Tetrapolar (4x80[A])

Capacidad de ruptura $I_C = 10000 [A]$

Curva C

Clase de limitación 3

4-Verificación de la protección por sobrecarga

$I_2 \leq 1,45 I_Z$ (Intensidad de corriente de operación o disparo seguro del interruptor)

$I_2 \leq 1,45 I_n$ (Intensidad de corriente de disparo seguro de la protección contra sobrecarga)

Si $I_B \leq I_n \leq I_Z$ seguramente $I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$

Los interruptores termomagnéticos están diseñados para proteger conductores.

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

Considerando el conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC l=20[m]

Sección $S = 35 [mm^2] 1(3 \times 35 + 1 \times 16) + PE$

$$R_{35-20^\circ C} = 0,524 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \quad \text{y} \quad \alpha_{cu} = 0,00393 \frac{L}{^\circ C}$$

$$R_{35-45^\circ C} = R_{20^\circ C} [1 + \alpha_{cu} (T_{45^\circ C} - 25^\circ C)]$$

$$R_{35-45^\circ C} = 0,524 [1 + 0,00393 (20)] = 0,56 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_9 = 0,02[m] \times 0,56 \left[\frac{\Omega}{km} \right] = 0,0112 [\Omega] \quad \text{entonces} \quad Z_9 \cong R_9$$

El valor en el tablero será: $Z_{TT4} = Z_{ant} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_9 = 0,1162 [\Omega]$

$$\text{Por lo que } I''_{KTT4} = \frac{380 [V]}{0,1162 [\Omega] \times 1,73} = 1888 [A] \leq I_c = 10000 [A]$$

6-Verificación por máxima exigencia térmica.

Para corrientes de corto circuito que duren $0,1 [s] < t < 5 [s]$ se calcula de la siguiente manera

$$S \geq \frac{I''_{kTS1} x \sqrt{t}}{k} \quad \text{Donde}$$

k = factor de corrección que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor.

S = sección del conductor

$$S \geq \frac{2089 [A] \sqrt{0,1 [S]}}{115} = 5,7 [mm^2] \leq 35 [mm^2]$$

7-Verificación de la actuación de la protección por $I''_{k \min}$.

En este caso la $I''_{k \min}$ es al final del CS es decir que deberá actuar la protección por corriente de cortocircuito del interruptor del TP.

En este caso deberá ser I_c y como el dispositivo corresponde a una curva C tendremos que verificar también que

Entonces

$$\begin{aligned} I_c &> I''_{KTS1} \\ 10000 [A] &> 2089 [A] \\ 10xI_n &< I''_{KTT4} \\ 10x80 = 800 [A] &< 1888 [A] \end{aligned}$$

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

Por ser un circuito terminal tomamos $\Delta U = 3 \%$, $\Delta U = 11,4 [V]$ teniendo en cuenta que aguas arriba la caída total es $\Delta U = 2 \%$ entonces $\Delta U = 1\%$, $\Delta U = 3,8 [V]$

$$\Delta U = 1,73 x I_T x l x 1 (R_{70^\circ C} \cos \phi + X \sin \phi)$$

$$\Delta U = 1,73 x 75 x 0,02 x (0,663 x 0,85 + 0,076 x 0,53) = 1,56 [V] < 3,8 [V]$$

9-Verificación por secciones mínimas

Para la sección del circuito deberá verificar que sea mayor que $2,5 [mm^2]$

10-Conductor de protección

La sección del conductor de protección dependerá de la sección de los conductores de fase de la instalación, como en este caso se trata de conductor 1.(3x35+1x16) aislación PLC la sección del conductor de protección será $S_{PE} = 16 [mm^2]$

3.3.9 Cálculo del circuito Terminal 7

1-Corriente de Proyecto

<i>Máquinas</i>	<i>Número de Máquina</i>	<i>Corriente en régimen [A]</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Corriente Total [A]</i>
Soldadora MIC	15	20	1	20
Cortadora de plasma manual	27	53	1	53

$$I_B = 73 [A] \cong 75[A]$$

2-Elección de la sección S a partir de I_Z

Las condiciones en la que se procederá al cálculo serán para un conductor colocado sobre una superficie de cemento dentro de una zanja con la posibilidad de que en la misma se coloque un conductor para alimentar en caso de falla a la otra nave industrial.

$$\text{Con lo que } I_Z \geq I_B \quad I_Z = I_{Z'} \cdot X_{f_c} \cdot X_{f_t} \geq I_B \quad I_{Z'} = \frac{I_B}{f_c}$$

Donde f_c representa el factor de corrección para agrupamiento de más de un circuito.

En este caso el valor es: $f_c = 0,85$ dos circuitos sobre pared o piso.

$$I_{Z'} = \frac{I_B}{f_c} = \frac{75[A]}{0,85} = 88,23 [A] \cong 90 [A]$$

Seleccionaremos conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC

Sección $S = 35 [mm^2]$ 1(3x35+1x16)+PE

$$I_{adm} = 104 [A] \geq I_B$$

$$I_Z = I_{adm} x f_c = 104 [A] x 0,85 = 88,4[A] \geq I_B$$

3-Corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$I_B \leq I_n \leq I_Z$ Con los valores anteriormente calculados

$$75 [A] \leq I_n \leq 88,4[A]$$

Se seleccionó de catálogo Schneider sistema multi 9

Interruptor Termomagnético Automático C120N características son:

$$I_n = 80 [A]$$

Tetrapolar (4x80[A])

Capacidad de ruptura $I_c = 10000 [A]$

Curva C

Clase de limitación 3

4-Verificación de la protección por sobrecarga

$I_2 \leq 1,45 I_Z$ (Intensidad de corriente de operación o disparo seguro del interruptor)

$I_2 \leq 1,45 I_n$ (Intensidad de corriente de disparo seguro de la protección contra sobrecarga)

Si $I_B \leq I_n \leq I_Z$ seguramente $I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$

Los interruptores termomagnéticos están diseñados para proteger conductores.

