



FACULTAD REGIONAL PARANÁ

INGENIERÍA ELECROMECÁNICA

PROYECTO FINAL

***“REESTRUCTURACIÓN
DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS
DE EMPRESA METALURGICA”***

ALUMNOS:

BISANTE NICOLÁS RODRIGO

NEGRO EXEQUIEL OMAR

DOCENTES:

ING. RUHL GUSTAVO

ING. MAXIMINO NICOLÁS

AÑO 2022

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	2
INDICE DE IMÁGENES	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
AGRADECIMIENTOS	9
RESUMEN	10
ANTEPROYECTO	11
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. <i>Presentación de la empresa</i>	12
1.2. <i>Organización de la empresa</i>	13
1.3. <i>Ocupación de la empresa</i>	14
1.4. <i>Área del proyecto/Necesidad que da origen al proyecto</i>	18
1.4.1. Descripción de las líneas productivas.....	19
1.4.2. Materias primas para ambas líneas productivas.....	29
2. ESTUDIO DE MERCADO Y SECTORES AFINES	33
2.1. <i>Estudio de los sectores productivos afines</i>	33
2.1.1. Sector productivo de la construcción	34
2.1.2. Sector productivo del aluminio.....	39
2.1.3. Mercado competitivo.....	40
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO	44
3.1. <i>Objetivos generales del proyecto</i>	44
3.2. <i>Objetivos específicos del proyecto</i>	44
3.3. <i>Valor generado a partir de la implementación del proyecto</i>	48
4. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS A FABRICAR	49
5. PROCESOS PRODUCTIVOS INTERVINIENTES	61
5.1. <i>Línea productiva de aluminio</i>	62
5.1.1. Mecanizado de perfiles de aluminio.....	62
5.1.2. Corte y manipulación de vidrios.....	62
5.1.3. Ensamble de aberturas de aluminio	63
5.2. <i>Línea productiva de acero</i>	65
5.2.1. Mecanizado de caños estructurales	65
5.2.2. Corte y plegado de chapas y material desplegado	65
5.2.3. Soldadura, ensamble y terminación de cerramientos y estructuras metálicas.....	66
6. SECTORES Y SISTEMAS DE TRANSPORTE NECESARIOS EN PLANTA PRODUCTIVA	66
6.1. <i>Sectores de la línea productiva de aluminio</i>	67
6.2. <i>Sectores de la línea productiva de acero</i>	67
6.3. <i>Sistemas de transporte y manipulación de materiales</i>	68
7. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE EQUIPAMIENTOS NECESARIOS PARA PRODUCCIÓN	68
7.1. <i>Línea productiva de aluminio</i>	69
7.1.1. Sistemas de corte de perfiles.....	69
7.1.2. Equipamientos de punzonado de perfiles.....	72
7.1.3. Equipamientos de fresado de perfiles.....	74
7.1.4. Sistemas de corte de vidrios.....	75
7.1.5. Equipamiento de ensamble de aberturas	78
7.2. <i>Línea productiva de acero</i>	80
7.2.1. Sistemas de corte de caños estructurales y hierros	80
7.2.2. Equipamientos de corte de chapas metálicas.....	83
7.2.3. Equipamientos de plegado de chapas metálicas.....	85

7.2.4.	Equipamientos y sistemas de soldadura	88
7.2.5.	Equipamientos y sistemas de pintura	90
7.3.	<i>Sistemas de almacenamiento, transporte y manipulación de materiales</i>	92
7.3.1.	Sistemas de almacenamiento de perfiles	92
7.3.2.	Sistemas de almacenamiento de chapas metálicas	94
7.3.3.	Sistemas de almacenamiento de vidrios	95
7.3.4.	Sistemas de manipulación y transporte de vidrios.....	96
7.3.5.	Sistemas de elevación y transporte de estructuras metálicas	98
8.	SELECCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE LOS EQUIPAMIENTOS Y SERVICIOS NECESARIOS PARA PRODUCCIÓN	99
8.1.	<i>Criterios adoptados y referencia de puntajes</i>	100
8.2.	<i>Selección de equipos para línea productiva de aluminio</i>	101
8.2.1.	Sistemas de corte de perfiles.....	101
8.2.2.	Equipamientos de punzonado de perfiles	102
8.2.3.	Equipamientos de fresado de perfiles.....	103
8.2.4.	Sistemas de corte de vidrios.....	103
8.2.5.	Equipamientos para ensamble de aberturas	104
8.3.	<i>Selección de equipos para línea productiva de acero</i>	104
8.3.1.	Sistemas de corte de caños estructurales y hierros	105
8.3.2.	Equipamientos de corte de chapas metálicas.....	107
8.3.3.	Equipamientos de plegado de chapas metálicas.....	107
8.3.4.	Equipamientos y sistemas de soldadura	108
8.3.5.	Equipamientos y sistemas de pintura	109
8.4.	<i>Selección de los sistemas de almacenamiento, transporte y manipulación</i>	111
8.4.1.	Sistemas de almacenamiento de perfiles.....	112
8.4.2.	Sistemas de almacenamiento de chapas	112
8.4.3.	Sistemas de almacenamiento de vidrios	113
8.4.4.	Sistemas de transporte y manipulación de vidrios.....	113
8.4.5.	Sistemas de elevación y transporte de estructuras metálicas	114
8.5.	<i>Servicios auxiliares necesarios para producción</i>	114
8.5.1.	Instalación eléctrica	114
8.5.2.	Red neumática.....	115
8.5.3.	Sistema contra incendios.....	116
8.5.4.	Sistema de ventilación.....	116
9.	ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL ESPACIO REQUERIDO	116
10.	IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO - TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	121
10.1.	<i>Ley Nacional 24051 – Residuos Peligrosos</i>	121
10.2.	<i>Tratamiento de residuos peligrosos en la planta productiva</i>	129
10.2.1.	Descripción y composición de los residuos peligrosos a ser transportados	129
10.2.2.	Procedimiento de tratamiento de residuos peligrosos dentro de la planta productiva	131
11.	DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA PLANTA PRODUCTIVA – LAYOUT	134
11.1.	<i>Sectores de las líneas productivas</i>	134
11.1.	136	
11.2.	<i>Relaciones entre los sectores productivos</i>	136
11.1.	137	
11.2.	137	
11.2.1.	Desarrollo del diagrama de relaciones de las actividades	137
11.3.	<i>Análisis y preparación de layout según volúmenes de equipos y sistemas</i>	140
	INGENIERIA DE DETALLE.....	144
12.	CÁLCULO Y DISEÑO DEL PUENTE GRÚA	145