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

Considerando el conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC l=20[m]

Sección $S = 35 [mm^2]$ 1(3x35+1x16)+PE

$$R_{35-20^\circ C} = 0,524 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \quad \text{y} \quad \alpha_{cu} = 0,00393 \frac{L}{^\circ C}$$

$$R_{35-45^\circ C} = R_{20^\circ C} [1 + \alpha_{cu} (T_{45^\circ C} - 25^\circ C)]$$

$$R_{35-45^\circ C} = 0,524 [1 + 0,00393 (20)] = 0,56 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_{10} = 0.015[m] \times 0,56 \left[\frac{\Omega}{km} \right] = 0.0084[\Omega] \text{ entonces } Z_{10} \cong R_{10}$$

El valor en el tablero será: $Z_{TT7} = Z_{ant} + Z_1 + Z_2 + Z_4 + Z_{10} = 0,1190 [\Omega]$

Por lo que $I''_{KTT7} = \frac{380 [V]}{0,1190[\Omega] \times 1,73} = 1845[A] \leq I_c = 10000[A]$

6-Verificación por máxima exigencia térmica.

Para corrientes de corto circuito que duren $0,1 [s] < t < 5 [s]$ se calcula de la siguiente manera

$$S \geq \frac{I''_{KTS2} \times \sqrt{t}}{k} \quad \text{Donde}$$

k = factor de corrección que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor.

S = sección del conductor

$$S \geq \frac{1986 [A] \times \sqrt{0,1 [S]}}{115} = 5,7[mm^2] \leq 35 [mm^2]$$

7-Verificación de la actuación de la protección por $I''_{k \min}$.

En este caso la $I''_{k \min}$ es al final del CS es decir que deberá actuar la protección por corriente de cortocircuito del interruptor del TP.

En este caso deberá ser I_c y como el dispositivo corresponde a una curva C tendremos que verificar también que

Entonces

$$\begin{aligned} I_c &> I''_{KTS2} \\ 10000 [A] &> 1986[A] \\ 10 \times I_n &< I''_{KTT7} \\ 10 \times 80 &= 800[A] < 1845[A] \end{aligned}$$

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

Por ser un circuito terminal tomamos $\Delta U = 3 \%$, $\Delta U = 11,4$ [V] teniendo en cuenta que aguas arriba la caída total es $\Delta U = 2 \%$ entonces $\Delta U = 1\%$, $\Delta U = 3,8$ [V]

$$\Delta U = 1,73xI_TxLx1(R_{70^{\circ}C} \cos \phi + Xsen\phi)$$

$$\Delta U = 1,73 x 75 x 0,015 x (0,663 x 0,85 + 0,076x 0,53) = 1,18[V] < 3,8[V]$$

9-Verificación por secciones mínimas

Para la sección del circuito deberá verificar que sea mayor que $2,5$ [mm²]

10-Conductor de protección

La sección del conductor de protección dependerá de la sección de los conductores de fase de la instalación, como en este caso se trata de conductor 1.(3x35+1x16) aislación PLC la sección del conductor de protección será $S_{PE} = 16$ [mm²]

3.3.10 Cálculo del circuito Terminal 11-13

1-Corriente de Proyecto

Cálculo de la iluminación

Dimensiones:

$$a=20$$
 [m]

$$b=53$$
 [m]

$$H=7.5$$
 [m]

$$h=H-0,85=6.65$$
 [m]

$$\text{Superficie útil}=A= 1060$$
 [m²]

Actividad a iluminar: sala de armado, soldadura, mecánica

Illuminancia media nominal: 250 [lux]

Para calcular el número de luminarias se procederá de la siguiente manera

$$n = \frac{1,25 \times E_m \times A}{\phi_L \times \mu_B}$$

n = cantidad de lamparas

1,25 = Factor de incremento

E_m = Iluminancia media

A = Superficie util

ϕ_L = Flujo luminoso

μ_B = Rendimiento

Seleccionamos Lámpara de bajo consumo de 105 [W] cuyo datos son:

$\phi_L = 5340 [lm]$

$\mu_B = 0.8$

$$n = \frac{1,25 \times 250 [lux] \times 1060 [m^2]}{5340 [lm] \times 0.8} = 77.5 \cong 78$$

Colocaremos 78 lámparas las cuales se comandaran 39 desde el tablero 13 y 39 desde el tablero 11. Así mismo se repartirá en cada tablero en tres fases, en la que quedarán 13 lámparas en cada una.

<i>Máquinas</i>	<i>Número de Máquina</i>	<i>Corriente en régimen [A]</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Corriente Total [A]</i>
Soldadora MIC	15	20	1	20
Iluminación	42	0,61	13	7,93
Taladro de Mano	34	4,5		4,5

$$I_B = 32,5 \approx 33 [A]$$

2-Elección de la sección S a partir de I_z

Las condiciones en la que se procederá al cálculo serán para un conductor colocado sobre una superficie de cemento dentro de una zanja con dos cables multipolares en su interior.

Tomamos $I_B = 33[A]$.

Con lo que $I_z \geq I_B$ $I_z = I_z' \cdot x_{f_c} \cdot x_{f_t} \geq I_B$ $I_z' = \frac{I_B}{f_c}$

Donde f_c representa el factor de corrección para agrupamiento de más de un circuito.

En este caso el valor es: $f_c = 0,85$ dos circuitos sobre pared o piso.

$$I_z' = \frac{I_B}{f_c} = \frac{33[A]}{0,85} = 38,82 [A] \cong 39 [A]$$

Seleccionaremos conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC

Sección $S = 10 [mm^2]$ 1(3x10+1x10)+PE

$$I_{adm} = 28 [A] \geq I_B$$

$$I_z = I_{adm} \cdot x_{f_c} = 50 [A] \cdot 0,85 = 42,5[A] \geq I_B$$

3-Corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$I_B \leq I_n \leq I_z$ Con los valores anteriormente calculados

$$33 [A] \leq I_n \leq 42,5[A]$$

Se seleccionó de catálogo Schneider sistema multi 9 Interruptor Termomagnético Automático C60N características son:

$$I_n = 40 [A]$$

Tetrapolar (4x40[A])

Capacidad de ruptura $I_c = 6000$ [A]

Curva C

Clase de limitación 3

4-Verificación de la protección por sobrecarga

$I_2 \leq 1,45 I_Z$ (Intensidad de corriente de operación o disparo seguro del interruptor)

$I_2 \leq 1,45 I_n$ (Intensidad de corriente de disparo seguro de la protección contra sobrecarga)

Si $I_B \leq I_n \leq I_Z$ seguramente $I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$

Los interruptores termomagnéticos están diseñados para proteger conductores.

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

Considerando el conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC l=15[m]

Sección $S = 10$ [mm^2] 1(3x10+1x10)+PE

$$R_{10-20^\circ C} = 31,91 \left[\frac{\Omega}{km} \right] \quad \text{y} \quad \alpha_{cu} = 0.00393 \frac{L}{^\circ C}$$

$$R_{10-45^\circ C} = R_{20^\circ C} [1 + \alpha_{cu}(T_{45^\circ C} - 25^\circ C)]$$

$$R_{10-45^\circ C} = 1,91 [1 + 0,00393(20)] = 2,06 \left[\frac{\Omega}{km} \right]$$

$$R_{11} = 0.015[m] \times 2,06 \left[\frac{\Omega}{km} \right] = 0.030 [\Omega] \quad \text{entonces} \quad Z_{11} \cong R_{11}$$

El valor en el tablero será: $Z_{TT10} = z_{ant} + Z_1 + Z_2 + Z_{11} = 0,1238$ [Ω]

$$\text{Por lo que } I''_{KTT11-13} = \frac{380 [V]}{0,1238[\Omega] \times 1,73} = 1772 [A] \leq I_c = 6000 [kA]$$

6-Verificación por máxima exigencia térmica.

Para corrientes de corto circuito que duren $0,1 [s] < t < 5 [s]$ se calcula de la siguiente manera

$$S \geq \frac{I''_{kTSG} x \sqrt{t}}{k} \quad \text{Donde}$$

k = factor de corrección que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor.

S = sección del conductor

$$S \geq \frac{2340 [A] x \sqrt{0,1 [S]}}{115} = 6,43 [mm^2] \leq 10 [mm^2]$$

7-Verificación de la actuación de la protección por $I''_{k \min}$.

En este caso la $I''_{k \min}$ es al final del CS es decir que deberá actuar la protección por corriente de cortocircuito del interruptor del TP.

En este caso deberá ser I_c y como el dispositivo corresponde a una curva C tendremos que verificar también que

Entonces

$$\begin{aligned} I_c &> I''_{kTSG} \\ 6000 [A] &> 2340 [A] \\ 10xI_n &< I''_{kTT11-13} \\ 10x40 = 400 [A] &< 1772 [A] \end{aligned}$$

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

Por ser un circuito terminal tomamos $\Delta U = 3 \%$, $\Delta U = 11,4 [V]$ teniendo en cuenta que aguas arriba la caída total es $\Delta U = 1 \%$ entonces $\Delta U = 2\%$, $\Delta U = 7,6 [V]$. Pero por ser un circuito terminal con motores en régimen tomamos $\Delta U = 5 \%$, $\Delta U = 19 [V]$ teniendo en cuenta que aguas arriba la caída total es $\Delta U = 1 \%$ entonces $\Delta U = 4\%$, $\Delta U = 15,2 [V]$ para los motores es régimen normal. Para los motores durante el arranque se

deberá verificar que $\Delta U = 15 \%$, $\Delta U = 57 \text{ [V]}$ pero teniendo en cuenta lo dicho anteriormente $\Delta U = 14 \%$, $\Delta U = 53,2 \text{ [V]}$

$$\Delta U = 1,73 \times I_T \times l \times 1 (R_{70^\circ C} \cos \phi + X \sin \phi)$$

$$\Delta U = 1,73 \times 33 \times 0,025 \times (2,29 \times 0,85 + 0,086 \times 0,53) = 1,7 \text{ [V]} < 15,2 \text{ [V]}$$

La situación más desfavorable es cuando arranca el motor, es decir

$$I_{arr} = 6 \times I_n \text{ motor}$$

$$I_{\text{Taladro}} = 4,5 \text{ [A]} \quad I_{arr} = 27 \text{ [A]}$$

La corriente de arranque total será: $I_{arr \text{ total}} = 27 \text{ [A]}$

La corriente total será $I_T = I_B - I_{\text{Punte Grua}} = 28,5 \text{ [A]}$

Con lo que la corriente final total será $I_T = I_{arr \text{ total}} + I_T = 55,5 \text{ [A]}$

Finalmente la caída de tensión no deberá superar los 53,2 [V] durante el arranque

$$\Delta U = 1,73 \times I_T \times l \times 1 (R_{70^\circ C} \cos \phi + X \sin \phi)$$

$$\Delta U = 1,73 \times 55,5 \times 0,015 \times (2,29 \times 0,3 + 0,086 \times 0,95) = 1,84 \text{ [V]} < 53,2 \text{ [V]}$$

9-Verificación por secciones mínimas

Para la sección del circuito deberá verificar que sea mayor que 2,5 [mm²]

10-Conductor de protección

La sección del conductor de protección dependerá de la sección de los conductores de fase de la instalación, como en este caso se trata de conductor 1.(3x10+1x10) aislación PLC la sección del conductor de protección será $S_{PE} = 10 \text{ [mm}^2\text{]}$.

A continuación se presentará una planilla en donde se detallará los materiales y el precio de cada uno de ellos.

		Denominación: Instalación Eléctrica	
Fecha de emisión: / /			
DESCRIPCION	TOT AL	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Tablero principal clase II	1	1922,9	1922,9
Interruptor Automático Termomagnetico Caja moldeable VL 160/3VL2	2	2687	5374
Interruptor Automático Termomagnetico C120N Tetrapolar (4x100[A])	4	2373	9492
Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x25[A]) C60N	1	417,92	417,92
Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x16[A]) C60N	3	417,92	1253,76
Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x40[A]) C60N	5	552,56	2762,8
Interruptor Automático Diferencial Clase AC 125[A] 300[mA] Tetrapolar	2	4458	8916
Interruptor Automático Diferencial 40[A] 300[mA] Tetrapolar	2	952,86	1905,72
Interruptor Automático Diferencial 63 [A] 300[mA] Tetrapolar	1	1648,56	1648,56
Toma Corriente Empotrables en tablero 16 [A] 220 [V]	48	63,8	3062,4
Toma Corriente Empotrables en tablero 32 [A] 380 [V]	48	126,63	6078,24
Toma Corriente Empotrables en tablero 63 [A] 380 [V]	2	443,52	887,04
Tablero seccional clase II con espacio para 5 termomagneticas tetrapolares	1	631,52	631,52
Tablero con espacio para 4 tomas y 4 termomagneticas bipolar	2	784,8	1569,6
Interruptor Automático Termomagnetico Tetrapolar (4x80[A]) C120N	2	2278	4556
Tablero con espacio para 8 tomas	5	557,6	2788
Tablero con espacio para 9 tomas	2	628,78	1257,56
Tablero con espacio para 4 tomas y 3 termomagneticas bipolar	2	784,8	1569,6

Tablero con espacio para 1 interruptor termomagnético tetrapolar	2	328	656
Interruptor Automático Termomagnético bipolar (2x16[A]) C60N	6	169,52	1017,12
Lámparas bajo consumo de 105 [W]	78	289,35	22569,3
Luminarias en forma de campana	78	645,83	50374,74
Conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC 1(3x50+1x25) +25	50	257,7	12885
Conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC 1(3x70+1x35)+35	20	300	6000
Conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC 1(3x10+1x10) +10	200	63,27	12654
Conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC 1(3x35+1x16)+16	40	194,51	7780,4
Transformador de intensidad 150[A]/5[A]	3	178,45	535,35
Instrumento Multi medidor PM200	1	2384	2384
Conductor multipolar IRAM 2178 aislación PVC 1(1x2,5+1x2,5) +2,5	300	8,66	2598
TOTAL: \$			175547,53

Tabla 2. Computos de materiales.