12.1.	<i>Clasificación según DIN 120.....</i>	146
12.2.	<i>Determinación de la flecha admisible</i>	147
12.3.	<i>Cálculo de la inercia necesaria para vigas principales.....</i>	148
12.4.	<i>Cálculo del peso de la viga principal</i>	149
12.5.	<i>Momento y reacciones por cargas estáticas</i>	150
12.6.	<i>Efectos debidos a cargas dinámicas</i>	150
12.7.	<i>Momentos flectores horizontales</i>	152
12.8.	<i>Determinación de la tensión de trabajo</i>	152
12.9.	<i>Verificación de la flecha admisible.....</i>	153
12.10.	<i>Cálculo de las ruedas de las vigas testeras</i>	155
12.10.1.	<i>Reacción media</i>	155
12.10.2.	<i>Presión límite</i>	156
12.10.3.	<i>Ancho efectivo del riel.....</i>	157
12.10.4.	<i>Coeficiente C1</i>	157
12.10.5.	<i>Coeficiente C2</i>	157
12.11.	<i>Cálculo de la potencia de traslación</i>	158
12.12.	<i>Selección de motores y cajas reductoras</i>	159
12.13.	<i>Dimensionamiento de la viga testera.....</i>	161
12.14.	<i>Cálculo del eje motriz.....</i>	163
12.14.1.	<i>Verificación de la sección de la espiga del eje a la salida del reductor.....</i>	165
12.15.	<i>Selección de rodamientos de viga testera.....</i>	166
12.16.	<i>Dimensionamiento de los perfiles carrileros</i>	168
12.17.	<i>Cálculo de las columnas para los perfiles carrileros</i>	170
12.18.	<i>Circuito eléctrico de potencia y comando</i>	176
12.19.	<i>Cálculo y diseño de grúa bandera</i>	177
12.20.	<i>Calculo y diseño de la viga en voladizo</i>	177
13.	CABINA DE APLICACIÓN DE PINTURA EN POLVO	197
13.1.	<i>Dimensiones de la cabina de pintura.....</i>	198
13.2.	<i>Sistema de transporte de los productos</i>	199
13.3.	<i>Sistema de recuperación de polvo</i>	200
13.4.	<i>Tolva de recolección</i>	201
13.5.	<i>Transporte del polvo</i>	202
13.6.	<i>Pérdidas de presión en el sistema de transporte</i>	204
13.7.	<i>Diseño de la cabina de pintura en polvo.....</i>	211
14.	HORNO DE CURADO DE PINTURA EN POLVO.....	213
14.1.	<i>Cálculo de la razón de transferencia de calor en el horno</i>	213
14.1.1.	<i>Calor necesario para calentar los productos.....</i>	213
14.1.2.	<i>Calor necesario para calentar las paredes, piso y techo del horno de curado</i>	215
14.1.3.	<i>Calor necesario para calentar el aire de infiltración</i>	217
14.1.4.	<i>Calor necesario para calentar el aire interno de la cámara del horno.....</i>	218
14.1.5.	<i>Calor necesario para mantener a temperatura el aire</i>	220
14.2.	<i>Determinación del espesor del aislante térmico de las paredes del horno</i>	221
14.3.	<i>Pérdidas de calor a través de las paredes del horno</i>	223
14.4.	<i>Cargas térmicas totales en el horno de curado de pintura.....</i>	226
14.5.	<i>Quemador de gas</i>	226
14.6.	<i>Cálculo del intercambiador de calor</i>	229
14.7.	<i>Control de temperatura del horno.....</i>	233
14.8.	<i>Sistema de transporte de los productos</i>	235
14.9.	<i>Diseño del horno de curado de pintura en polvo.....</i>	236
15.	CÁLCULO Y DISEÑO DE MESA BASCULANTE	240
15.1.	<i>Cálculo de pistones neumáticos para el movimiento basculante</i>	240
15.2.	<i>Diseño del circuito Neumático</i>	242
15.3.	<i>Diseño de la mesa basculante.....</i>	243
16.	SERVICIO DE AIRE COMPRIMIDO	245
16.1.	<i>Red Cerrada</i>	247
16.2.	<i>Conjunto de componentes del grupo compresor.....</i>	247

16.3.	<i>Selección del equipo compresor.....</i>	249
16.4.	<i>Cálculo de diámetros de tubería.....</i>	250
16.4.1.	<i>Cálculo del tramo principal</i>	250
16.4.2.	<i>Cálculo de tramos secundarios.....</i>	254
16.5.	<i>Diseño de Red de Aire Comprimido</i>	255
17.	VENTILACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL	256
18.	EXTINTORES DE FUEGO	260
19.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA NAVE INDUSTRIAL.....	264
19.1.	<i>Distribución de la Instalación Eléctrica</i>	264
19.2.	<i>Consumos y Potencias de las Cargas.....</i>	265
19.3.	<i>Cálculo de Corrección del Factor de Potencia</i>	267
19.4.	<i>Selección de los Conductores</i>	269
19.4.1.	<i>Entre Tablero de Acometida y Tablero Principal de la planta</i>	270
19.4.2.	<i>Entre el Tablero Principal y cada Tablero Seccional y Carga.....</i>	270
19.4.3.	<i>Entre Tablero Seccional y cada Carga</i>	271
19.5.	<i>Verificación de las Secciones Adoptadas.....</i>	271
19.6.	<i>Cálculo de Corrientes de Cortocircuito</i>	275
19.7.	<i>Determinación de las Impedancias.....</i>	276
19.7.1.	<i>Impedancia de la Red.....</i>	276
19.7.2.	<i>Impedancia del transformador</i>	277
19.7.3.	<i>Impedancia de los conductores</i>	278
19.7.4.	<i>Impedancia de los motores eléctricos.....</i>	278
19.8.	<i>Corrientes de Cortocircuito</i>	279
19.9.	<i>Verificación de los conductores a cortocircuito</i>	284
19.10.	<i>Puesta a Tierra</i>	286
19.11.	<i>Tableros Eléctricos y Equipos de Protección. Selectividad</i>	290
19.12.	<i>Tablero Principal.....</i>	291
19.12.1.	<i>Selectividad tablero principal</i>	293
19.12.2.	<i>Tablero 1</i>	296
19.12.3.	<i>Tablero 2</i>	297
19.12.4.	<i>Tablero 3</i>	298
19.12.5.	<i>Tableros de consumo</i>	300
19.13.	<i>Iluminación de la planta productiva</i>	301
20.	ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y PERSONAL INTERVINIENTE.....	303
20.1.	<i>Línea de aluminio.....</i>	304
20.2.	<i>Línea de acero</i>	305
21.	SCRAP DERIVADO DE PRODUCCIÓN.....	306
21.1.	<i>Scrap generado en la línea productiva de acero.....</i>	307
21.2.	<i>Scrap generado en la línea productiva de aluminio</i>	308
22.	EMPLAZAMIENTO	312
22.1.	<i>Layout definitivo para la planta proyectada</i>	312
22.2.	<i>Flujo de materia prima, semielaborados y producto final</i>	313
22.2.1.	<i>Línea de Aluminio</i>	313
22.2.2.	<i>Línea de Acero</i>	317
22.3.	<i>Nave industrial y lugar de emplazamiento del proyecto</i>	321
22.4.	<i>Oficinas y sanitarios.....</i>	324
22.5.	<i>Instalaciones Sanitarias.....</i>	325
23.	ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO	328
23.1.	<i>Flujos Negativos</i>	328
24.1.1.	<i>Costos de fabricación de máquinas diseñadas.....</i>	328
24.1.2.	<i>Costos de fabricación de galpón.....</i>	329
24.1.3.	<i>Costo de la instalación de los servicios auxiliares</i>	329
24.1.4.	<i>Alternativas de adquisición</i>	330
24.1.5.	<i>Costos de mano de obra - personal.....</i>	332

24.1.6. Costos de materia prima.....	333
24.2. <i>Flujos positivos</i>	333
24.2.1. Ingreso por venta.....	333
24.2.2. Ingreso por venta de Scrap	334
24.3. <i>Plan de Financiamiento</i>	334
24.4. <i>Flujo de Caja</i>	336
24.5. <i>Cálculo de VAN y TIR</i>	338
24.6. <i>Conclusiones del estudio y análisis del resultado económico financiero</i>	339
CONCLUSIONES	340
BIBLIOGRAFÍA	342
24. SITIOS WEB	342
25. LIBROS	344
26. LEYES Y NORMAS	344
27. INFORMES	344
28. APUNTES DE FACULTAD REGIONAL PARANÁ	345
29. CATÁLOGOS	345
ANEXOS	346

INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1- UBICACIÓN DE LA EMPRESA	12
IMAGEN 2- PORTÓN DE ENTRADA Y LOGO DE LA EMPRESA	13
IMAGEN 3- CABREADAS DE GALPÓN	15
IMAGEN 4- ESCALERA CON DESCANSO	15
IMAGEN 5- PORTÓN CORREDIZO CIEGO CON CHAPA	16
IMAGEN 6- PORTÓN CORREDIZO ABIERTO CON PERFILES.....	16
IMAGEN 7- BARANDA DE BALCÓN	17
IMAGEN 8- ABERTURA LÍNEA HERRERO.....	17
IMAGEN 9- ABERTURA LÍNEA MÓDENA	17
IMAGEN 10- PUERTA LÍNEA HERRERO CON VENTANILLA.....	18
IMAGEN 11- DISPOSICIÓN ACTUAL DE LOS SECTORES DE LA EMPRESA.....	19
IMAGEN 12- ORGANIZACIÓN DEL TALLER ACTUAL - 1	20
IMAGEN 13- ORGANIZACIÓN DE TALLER ACTUAL - 2.....	20
IMAGEN 14- SECTOR DE PINTURA LÍQUIDA EN PLAYÓN AL AIRE LIBRE	20
IMAGEN 15- SIERRA SENSITIVA	21
IMAGEN 16- GUILLOTINA MANUAL.....	22
IMAGEN 17- PESTAÑADORA MANUAL	22
IMAGEN 18- MESA CORTE PLASMA CNC	22
IMAGEN 19- AGUJERADORA MONOFÁSICA.....	23
IMAGEN 20- MESA ARMADO Y SOLDADURA	24
IMAGEN 21- MONORRIEL MALACATE MANUAL A CADENA.....	24
IMAGEN 22- SECTOR DE LIMPIEZA Y PREPARACIÓN	25
IMAGEN 23- SECTOR DE PINTURA	25
IMAGEN 24- INGLETADORA MANUAL PARA ALUMINIO.....	26
IMAGEN 25- ACOPIO DE PERFILES DE ALUMINIO	26
IMAGEN 26- MATRICERÍA PARA PUNZONADO.....	27
IMAGEN 27- MESA DE ENSAMBLE - CONTROL DE CALIDAD	28
IMAGEN 28- CAÑO ESTRUCTURAL CUADRADO	29
IMAGEN 29- PERFIL C GALVANIZADO.....	30
IMAGEN 30- PERFILES DE ACERO	30
IMAGEN 31- PERFIL PUERTA CORREDIZA	31
IMAGEN 32- PERFIL DE ENCUENTRO ABERTURA DESLIZANTE	31
IMAGEN 33- PERFILES DE VENTANA BATIENTE	32
IMAGEN 34- PERFIL ABERTURA DESLIZANTE	32
IMAGEN 35- PERFIL VENTANA BATIENTE	33
IMAGEN 36- INDICADOR SINTÉTICO DE LA ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN (ISAC)	34
IMAGEN 37- CONSUMO DE CEMENTO (IERIC)	35
IMAGEN 38- CONSUMO DE CEMENTO POR PROVINCIAS - VARIACIÓN INTERANUAL.....	35
IMAGEN 39- GRÁFICO DE PERMISOS DE EDIFICACIÓN	36

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1- CANTIDADES DE CONSTRUCCIONES	38
TABLA 2 - COMPARATIVAS EN EL MERCADO COMPETITIVO.....	43
TABLA 3 - CANTIDAD DE UNI Y MULTIVIVIENDAS - MERCADO DE LA CONSTRUCCIÓN	46
TABLA 4 - CRITERIO Y PUNTUACIÓN DE PONDERACIONES	101
TABLA 5 - ALTERNATIVA CORTE DE PERFILES ALUMINIO	101
TABLA 6 - SELECCIÓN EQUIPO PUNZONADOR	102
TABLA 7 - SELECCIÓN FRESADORA COPIADORA.....	103
TABLA 8 - SELECCIÓN CORTE DE VIDRIO	103
TABLA 9 - SELECCIÓN MESA ENSAMBLE ALUMINIO	104
TABLA 10 - SELECCIÓN CORTE DE PERFILES ACERO.....	105
TABLA 11 - SELECCIÓN CORTE DE CHAPA	107
TABLA 12- SELECCIÓN PLEGADORA.....	107
TABLA 13 - SELECCIÓN SOLDADURA.....	108
TABLA 14 - SELECCIÓN SISTEMA DE PINTURA.....	109
TABLA 15 - SELECCIÓN ESTANTERÍAS DE PERFILES	112
TABLA 16 - ALMACENAMIENTO DE CHAPAS	112
TABLA 17 - ALMACENAMIENTO DE VIDRIO.....	113
TABLA 18 - SISTEMA MANIPULACIÓN DE VIDRIO	113
TABLA 19 - ESPACIO NECESARIO POR MÁQUINA	120
TABLA 20 - VERIFICACIÓN RESISTENCIA DE CHAVETA EN RUEDA DE PUENTE GRUA	166
TABLA 21 - RENDIMIENTO PINTURA EN POLVO EN METROS CUADRAS POR KG DE POLVO	202
TABLA 22 - DATOS DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE NEUMÁTICO	204
TABLA 23 - CONSUMO DE AIRE DE LOS EQUIPOS.....	248
TABLA 24 - RESUMEN DIÁMETROS DE TUBERÍA - RED NEUMÁTICA	255
TABLA 25 - RENOVACIONES DE AIRE SEGÚN ACTIVIDAD PRODUCTIVA	257
TABLA 26 - CONSUMO DE EQUIPOS - RED ELÉCTRICA.....	266
TABLA 27 - RESUMEN POTENCIA REQUERIDA	267
TABLA 28 - VERIFICACIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN - RED ELÉCTRICA	274
TABLA 29 - TABLA RESUMEN DE CONDUCTORES - RED ELÉCTRICA	285
TABLA 30 - TABLA RESUMEN DE CONDUCTORES - RED ELÉCTRICA.....	286
TABLA 31 - TABLA TIEMPOS TAREAS EN CORTE DE PERFILES DE ALUMINIO	303
TABLA 32 - TABLA TIEMPO TAREAS ENSAMBLE DE ABERTURAS	304
TABLA 33 - DÍAS HOMBRE NECESARIOS PARA PRODUCCIÓN MENSUAL – LÍNEA ALUMINIO.....	304
TABLA 34 - DÍAS HOMBRE NECESARIOS PARA PRODUCCIÓN MENSUAL – LÍNEA ACERO.....	305
TABLA 35 - SCRAP ACERO	308
TABLA 36 - SCRAP VIDRIO.....	309
TABLA 37 - SCRAP ALUMINIO – 1	309
TABLA 38 - SCRAP ALUMINIO - 2	310
TABLA 39 - INGRESOS POR SCRAP.....	311
TABLA 40 - COSTOS DE MAQUINARIA A FABRICAR.....	328
TABLA 41 - COSTOS EN ALTERNATIVAS DE FABRICACIÓN	329
TABLA 42 - COSTOS DE EMPLAZAMIENTO	329
TABLA 43 - COSTOS DE INSTALACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES	329
TABLA 44- ALTERNATIVA 1 ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA	330
TABLA 45 - ALTERNATIVA 2 ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA	331
TABLA 46 - RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE ADIQUISICION	332
TABLA 47 - RESUMEN DE COSTOS POR ALTERNATIVAS.....	332
TABLA 48 - COSTOS POR MANO DE OBRA - PRIMER AÑO	332
TABLA 49 - COSTO MATERIA PRIMA.....	333
TABLA 50 - INGRESOS POR VENTAS - AÑO 1.....	333
TABLA 51 - INGRESO POR VENTA DE SCRAP	334
TABLA 52 - VALORES DE VAN Y TIR.....	338
TABLA 53 - GRÁFICA DE VAN - TIEMPO DE REPAGO DE INVERSIÓN.....	338

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseamos agradecer a Metalúrgica Dady, especialmente al emprendedor dueño del establecimiento, por permitirnos desarrollar el presente proyecto final contando con el continuo apoyo en los apartados técnicos, logísticos y económicos.

En segundo lugar, el agradecimiento a los Ingenieros Gustavo Ruhl y Nicolás Maximino por el acompañamiento, supervisión y orientación a lo largo de estos meses de desarrollo del proyecto. Además, no queremos dejar de mencionar a los ingenieros Alejandro Jerichau y Ariel Lell quienes formaron parte del apoyo técnico en etapas de requisición específica del proyecto.

Por último, pero no menos importante, extender un enorme agradecimiento a nuestras familias, amigos y compañeros de facultad, quienes nos han apoyado durante tanto tiempo, brindando siempre un sostén durante la carrera. Mención especial a nuestros padres, quienes, con mucho esfuerzo, nos otorgaron el privilegio de transitar en la Universidad Tecnológica Nacional, institución educativa pública, para lograr el objetivo anhelado de ser profesionales de la ingeniería.

RESUMEN

El siguiente proyecto final tiene como objetivo lograr el desarrollo de un reemplazamiento y reorganización de las líneas productivas de fabricación de aberturas en aluminio y cerramientos en acero. Para alcanzar el objetivo propuesto, primeramente, se realiza un análisis de mercado, tanto competidor, de materia prima y de demanda, identificando los posibles clientes para establecer una oferta que será el objetivo de producción mínima de la empresa. Además, se estudia en profundidad el proceso de producción de cada línea, tanto de aluminio como acero, realizando un estudio y selección de maquinaria específica de la industria, que tiene relevancia en cuanto a los niveles de eficiencia de la empresa. Por otro lado, se busca mejorar los procesos productivos, de seguridad e higiene, y de manejo de materiales, mediante el cálculo y diseño de las máquinas y sistemas de transporte, manejo y fabricación, con el estudio, análisis, propuesta y validación de un diseño de la disposición de estos equipos, que confluyan en mejorar el flujo de materia prima, semielaborados y productos finales. Por último, se realiza uno de los puntos más importantes del proyecto, el análisis económico y financiero. Esta etapa busca obtener indicadores financieros que cumplan con la coyuntura de una inversión en esta escala, buscando y proponiendo alternativas de financiación y erogación de las inversiones, para cumplir con los objetivos de demanda planteadas a través de los estudios de mercado.

Palabras claves: proyecto, ingeniería, aberturas, cerramientos, industria

ANTEPROYECTO

1. Introducción

La arquitectura de los últimos años en construcciones de viviendas se ha dirigido hacia la utilización de distintos materiales en el uso de estas, muchas veces estimando conceptos de mantenimiento, costo de fabricación e instalación, reciclado, etc. Entre estos materiales se encuentran los ya conocidos, acero y aluminio. En materia de cerramientos, aberturas y estructuras metálicas, estos materiales, junto a la ya menos utilizada madera, son los más frecuentemente utilizados.

1.1. Presentación de la empresa

Desde hace más de 30 años, la empresa Metalúrgica Dady, a la cual está destinada el presente proyecto final, ubicada en la ciudad de Paraná, provincia de Entre Ríos, surgió inicialmente como fábrica de amueblamiento en caño y carpintería en hierro y aluminio, la cual desde aquellos años se ubica en calle Villaguay 750, cerca del microcentro de la ciudad.



Imagen 1- Ubicación de la empresa



Imagen 2- Portón de entrada y Logo de la empresa

Esta empresa familiar, actualmente brinda el servicio de abastecer las necesidades de los clientes en cuanto a aberturas, cerramientos y estructuras metálicas para viviendas de diversos tipos y construcciones civiles varias, diseñando las mismas desde propuestas propias como así también ante el pedido del cliente.

Una de las particularidades que presenta la fábrica y que le ha permitido mantenerse en pie a lo largo de años es la gran personalización que presenta su producción, ya que casi el cien por ciento de los productos fabricados y entregados al cliente son a medida, además del trato personal con cada cliente para definir conjuntamente la solución más apropiada a sus necesidades técnicas, económicas y acorde a sus preferencias.

1.2. Organización de la empresa

En la actualidad, Metalúrgica Dady aún conserva su organización y estilo de trabajo, siendo una Micro Pyme en la cual su propio dueño y fundador es el que realiza todas las tareas, tanto administrativas como de producción, con la colaboración de su familia. Al momento de encarar proyectos y obras de grandes dimensiones, la empresa contrata

personal eventual para poder llevarlos a cabo, al igual que cuando son trabajos que demandan volúmenes altos de producción.

Como ya se mencionó, cerca del cien por ciento de la producción realizada es a medida y personalizada, lo que genera que la mano de obra sea altamente calificada.

La empresa posee tres sectores que componen actualmente las instalaciones de la fábrica:

- Taller de producción
- Oficina
- Playón para pintura y almacenamiento de materiales y productos terminados

1.3. Ocupación de la empresa

Metalúrgica Dady en la actualidad produce diversos productos manufacturados destinados a la construcción, tanto en hierro como en aluminio.

En cuanto al hierro, se realizan trabajos de gran variedad, pero principalmente se desarrollan trabajos de estructuras metálicas, como lo son cabreadas y columnas para galpones y techos industriales, cocheras y cerramientos. Se fabrican escaleras metálicas, barandas para éstas y para balcones y gran cantidad de otros productos destinados a obras civiles domiciliarias como lo son portones de diferentes tipos y cerramientos para seguridad de las viviendas.

En lo que respecta al aluminio, la producción con esta materia prima está basada fundamentalmente en la elaboración de aberturas y cerramientos de todo tipo para viviendas y locales comerciales, siendo uno de las principales fuentes de demanda de trabajo para la empresa en los últimos años.

A continuación, se muestra un listado de los productos de mayor demanda actual de la empresa, separados por el proceso productivo a través de los cuales son elaborados.

Línea productiva de Hierro y Acero

- Estructuras para edificaciones domiciliarias, comerciales e industriales
- Cabreadas y columnas para galpones y techos
- Pérgolas
- Entrepisos y pasajes
- Escaleras



Imagen 3- Cabreadas de galpón



Imagen 4- Escalera con descanso

➤ Cerramientos

- Portones levadizos
- Portones corredizos
- Rejas fijas
- Puertas rejas
- Barandas



Imagen 5- Portón corredizo ciego con chapa



Imagen 6- Portón corredizo abierto con perfiles



Imagen 7- Baranda de balcón

- Línea productiva de Aluminio
 - Aberturas y cerramientos línea Herrero
 - Aberturas y cerramientos línea Módena



Imagen 8- Abertura Línea Herrero



Imagen 9- Abertura Línea Módena



Imagen 10- Puerta Línea Herrero con ventanilla

1.4. Área del proyecto/Necesidad que da origen al proyecto

La empresa descrita hasta el momento tiene el deseo de avanzar en el mercado en el cual se encuentra, obteniendo clientes que demanden mayor volumen de productos en ambas líneas productivas y ser capaces de cubrir ciertos sectores del mercado que no ha logrado explotar hasta el momento.

A partir de este deseo, surge la necesidad de transformar los procesos productivos actuales, los cuales se destacan por ser del tipo artesanal, con el objetivo de tener la capacidad de producir eficientemente a mayores volúmenes mediante procesos que presenten la flexibilidad suficiente manteniendo la calidad y la gran personalización de los productos encargados, cualidades que caracterizan a la empresa.

Luego del diálogo con los titulares de la misma y teniendo en cuenta las necesidades y deseos por parte de la empresa, se marcó que para lograr estas metas es necesario la reestructuración de ambas líneas productivas de la fábrica. Aquí tiene el puntapié inicial el presente proyecto.