En los planos N°8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 se presentarán los esquemas unifilares correspondientes.

DISTRIBUCION DE AIRE COMPRESION

4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

En la siguiente sección se procederá al diseño y cálculo de la instalación de aire comprimido, que a diferencia de los otros cálculos realizados en las distintas secciones, se hará para la etapa final, la que comprende la totalidad de la ampliación y construcción de las naves industriales.

La distribución tendrá una configuración cerrada y un solo anillo con sus correspondientes bajadas a los puntos de utilización. El criterio principal sería que las distancias recorridas sean las más cortas, disminuyendo cantidades de caño, accesorios, y por lo tanto una notable reducción de costos y de pérdida de carga.

Así mismo el tendido está diseñado con el objetivo de almacenar en puntos estratégicamente ubicados el condensado producto de la humedad contenida en el aire y de esta manera extraerlo de la instalación por medio de colectores de agua.

La ubicación del compresor a tornillo, del tanque pulmón y planta de secado de aire, se detallará en el plano N° 17. Se eligió esta ubicación, ya que este sector exterior, se encuentra fuera de los límites establecidos de construcción y ya está declarado en los planos municipales. Desde allí inicia la distribución de aire comprimido hacia el interior de la fábrica, la cual irá en un solo caño que llevará todo el caudal hasta el comienzo del anillo.

Este sistema tiene la ventaja de poseer mayor flexibilidad a la hora de realizar algún tipo de mantenimiento o sacar de servicio alguna parte de la misma. Esta red alimentará entre otras cosas, amoladoras manuales, atornillador, pistolas de pintura, cortadora de plasma manual, pantógrafo y pistolas de limpieza. Para alimentar las zonas de armado que se encuentran en el medio de la nave se realizará (en el momento en que sea necesario) por medio de mangueras, las cuales irán por el interior de la canalización utilizada y detallada en la sección de este proyecto dedicada a la instalación eléctrica.

La cañería será en su totalidad de polipropileno debido a que en la actualidad las instalaciones de aire comprimido están hechas en su totalidad de este material. Serán pintadas de color celeste en toda su extensión y transportada por ménsulas cuando el

recorrido esté próximo a las paredes. Las bajadas serán tomadas de la parte superior del caño para evitar que el condensado ingrese en el flujo de aire que alimenta las máquinas. Toda la instalación está diseñada para que la caída de presión desde el tanque pulmón hasta cualquier unidad FRL dentro de la planta, no tome valores que pudieran perjudicar el funcionamiento normal de los equipos (menor al 3%).

A continuación se procederá a explicar en las memorias correspondientes el desarrollo y cálculo detallado de la distribución de aire comprimido.

4.2 MEMORIA TÉCNICA

Partiendo del caudal requerido para abastecer cada punto de consumo y considerando el factor de utilización de cada máquina, se determinó el caudal total necesario para la planta. A este resultado se le agregó un porcentaje contemplando pérdidas y futuras incorporaciones arrojando un valor de cálculo de $Q = 2,33 \left[\frac{Nm^3}{min} \right]$ a una presión $P = 7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$.

Como primer objetivo de cálculo y mediante la utilización de los datos de caudal y presión se definió para cada sector el consumo del mismo. Luego se realizó en el Lay-Out la traza de la instalación teniendo en cuenta la instalación existente. Seguidamente se verificó si la cañería utilizada en la actualidad podría soportar los valores de caudal establecidos, verificando al mismo tiempo que la caída de presión en todo el recorrido no supere el 3 %. Como se trata de una distribución en anillo, la sección del caño deberá ser la misma.

Así mismo también se verificó que las velocidades máximas del flujo de aire no superen las velocidades máximas permitidas para cañerías principales ($V_{m\acute{a}x} = 8 \left[\frac{m}{s} \right]$), cañerías secundarias ($V_{m\acute{a}x} = 10 \text{ a } 15 \left[\frac{m}{s} \right]$) y cañerías de servicio ($V_{m\acute{a}x} = 15 \text{ a } 20 \left[\frac{m}{s} \right]$).

En la siguiente tabla se indicarán los diámetros y características de cada tramo de caño, recordemos que el material de las cañerías de toda la instalación será de polipropileno cuya denominación es PN 16.

Línea	Tramo	Diámetro [pulg]	Espesor[mm]	D _{int} [mm]	Longitud [m]
Principal	A-B	1 1/2	8,6	45,8	12
Secundaria	B-D-E	1 1/2	8,6	45,8	110
	B-H-E	1 1/2	8,6	45,8	110
Servicio	1	1	4,4	23,2	4
	2	1	4,4	23,2	4
	3	1	4,4	23,2	4
	4	1	4,4	23,2	4
	5	1/2	2,7	14,59	4
	6	1/2	2,7	14,59	4
	7	1/2	2,7	14,59	4
	8	1/2	2,7	14,59	4
	9	1/2	2,7	14,59	4
	10	1/2	2,7	14,59	4
	11	1/2	2,7	14,59	4
	12	1/2	2,7	14,59	4
	13	1/2	2,7	14,59	4
	14	1/2	2,7	14,59	4

Tabla 1. Cañerías

A partir de los caños considerados se procede a la selección de sus respectivos accesorios, para lo cual se consideró lo siguiente: el tramo 1, tiene los mismos valores de pérdidas de carga que el tramo 2-3 y 4, por lo tanto éstos no aparecerán en la tabla. De la misma manera se consideró el tramo 5 el cual al ser del mismo diámetro que las bajadas restantes, posee los mismos valores de pérdida de carga.