1.4.1. Descripción de las líneas productivas

En el taller de producción de la empresa, existen dos líneas de producción de acuerdo al tipo de materia prima utilizada para realizar los trabajos encargados, las cuales se entrecruzan debido al espacio físico disponible. A continuación, se describen los principales componentes de ambos procesos productivos a fin de dar un panorama actual de los métodos, maquinarias y tecnologías utilizados actualmente.

Primeramente, cabe mencionar que la fábrica dispone de todas las maquinarias y el herramental necesario distribuido en un espacio físico techado para producción de 80[m²] y un sector al aire libre (playón) de 30[m²] para tareas de pintura, almacenaje de materiales y trabajos terminados previos a su despacho.

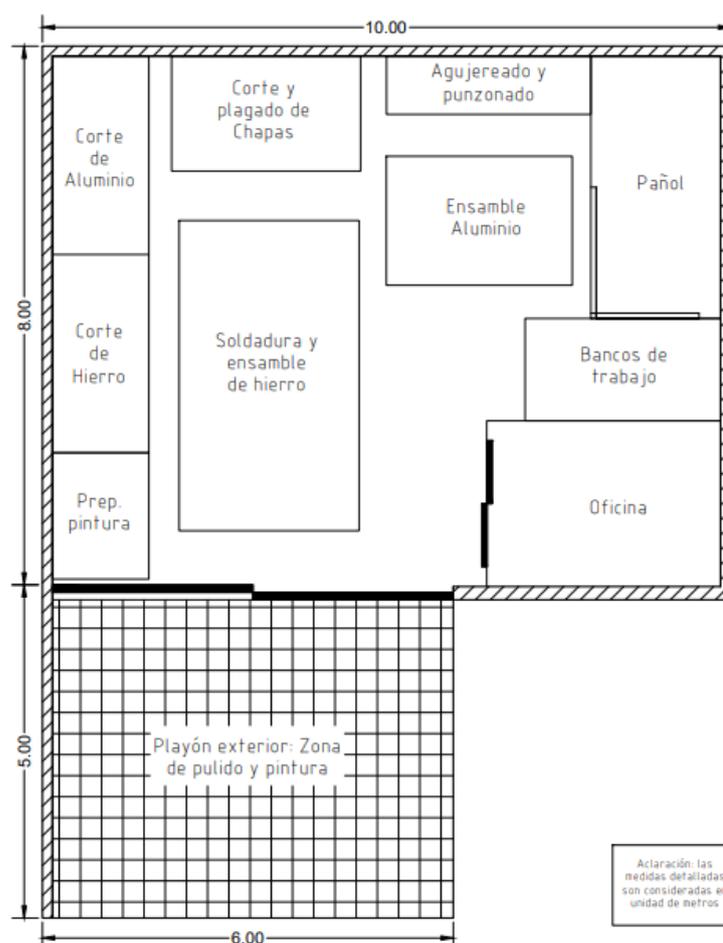


Imagen 11- Disposición Actual de los sectores de la empresa



Imagen 12- Organización del taller Actual - 1



Imagen 13- Organización de Taller Actual - 2



Imagen 14- Sector de Pintura líquida en playón al aire libre

1.4.1.1. Línea productiva de hierro y acero

En cuanto a la línea productiva para los trabajos con caños estructurales, hierros y chapas metálicas, a la cual de ahora en adelante llamaremos *línea de hierro y acero*, se compone principalmente de los siguientes cinco procesos:

1. Estación de corte de perfiles, hierros ángulos, macizos y planchuelas

Una vez que la materia prima es recibida y almacenada en la fábrica, la función de este primer proceso es dejar en sus medidas y dimensiones finales los materiales a utilizar en cada trabajo. Cuando se trata de caños estructurales, perfiles de alma llena, etc., esta tarea se realiza a través de la utilización de una cortadora sensitiva monofásica de 2 [HP] de potencia. Cuando es necesario cortar planchuelas o hierros ángulos de dimensiones y espesores reducidos, se recurre a guillotinas manuales.



Imagen 15- Sierra sensitiva

2. Estación de corte y plegado de chapas metálicas

En caso de que el trabajo a realizar cuente con chapas metálicas, o sea completamente un trabajo para fabricar con este tipo de material, como en el caso de canaletas pluviales, bajadas de canaletas, o cerramientos en los que gran parte de su composición es de chapas, el corte de estas se realiza manualmente con el uso de una guillotina. En cuanto al plegado de estos materiales, este trabajo se limita al uso de una plegadora manual de 1 [m] de ancho.

Actualmente, la empresa está trabajando en la implementación y puesta en marcha de un cortador plasma CNC para automatizar los cortes de chapas que resultan complejos de realizar manualmente y los casos de producción seriada de piezas.



Imagen 16- Guillotina manual



Imagen 17- Pestañadora manual

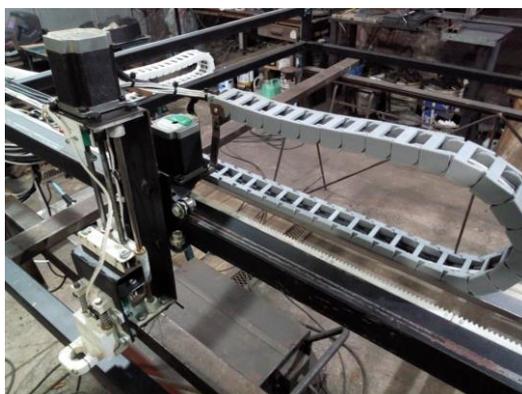


Imagen 18- Mesa corte plasma CNC

3. Estación de agujereado y punzonado

Cuando es necesario realizar agujeros, correderas o tareas similares en los caños estructurales, planchuelas, etc. Utilizados para fabricar los distintos trabajos, se realiza en esta estación de trabajo, compuesta por una agujereadora de banco monofásica de 1,5 [HP] y una punzonadora manual, a la cual se le cambia la matriz con el objetivo de realizar perforaciones o pequeños doblados puntuales.



Imagen 19- Agujereadora Monofásica

4. Estación de soldadura y ensamble

Una vez que los materiales ya han sido procesados previamente en las estaciones mencionadas anteriormente, es necesario ensamblarlos, unirlos o fijarlos para darle la forma física final al producto encargado. Todas estas tareas son realizadas en la estación de soldadura y ensamble, la cual se compone de un sector dedicado exclusivamente a ello, en el cual se encuentran los caballetes y apoyos necesarios para trabajar a la altura adecuada y los equipos de soldadura eléctrica.

Cabe mencionar que la fábrica cuenta con equipos de soldadura eléctrica de diferentes potencias, entre los que se encuentran los equipos de 200[A], 160[A] y 120[A], y como característica principal es que todos son máquinas de soldadura por electrodos revestidos.

Como un complemento a esta zona de trabajo, sobre la estructura del galpón se encuentra montado un riel en el cual se halla un sistema de elevación compuesto por un

aparejo manual a cadena. Este sistema permite elevar las estructuras fabricadas con el objetivo de voltearlas a su revés para realizar las soldaduras faltantes y a su vez facilitar en un tramo su salida del galpón para pasar a la siguiente etapa del proceso productivo.



Imagen 20- Mesa armado y soldadura



Imagen 21- Monorriel Malacate manual a cadena

5. Playón de acabado final y pintura

Finalizado el proceso de armado del producto solicitado por el cliente, las ultimas tareas del proceso de fabricación se realizan en este sector al aire libre. Estas tareas constan de darle el acabado final mediante el desbaste y pulido de las uniones por soldadura. Luego, se efectúa la limpieza profunda mediante el uso de productos desengrasantes y ácidos

fosfatizantes, los cuales son líquidos desoxidantes y les aplican un tratamiento ácido a las superficies de hierro o acero, destinado a mejorar el anclaje de la primera capa de pintura a aplicar. Finalmente, se aplican las capas necesarias de pintura antioxidante y esmaltes sintéticos para dar el aspecto final al producto del cliente.