Es importante aclarar que parte del tramo B-D-E, más específicamente el tramo B-C, es la instalación que hoy se encuentra instalada en la planta, para una mayor comprensión de lo explicado anteriormente, se podrá observar en el plano el trazado de la misma.

A continuación se presenta la tabla:

Tramo	Accesorio	Cantidad	L_{eq} unitaria [m]	L_{eq} [m]	L_{eq} total [m]
A-B	Válvula esférica	1	0,26	0,26	
	Curva 90°	8	1,24	9,92	
	"T" Paso recto	2	0,67	1,34	11,52
B-D-E	Válvula esférica	1	0,26	0,26	
	Curva 90°	2	1,24	2,48	
	"T" Paso recto	1	0,67	0,67	3,41
B-H-E	Curva 90°	4	1,24	4,96	
	Válvula esférica	2	0,26	0,52	
	"T" Paso derivación	1	2,46	2,46	
				0	7,94
1	Válvula esférica	2	0,17	0,34	
	"T" Paso derivación	2	1,81	3,62	
	Curva 90°	2	0,79	1,58	
	Reducción 1 1/2" a 1"	1	1,5	1,5	7,04
5	Válvula esférica	2	0,1	0,2	
	"T" Paso derivación	2	1	2	
	Curva 90°	2	0,52	1,04	
	Reducción 1 1/2" a 1/2"	1	2,17	2,17	5,41

Tabla 2. Accesorios.

Una vez concluida la selección de todas las cañerías de la instalación y sus accesorios se procede a la selección del compresor y su respectivo tanque pulmón mediante cálculos que serán presentados en la memoria correspondiente. El secador de aire será el mismo que hoy se encuentra instalado, debido a que cumple con las condiciones necesarias, cuyas características son:

Secador de Aire (Air Dryers)	
MODELO	LW 20 AC
PRESIÓN	10 [kg/cm ²]
CAUDAL	2,6 [Nm ³ /min]
POTENCIA	3 [Hp]

Tabla 3. Datos técnicos del secador de aire.

COMPRESOR KAESER	
MODELO	ASK 35
PRESIÓN	7,5 [bar]
CAUDAL	3,5 [Nm ³ /min]
MOTOR	25 [kW]

Tabla 3. Datos técnicos del compresor.

El volumen total del tanque pulmón será de 750 l, cuyo cálculo se presentará en la memoria correspondiente. En el anexo se mostrará con una representación la manera en que se realizara las conexiones necesarias para cumplir con el volumen total.

El condensado que se producirá teniendo en cuenta lo anterior será aproximadamente de

$$C = 2 \left[\frac{l}{h} \right].$$

4.3 MEMORIA DE CÁLCULO

CÁLCULO DE CONSUMOS

Los primeros cálculos a realizar fueron los del caudal consumido por cada equipo instalado en la fábrica. Como se trabaja con caudales de aire libre, en varios casos se utilizó la ecuación:

$$Q = Q_1 \cdot \left(\frac{P+1,033}{1,033} \right) \quad (1)$$

Dónde:

- Q : Litros de aire libre por minuto (aire atmosférico a presión y temperatura normales).
- Q_1 : Litros de aire comprimido por minuto.
- P : Presión del aire comprimido en $[\text{kg}/\text{cm}^2]$.

4.3.1 Punto de consumos

Pantógrafo Hypertherm Powermax 1650

$$P = 6,2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$Q = 260 \left[\frac{\text{N l}}{\text{min}} \right]$$

Para esta etapa se prevé que el corte de chapas sea una unidad de negocio, por lo tanto el pantógrafo no sólo se utilizará para trabajos internos, sino que también para trabajos a terceros. Por lo tanto el porcentaje de utilización será del 85 %

$$\left| Q = 0,221 \left[\frac{\text{N m}^3}{\text{min}} \right] \right|$$

Fresadora WURTH

Este tipo de maquina será utilizada en trabajos en donde las herramientas convencionales no se pueda utilizar por su difícil acceso, por ejemplo para trabajos en superficie como los moldes o matrices. Se utilizará el 75 % del tiempo, por lo tanto:

$$P = 7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$Q = 300 \left[\frac{l}{min} \right]$$

$$\left| Q = 0,225 \left[\frac{N m^3}{min} \right] \right|$$

Pistola de pintura

La pistola para pintura será utilizada para darle la terminación superficial final para cada máquina, el tiempo de utilización será del 50 %. Se ubicará en la cabina de pintura y sus datos son los que se detallan a continuación.

$$P = 4 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$Q = 300 \left[\frac{l}{min} \right]$$

$$\left| Q = 0,150 \left[\frac{N m^3}{min} \right] \right|$$

Pistola de limpieza

El uso de la pistola para limpieza se destinará a fines múltiples, pero principalmente se utilizará para limpiar los moldes luego de haber sido lijados. Se utilizará el 20 % el

tiempo, por lo tanto:

$$P = 4 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$Q_n = 170 \left[\frac{l}{min} \right] \times 6 = 1020 \left[\frac{l}{min} \right]$$

$$\left| Q = 0,204 \left[\frac{N \ m^3}{min} \right] \right|$$

Cortadora de plasma manual

Esta máquina será utilizada para los trabajos particulares de corte de chapas, en los que el uso del pantógrafo no se justifique o en caso de trabajos localizados puntualmente. El tiempo de utilización será del 40 %

$$P = 5,5 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$Q_n = 300 \left[\frac{l}{min} \right]$$

$$\left| Q = 0,120 \left[\frac{N \ m^3}{min} \right] \right|$$

Taladro WURTH

El mismo se utilizará para trabajos generales cuyo tiempo de utilización será del 20%, por lo tanto:

$$P = 7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$Q_n = 300 \left[\frac{l}{min} \right] \times 2 = 600 \left[\frac{l}{min} \right]$$

$$\left| Q = 0,120 \left[\frac{N \ m^3}{min} \right] \right|$$

Lijadora WURTH 5"