Para realizar la preparación de los diferentes productos a aplicar sobre las superficies del trabajo fabricado, el taller cuenta un banco de trabajo exclusivo para ello. A su vez, cuenta con un compresor alternativo de 100 litros de capacidad que se encuentra fijo bajo este banco de preparaciones y otro de 50 litros móvil, el cual sirve como respaldo del primero y para trabajos en obra.



Imagen 22- Sector de limpieza y preparación



Imagen 23- Sector de pintura

1.4.1.2. Línea productiva de aluminio

En cuanto a la línea productiva para los trabajos que tienen al aluminio como materia prima, a la cual de ahora en adelante llamaremos *línea de aluminio*, se debe mencionar que es una producción que debe tener ciertos cuidados en comparación a la línea de hierro y acero en cuanto a la perfilería utilizada, ya que se debe proteger de rayaduras para cuidar el aspecto final del producto, los cortes deben ser exactos y limpios, existe manipulación de vidrios en muchos casos, entre otros aspectos.

Esta línea productiva se compone principalmente de los siguientes tres procesos:

1. Estación de corte de perfiles

Una vez que la materia prima es recibida y almacenada en la fábrica, la función de este primer proceso es dejar en sus medidas y dimensiones finales los distintos perfiles a utilizar en la fabricación de las aberturas y cerramientos solicitados por los clientes. Para realizar esta tarea, se utiliza una sierra ingletadora con un disco de corte exclusivo para aluminio.



Imagen 24- Ingletadora manual para aluminio



Imagen 25- Acopio de perfiles de aluminio

2. Estación de agujereado y punzonado

Una vez que los perfiles de aluminio han sido cortados a la medida definitiva, para poder ensamblarlos entre ellos, colocar accesorios, cerraduras, etc. y darle forma a la abertura o cerramiento encargado, es necesario realizarles diferentes perforaciones y cortes con formas específicas de acuerdo a la línea de perfilería que corresponda. Cabe mencionar que la línea de perfiles Módena, en este sentido, requiere de mayor cantidad de estas tareas en comparación con la línea Herrero.

Para realizar estos cortes y perforaciones en los perfiles de línea Herrero, actualmente se realiza a través de un proceso de agujereado y en los casos de ser necesarios cortes con forma ovalada tipo corredera, extraer bocados en ciertas superficies del perfil en los extremos, etc., se realizan mediante el taladrado de agujeros y posterior corte con torno manual o amoladora intentando lograr un acabado final lo más fino y prolijo posible. En caso de ser necesario extraer alguna aleta o cara del perfil de aluminio, se realiza mediante amoladora.

En cuanto a la línea Módena de perfiles, estas tareas son realizadas a través de un proceso de agujereado, utilizando un tipo de matricería particular fabricada en el propio taller. Para realizar los calados necesarios en los perfiles, se recurre al uso de agujeros, amoladoras y tornos eléctricos manuales.

En lo que respecta a las máquinas utilizadas, en su totalidad son las mismas que para la estación de agujereado y punzonado de la línea de hierro y acero.



Imagen 26- Matricería para punzonado

3. Estación de ensamblado

Una vez que los perfiles de aluminio fueron procesados en las etapas anteriores, es momento de unirlos unos con otros para dar forma a los marcos de las aberturas y cerramientos, colocar los herrajes necesarios, instalar los vidrios en los casos que lo requieran y todos los accesorios y terminaciones adecuadas a cada línea de perfilería.

Todas estas tareas son realizadas en la zona de montaje sobre un banco de trabajo adecuado para esta actividad con un paño sobre su superficie, en donde la limpieza y el orden sobre es importante para mantener la calidad del trabajo final. Cabe mencionar que cuando es necesario de la colocación de vidrios en las aberturas, el corte de estos se realiza también sobre este espacio debido a las mismas condiciones recién detalladas. Si bien los cortes de vidrio son realizados en un número reducido y de manera manual, ya que la empresa tiene arreglos comerciales con los proveedores de vidrios los cuales ya los entregan cortados, en ciertos casos se requiere que se ajusten a otras medidas o bien, cuando se trata de un trabajo de aprovechamiento de material.

Una vez que los todos los perfiles fueron unidos mediante sus diferentes sistemas de fijación, instalados todos los accesorios y herrajes necesarios y colocados y sellados los vidrios en los casos requeridos en este sector, las aberturas o cerramientos se encuentran listos para una limpieza final, un control final de funcionamiento y calidad y ser stockeados hasta su despacho, ya sea a obra o al consumidor final.



Imagen 27- Mesa de ensamble - Control de calidad

1.4.2. Materias primas para ambas líneas productivas

En lo que respecta a las materias primas utilizadas para la fabricación de todas las estructuras y aberturas que se han estado mencionando hasta el momento, proviene de diferentes proveedores locales y de ciudades cercanas con los cuales la empresa mantiene relaciones comerciales logrando saltar intermediarios en la cadena de suministro y obteniendo así costos de materiales que le permitan mantenerse competitiva en un mercado con gran competencia.

Abocándonos directamente a las materias primas utilizadas para los trabajos encargados, nuevamente hay que realizar una diferencia entre ambas líneas productivas para enlistar cada uno de ellos.

Línea productiva de hierro y acero

A continuación, se detallan los materiales utilizados en este proceso productivo:

- Caños estructurales cuadrados y rectangulares de diferentes medidas y espesores
- Hierros ángulos de diversas dimensiones y espesores
- Planchuelas lisas y perforadas de diferentes dimensiones y espesores
- Hierros de alma llena de sección circular y cuadrada
- Perfiles C de hierro y galvanizados

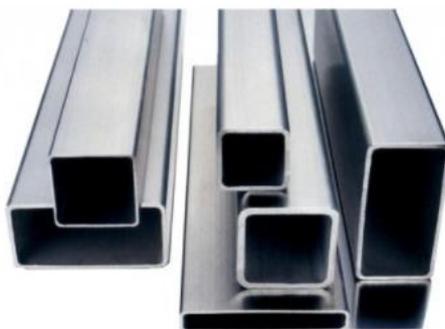


Imagen 28- Caño Estructural cuadrado



Imagen 29- Perfil C galvanizado



Imagen 30- Perfiles de Acero

Todos estos tipos de materiales se almacenan en una estantería empotrada a la estructura del galpón en los cuales se diferencian según las categorías anteriores.

Línea productiva de aluminio

Dentro de este proceso productivo, la materia prima se diferencia de acuerdo con la línea de perfiles como ya mencionamos anteriormente. Además, al ser tan amplia la variedad de perfiles dentro de cada una de ellas, a continuación, se listarán los principales perfiles utilizados por la fábrica según la línea que corresponda.

- Línea Herrero
 - Marcos para puerta corrediza
 - Cierre central puerta y ventana corrediza
 - Travesaños y parantes laterales de hoja corrediza

- Diferentes tipos de tablillas para cortinas y celosías
- Parantes de puertas y celosías
- Travesaños de puertas
- Perfiles escuadra para uniones en esquinas
- Perfil de encuentro, esquineros, mosquiteros, etc.



Imagen 31- Perfil puerta corrediza



Imagen 32- Perfil de encuentro abertura deslizante



Imagen 33- Perfiles de ventana batiente

➤ Línea Módena

- Marcos para ventanas y puertas corredizas
- Parantes y travesaños hoja de puertas
- Marcos para ventanas de abrir
- Parantes y travesaños de hojas de abrir
- Zócalos para puertas de abrir
- Perfiles escuadra para uniones en esquinas



Imagen 34- Perfil abertura deslizante



Imagen 35- Perfil ventana batiente

2. Estudio de mercado y sectores afines

Para fijar los nuevos objetivos de producción por parte de la empresa, primeramente, es necesario realizar un análisis de los mercados afines, en el cual se realizará un estudio de la situación actual y de los últimos años de los sectores en donde la empresa desarrolla su actividad económica, con el objetivo de obtener un panorama que muestre si es factible desarrollar inversiones que reditúen un beneficio hacia esta.