Debido a la actividad que se desarrolla en la fábrica el uso de lijadoras neumáticas facilitarán los trabajos de acabado superficial, mejorando la calidad del producto y los tiempos de producción. El tiempo en que se utilizarán será de 40 %

$$P = 7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$Q_n = 500 \left[\frac{l}{min} \right] \times 2 = 1000 \left[\frac{l}{min} \right]$$

$$\left| Q = 0,400 \left[\frac{N \ m^3}{min} \right] \right|$$

Llave de impacto

Esta herramienta se utilizará en el sector de armado final en donde el tiempo es un factor importante, el cual puede ser reducido considerablemente con el uso de dicha herramienta. El tiempo de utilización será del 20%

$$P = 7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$Q_n = 200 \left[\frac{l}{min} \right] \times 2 = 400 \left[\frac{l}{min} \right]$$

$$\left| Q = 0,08 \left[\frac{N \ m^3}{min} \right] \right|$$

Amoladora

Actualmente estas herramientas son eléctricas, lo cual trae aparejado un mantenimiento frecuente debido a su gran uso o en los peores de los casos, una reposición completa de la misma. Este motivo es por el que se ha elegido este tipo de herramientas. El tiempo de utilización será del 30 %

$$P = 7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$Q_n = 500 \left[\frac{l}{min} \right] \times 4 = 2000 \left[\frac{l}{min} \right]$$

$$\left| Q = 0,6 \left[\frac{Nm^3}{min} \right] \right|$$

En resumen, los consumos de cada máquina junto con las cantidades de cada una de ellas, las presiones y el correspondiente porcentaje de utilización se presentarán en la siguiente tabla:

MAQUINA/ HERRAMIENTA	Cant.	Q c/u [m ³ /min]	P [kg/cm ²]	Q [m ³ /min]	% de utilizació n	Qr [m ³ /min]
Pantógrafo Hypertherm Powermax 1650	1	0,26	6,2	0,26	0,85	0,221
Fresadora WURTH	1	0,3	7	0,3	0,75	0,225
Pistola de pintura	1	0,3	4	0,3	0,5	0,15
Pistola de limpieza	6	0,17	4	1,02	0,2	0,204
Cortadora de plasma manual	1	0,3	5,5	0,3	0,4	0,12
Taladro WURTH	2	0,3	7	0,6	0,2	0,12
Lijadora WURTH 5"	2	0,5	7	1	0,4	0,4
Llave de impacto	2	0,2	7	0,4	0,2	0,08
Amoladora	4	0,5	7	2	0,3	0,6
				Q [Nm ³ /min] 5,92		QT [Nm ³ /min] 2,12

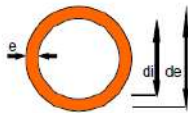
Tabla 4. Datos de consumo por máquinas.

Del caudal total vamos a considerar un 10% para una futura incorporación y para contemplar las pérdidas, por lo que se adoptó un caudal de 2,3 [Nm³/min].

4.3.2 Cálculo de cañerías

Para realizar el cálculo de la sección de las cañerías, las cuales formarán un anillo, se tuvo en cuenta que el mismo deberá de ser igual en todo su recorrido, debido a que en la actualidad existe una instalación de polipropileno que tiene una longitud de 45 metros. Se adoptará la sección de esta instalación y se verificará si cumple con las prestaciones contempladas anteriormente de caudal y presión.

La finalidad de utilizar los mismos caños es disminuir los costos de la instalación, a continuación se muestra una tabla con los distintos valores de diámetros para este tipo de cañería:



PRESION NOMINAL	Medida		de (mm.)	di (mm.)	e (mm.)	Area (cm ² .)
	(mm.)	(pulg.)				
TECNOPIPE® PN10	32	1"	32	26	3	5.31
	40	1"	40	32.6	3.7	8.35
	50	1 1/4"	50	40.8	4.6	13.07
	63	1 1/2"	63	51.4	5.8	20.75
	75	2"	75	61.2	6.9	29.42
	90	2 1/2"	90	73.6	8.2	42.54
TECNOPIPE® PN16	20	1/2"	21.6	14.59	2.70	1.67
	25	3/4"	26.8	18.24	3.40	2.61
	32	1"	33.8	23.35	4.32	4.28
	40	1"	42	29.19	5.41	6.69
	50	1 1/4"	52	36.49	6.76	10.46
	63	1 1/2"	65	45.97	8.51	16.60
	75	2"	77	54.73	10.14	23.53
TECNOPIPE® PN20	20	1/2"	20	13.2	3.4	1.37
	25	3/4"	25	16.5	4.2	2.16
	32	1"	32	21.2	5.4	3.53
	40	1"	40	26.6	6.7	5.56
	50	1 1/4"	50	33.2	8.4	8.66
	63	1 1/2"	63	42	10.5	13.85
	75	2"	75	50	12.5	19.63
	90	2 1/2"	90	60	15	28.27

Tabla 5. Diámetros de caños de polipropileno.

El primer paso para el cálculo fue adoptar la misma sección de cañería de la que hoy se encuentra instalada, según esta tabla los valores del caño utilizado son: PN 16 63 mm x 8,51mm. Este valor (diámetro nominal) junto con el de presión y caudal nos permitió

entrar en el gráfico que se muestra a continuación y obtener el valor de caída de presión lineal, el cual multiplicado por la longitud correspondiente nos arrojó el valor de caída de presión. Dicha longitud se encuentra conformada por la longitud equivalente de los accesorios y longitud del tramo considerado. Además con el valor del diámetro del caño se verificó que la velocidad se encuentre dentro del rango establecido para cada caso. Luego para el cálculo de las cañerías de servicio se procedió a calcular el diámetro correspondiente, para esta situación se utilizó el valor de a presión, caudal y diámetro y se verificó que el valor de caída de presión se encuentre dentro de los límites establecidos

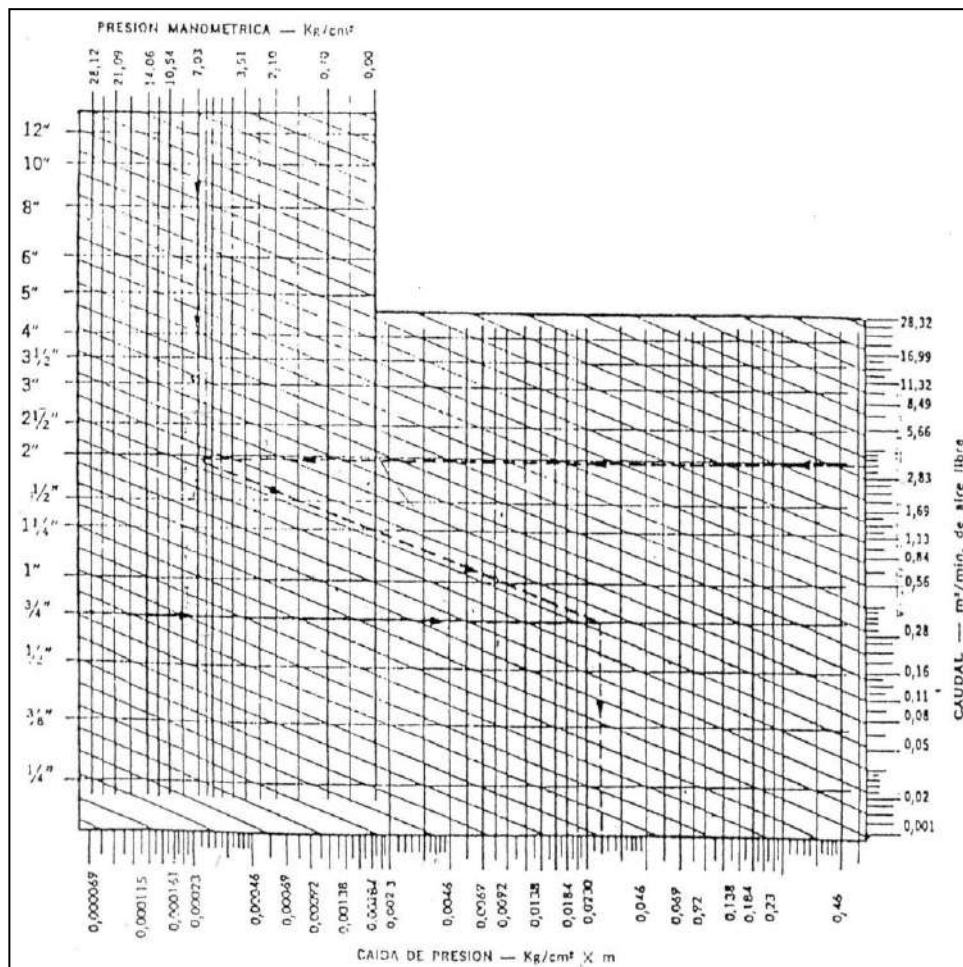


Gráfico 1. Pérdida de Carga en Cañerías.

Los caudales, presiones, pérdidas de carga porcentual, velocidad, y la sección calculada para cada tramo teniendo en cuenta la pérdida de carga de los accesorios será:

Tramo	Longitud [m]	Caudal [N m ³ /min]	Presión [kg/cm ²]	ΔP [%]	vel [m/s]	Diámetro [mm] (pulg)
A-B	12	2,33	7	0,084	2,97	63 (11/2)
B-D-E	110	3,47	7	0,46984143	4,43	63 (11/2)
B-H-E	110	3,49	7	0,48860857	4,45	63 (11/2)
1	4	0,184	7		0,90	32 (1)
2	4	0,47	7	0,03312	2,30	32 (1)
3	4	0,22	7		1,07	32 (1)
4	4	0,184	7		0,90	32 (1)
5	4	0,184	7		0,90	32 (1)
6	4	0,21	7		1,03	32 (1)
7	4	0,21	7	0,07570286	1,03	32 (1)
8	4	0,24	7	0,03226286	2,99	20 (1/2)
9	4	0,15	7	0,03764	1,87	20 (1/2)
10	4	0,35	7	0,10485429	4,36	20 (1/2)
11	4	0,16	7	0,03091857	1,99	20 (1/2)
12	4	0,184	7	0,03226286	2,29	20 (1/2)
13	4	0,184	7	0,03226286	2,29	20 (1/2)
14	4	0,184	7	0,03226286	2,29	20 (1/2)

Tabla 6. Diámetros de cañerías contemplando los accesorios.

En las celdas en el que el valor de la caída de presión no se ha establecido se debe a que estas cañerías se encuentran hoy instaladas en la fábrica y las mismas están sobredimensionadas para las características de consumos actuales.

A continuación se presenta el listado de accesorios con su longitud equivalente en [m], recordemos que se presenta solamente la pérdida de carga de los accesorios en la cañerías de servicio 1 y 5 ya que las demás se comportan de igual manera.

Tramo	Accesorio	Cantidad	L_{eq} unitaria [m]	L_{eq} [m]	L_{eq} total [m]
A-B	Válvula esférica	1	0,26	0,26	11,52
	Curva 90°	8	1,24	9,92	
	"T" Paso recto	2	0,67	1,34	
B-D-E	Válvula esférica	1	0,26	0,26	3,41
	Curva 90°	2	1,24	2,48	
	"T" Paso recto	1	0,67	0,67	
B-H-E	Curva 90°	4	1,24	4,96	7,94
	Válvula esférica	2	0,26	0,52	
	"T" Paso derivación	1	2,46	2,46	
				0	
1	Válvula esférica	2	0,17	0,34	7,04
	"T" Paso derivación	2	1,81	3,62	
	Curva 90°	2	0,79	1,58	
	Reducción 1 1/2" a 1"	1	1,5	1,5	
5	Válvula esférica	2	0,1	0,2	5,41
	"T" Paso derivación	2	1	2	
	Curva 90°	2	0,52	1,04	
	Reducción 1 1/2" a 1/2"	1	2,17	2,17	

Tabla 7. Accesorios y Longitudes Equivalentes en Cada Cañería de Servicio.

A continuación se muestra una representación en 3d de las bajadas de servicio, en donde se puede observar los accesorios anteriormente nombrados y las unidades FRL correspondiente para cada caso:

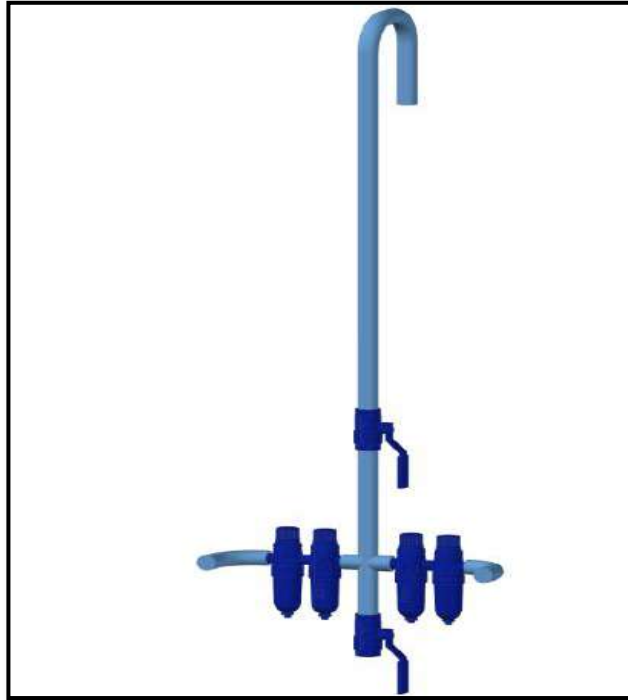


Figura 1. Representación en 3d de la bajada de servicio.