Luego, obtenido el panorama acerca de los distintos sectores y en base a estos resultados, se definirán los niveles de producción objetivos acorde a las aspiraciones de la empresa y las posibilidades que brinda el mercado.

2.1. Estudio de los sectores productivos afines

Para realizar un estudio de la situación actual y las tendencias en el tiempo de los sectores productivos en donde la empresa se ve involucrada en su actividad económica, primero hace falta identificarlos:

Uno de ellos es el sector objetivo de la empresa, el cuál claramente es el de la construcción, ya que el 100% de lo que se produce en la empresa es destinado a este mercado, ya sea que se trate de infraestructuras edilicias domiciliarias privadas, industriales,

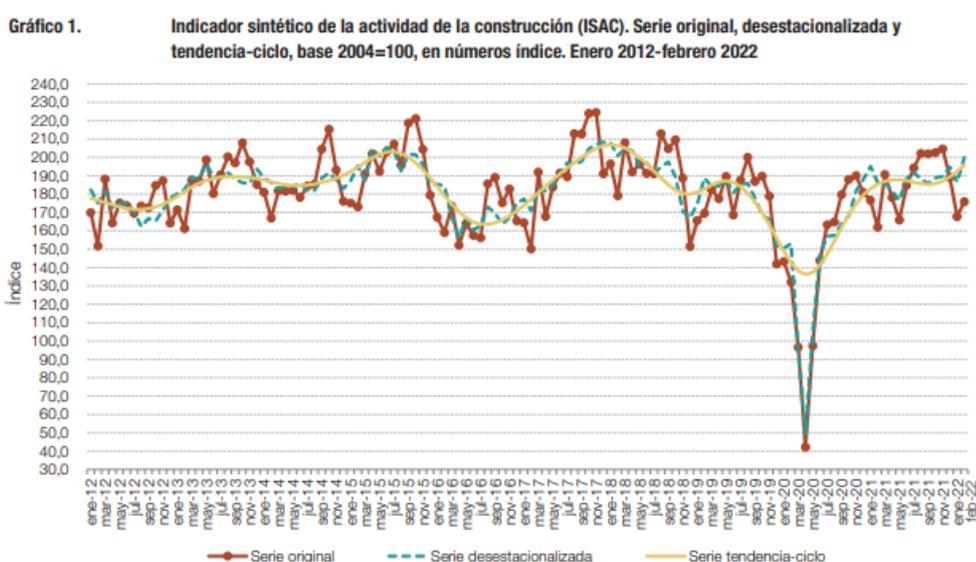
de comunas o municipios, etc. A su vez, los otros dos sectores que son de interés en el análisis son los que involucran a las materias primas de los cuales se abastece la empresa para su producción, el del acero y el aluminio.

En todos los casos de estudio, con el objetivo de tener datos certeros para los análisis, se recurrirá a publicaciones de fuentes nacionales de público conocimiento y acceso.

2.1.1. Sector productivo de la construcción

En este estudio, respectivo a la situación del sector de la construcción, se recurrirá a datos publicados por la Cámara Argentina de la Construcción y el INDEC.

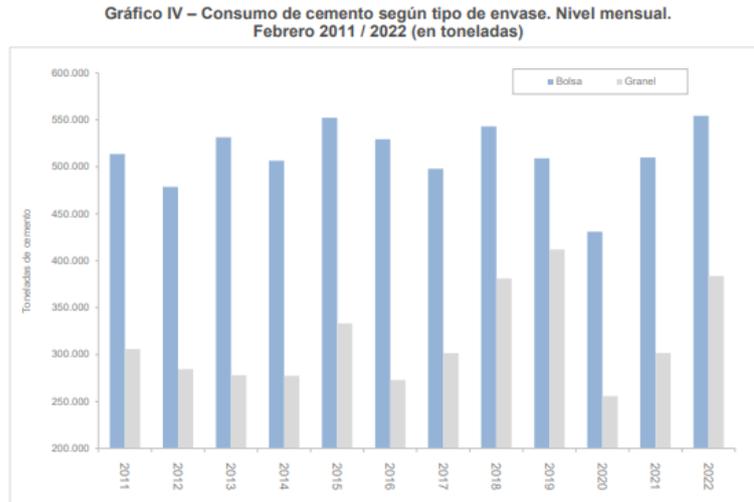
Como primer dato a analizar, se tomará el indicador sintético de la actividad de la construcción (ISAC) a nivel nacional, el cual muestra la evolución del sector tomando como referencia los consumos aparentes de insumos requeridos en la construcción. Para el cálculo del ISAC se consideran, en términos de volumen físico, los insumos: "Asfalto", "Cales", "Cemento portland", "Grifería", "Hierro redondo y aceros para la construcción", "Hormigón elaborado", "Ladrillos huecos", "Mosaicos graníticos y calcáneos", "Pinturas para la construcción", "Pisos y revestimientos cerámicos", "Placas de yeso", "Sanitarios de cerámica", "Tubos de acero sin costura", "Vidrio plano para la construcción" y "Yeso".



Fuente: INDEC, Dirección Nacional de Estadísticas Económicas. Dirección de Estadísticas Mineras, Manufactureras, Energéticas y de la Construcción.

Imagen 36- Indicador Sintético de la Actividad de la Construcción (ISAC)

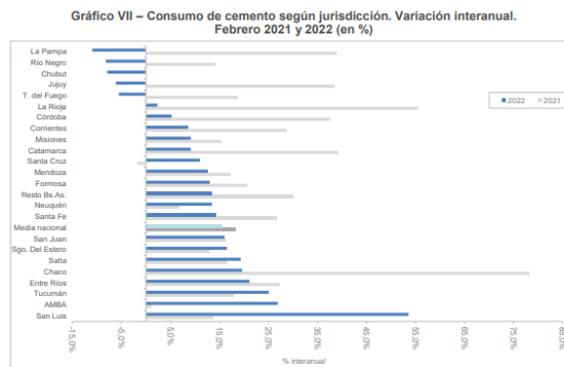
Otro indicador que es de gran relevancia para determinar cómo se encuentra el sector de la construcción es el consumo de cemento, tanto en bolsa como a granel. Este indicador, al igual que el ISAC, a nivel nacional se encuentra en alza, por lo que es un buen indicativo de que el mercado de la construcción se encuentra en plena recuperación (cercano y en algunos puntos en mejores condiciones que en periodos anteriores). Indicador brindado por el Instituto de Estadística y Registro de la Industria de la Construcción (IERIC).



Fuente: elaboración IERIC en base a AFCP

Imagen 37- Consumo de Cemento (IERIC)

Para reflejar la situación de la construcción en la provincia de Entre Ríos, también se puede recurrir a este último indicador, el cual nos muestra que nuestra provincia es una de las que experimenta en estos momentos un gran proceso de expansión en este sector, ya que se posiciona como una de las provincias que más cemento consumió en los últimos periodos. Como se puede apreciar en el siguiente gráfico, Entre Ríos se posiciona por sobre la media nacional.



Fuente: elaboración IERIC en base a AFCP

Imagen 38- Consumo de Cemento por Provincias - variación interanual

Otro análisis que podemos realizar para complementar nuestro estudio de la situación de este sector, y más precisamente en nuestra localidad, es examinar los *metros cuadrados otorgados en permisos para la construcción*. Estos datos son brindados por la Dirección General de Estadística y Censos de la provincia de Entre Ríos. El informe analizado muestra los datos de los municipios de Paraná y Concordia desde enero de 2011 hasta febrero de 2022 (los correspondientes al año 2022 no serán mostrados ya que no son comparables con los acumulados anuales de los periodos anteriores).