4.3.3 Cálculo y selección del tanque pulmón y compresor

Para el cálculo y selección del tanque pulmón debemos utilizar la siguiente formula, la cual tendrá en cuenta los datos siguientes:

$$\frac{V_D}{Q_C} = \frac{t}{t_0} \quad (2)$$

Dónde:

- t_0 : tiempo de operación [min].
- t : tiempo de operación por hora [min].
- Q_C : Capacidad del compresor [Nm^3/min].
- V_D : Volumen del depósito [m^3].

Como el compresor seleccionado es a tornillo, la cantidad de operaciones por hora son de 40 como máximo. Por lo que $t = \frac{60}{40} = 1,5 [min]$.

La capacidad del compresor quedo determinada de la siguiente manera:

Tomando un factor de utilización para el compresor de $\phi = 0,80$ nos queda:

$$Q_{comp} = \frac{Q}{\phi} = \frac{2,3}{0,8} \cong 3 \left[\frac{Nm^3}{min} \right]$$

Para hallar el valor de t_0 , utilizamos el coeficiente de uso del compresor y entramos en el gráfico 2 el cual, con 80% nos da $t_0 = 6 [min]$

Aplicando (2)

$$V_D = Q_C \cdot \frac{t}{t_0} = 3 \times \frac{1,5}{6} = 750 [l]$$

Teniendo en cuenta que en la actualidad el volumen del tanque pulmón es aproximadamente 400 l será necesaria la colocación de otro tanque de igual capacidad, con el fin de obtener el volumen total calculado anteriormente. Este sistema permitirá una mejor extracción del condensado y una mejor calidad de aire.

Para la selección del compresor debemos tener en cuenta la presión de trabajo y el caudal calculado para el compresor, teniendo en cuenta el coeficiente de utilización:

$$Q_{comp} = 3 \left[\frac{Nm^3}{min} \right]$$

$$P = 7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

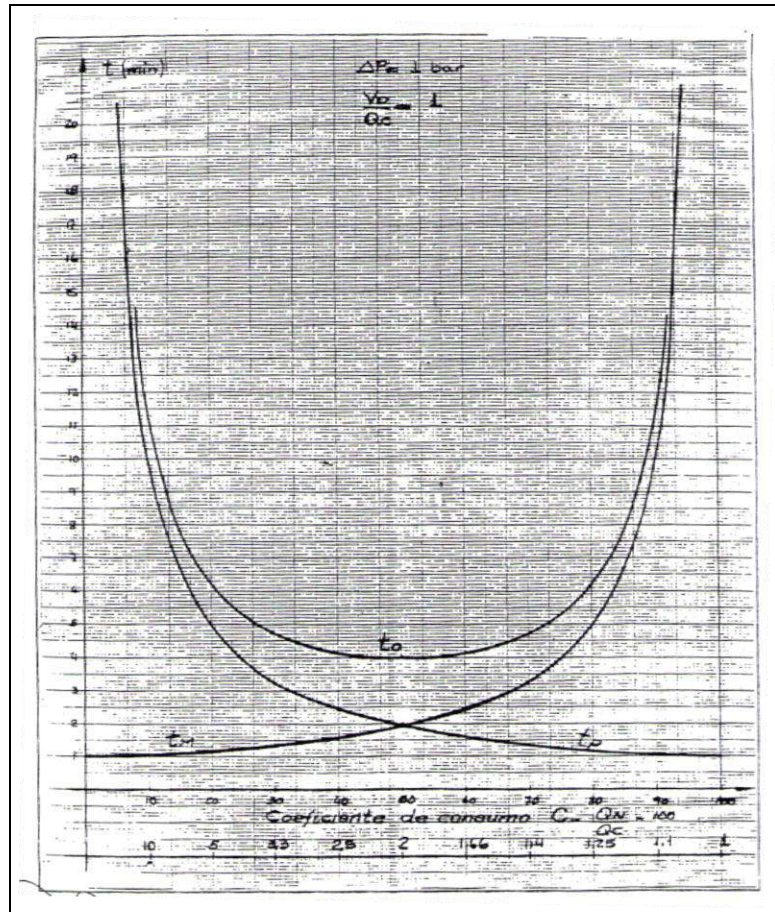


Gráfico 2. . Tiempos de Marcha y Parada en Función de C para $\Delta P = 1$.

COMPRESOR KAESER	
MODELO	ASK 35
PRESIÓN	7,5 [bar]
CAUDAL	3,5 [m ³ /min]
MOTOR	25 [kW]

Tabla 8. Selección del Compresor KAESER.



Figura 2. Compresor KAESER

4.3.4 Cálculo del condensado en el tanque pulmón

Para el siguiente cálculo se considera la ecuación

$$C = 7,2 \times 10^{-4} \cdot G \cdot \varphi \cdot (X_{si} - X_{sf}) \quad (3)$$

Dónde:

- C : Condensado [l/h].
- G : Caudal nominal aspirado por el compresor [Nm^3/min].
- φ : Porcentaje de servicio en carga del compresor [%].
- X_{si} : Humedad absoluta del aire aspirado [gr/kg de aire seco].
- X_{sf} : Humedad absoluta del aire comprimido [gr/kg de aire seco].

$$\varphi = 0,80$$

$$G = 3 \left[\frac{\text{Nm}^3}{\text{min}} \right]$$

Para presión atmosférica y 20°C se lee $X_s = 15 \left[\frac{grs}{kg} \right]$, calculando el 85% de este valor,

$$\text{resultando } X_{s_i} = 12,75 \left[\frac{grs}{kg \text{ de aire seco}} \right]$$

Luego entrando al gráfico con la presión efectiva 7kg/cm^2 , se llega a la temperatura de 20°C y se lee:

$$X_{s_f} = 1,8 \left[\frac{gr}{kg \text{ aire seco}} \right]$$

Aplicando (3)

$$C = 7,2 \times 10^{-4} \times 3 \times 85 \times (12,75 - 1,8) = 2 \left[\frac{lbs}{h} \right]$$

Para un turno laboral de 10 h, el valor del condensado formado en el tanque pulmón, de mantenerse constantes los parámetros de cálculo, será de:

$$C = 20 [l]$$

Debido a que la humedad absoluta del aire, normalmente es variable a través del día y algo menor a la considerada, el valor calculado será el máximo.