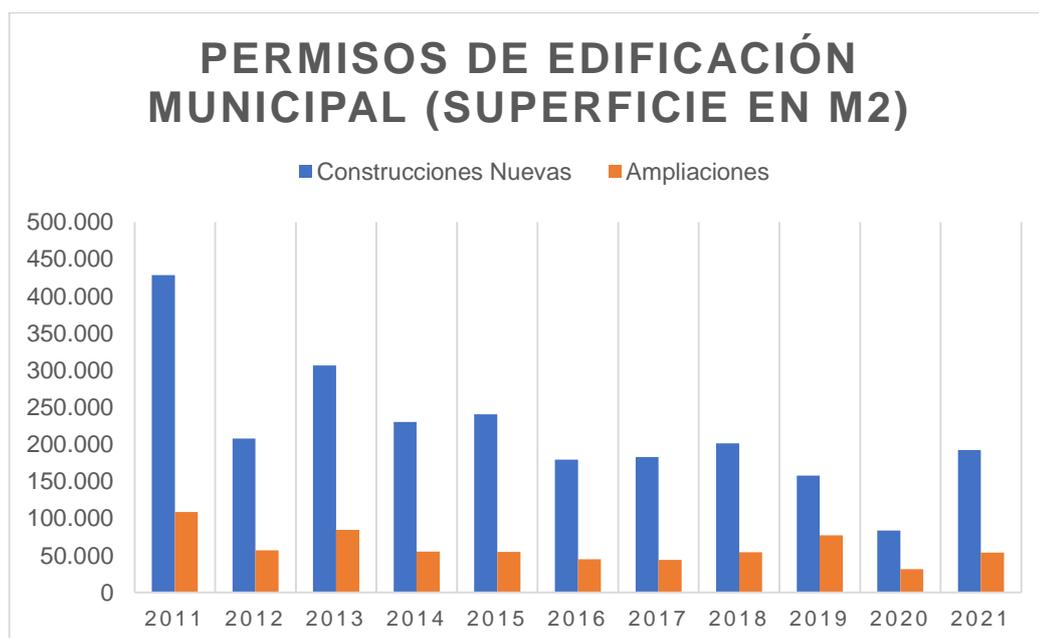


Imagen 39- Gráfico de Permisos de Edificación

De los gráficos anteriores correspondientes a los indicadores de coyuntura del sector de la construcción, podemos afirmar que el sector se encuentra en un proceso de recuperación firme y cuyo mercado es propenso a recibir inversiones, lo cual queda evidenciado por los elevados índices de consumo de materias primas, contratación de personal y los permisos otorgados por las entidades gubernamentales.

Como quedó demostrado por los indicadores anteriormente mencionados, el sector de la construcción en nuestra provincia y, particularmente en el departamento Paraná (que es donde mayormente la empresa desarrolla su actividad económica), se encuentra en niveles cercanos a los periodos anteriores a la pandemia que paralizó al sector en el año 2020, podemos tomar como referencia los valores publicados por la Dirección de Estadísticas y

Censo de la provincia de Entre Ríos en el cuatro trimestre del año 2017 para los permisos de edificación otorgados en las ciudades donde la empresa ha realizado obras en el pasado, con el objetivo de estimar la cantidad de construcciones nuevas que son proyectadas y que representan un potencial mercado objetivo para la empresa a la cual está destinado el presente proyecto.

Municipio de Paraná

Permisos de edificación privada otorgados para construcciones nuevas y ampliaciones según destino de obra - 4to Trimestre del año 2017

Destino de obra	Total		Construcciones nuevas				Ampliaciones			
	Permisos	Superficie cubierta (m2)	Cantidad permisos	Cantidad viviendas	Superficie cubierta (m2)		Cantidad permisos	Superficie cubierta (m2)		Total
					Residencial	No residencial		Residencial	No residencial	
Univivienda sin locales	75	9.152	49	49	6.957	-	26	2.195	-	2.195
Univivienda con locales	4	722	4	4	489	233	-	-	-	-
Multivivienda sin locales	27	5.808	10	46	4.178	-	17	1.630	-	1.630
Multivivienda con locales	7	1.713	5	18	795	196	2	474	248	722
Industria y talleres	2	591	2	-	-	591	-	-	-	-
Almacenaje y galpones	3	793	3	-	-	793	-	-	-	-
Administración y Finanzas	5	379	1	-	-	241	4	-	138	138
Comercio	6	677	3	-	-	451	3	-	226	226
Salud	3	358	1	-	-	232	2	-	126	126
Transporte	1	349	-	-	-	-	1	-	349	349
Cultura y Espectáculos	1	376	-	-	-	-	1	-	376	376
Recreación y Deportes	1	178	1	-	-	178	-	-	-	-
Gastronomía	1	9	-	-	-	-	1	-	9	9
Otros destinos	6	333	-	-	-	-	6	-	333	333
Total	142	21.438	79	117	12.419	2.915	63	4.299	1.805	6.104

Fuente: DGEyC/INDEC. Serie Permisos de Edificación.

Municipio de Crespo

Permisos de edificación privada otorgados para construcciones nuevas y ampliaciones según destino de obra - 4to Trimestre del año 2017

Destino de obra	Total		Construcciones nuevas				Ampliaciones			
	Permisos	Superficie cubierta (m2)	Cantidad permisos	Cantidad viviendas	Superficie cubierta (m2)		Cantidad permisos	Superficie cubierta (m2)		Total
					Residencial	No residencial		Residencial	No residencial	
Univivienda sin locales	53	5.743	42	42	4.949	-	11	794	-	794
Univivienda con locales	4	1.566	4	4	1.122	444	-	-	-	-
Multivivienda sin locales	6	2.068	6	29	2.068	-	-	-	-	-
Industria y talleres	2	685	1	-	-	80	1	-	605	605
Almacenaje y galpones	5	596	5	-	-	596	-	-	-	-
Comercio	3	747	3	-	-	747	-	-	-	-
Transporte	1	216	1	-	-	216	-	-	-	-
Otros destinos	2	176	2	-	-	176	-	-	-	-
Total	76	11.797	64	75	8.139	2.259	12	794	605	1.399

Fuente: DGEyC/INDEC. Serie Permisos de Edificación.

Municipio de María Grande

Permisos de edificación privada otorgados para construcciones nuevas y ampliaciones según destino de obra - 4to Trimestre del año 2017

Destino de obra	Total		Construcciones nuevas				Ampliaciones			
	Permisos	Superficie cubierta (m2)	Cantidad permisos	Cantidad viviendas	Superficie cubierta (m2)		Cantidad permisos	Superficie cubierta (m2)		Total
					Residencial	No residencial		Residencial	No residencial	
Univivienda sin locales	15	1.131	13	13	999	-	2	132	-	132
Univivienda con locales	2	217	1	1	72	42	1	69	34	103
Almacenaje y galpones	1	483	1	-	-	483	-	-	-	-
Otros destinos	1	119	1	-	-	119	-	-	-	-
Total	19	1.950 #	16	14	1.071	644	3	201	34	235

Fuente: DGEyC/INDEC. Serie Permisos de Edificación.

Municipio de Viale

Permisos de edificación privada otorgados para construcciones nuevas y ampliaciones según destino de obra - 4to Trimestre del año 2017

Destino de obra	Total		Construcciones nuevas					Ampliaciones			
	Permisos	Superficie cubierta (m2)	Cantidad permisos	Cantidad viviendas	Superficie cubierta (m2)		Total	Cantidad permisos	Superficie cubierta (m2)		Total
				Residencial	No residencial				Residencial	No residencial	
Univivienda sin locales	10	301	3	3	135	-	135	7	166	-	166
Total	10	301 #	3	3	135	-	135 #	7	166	-	166

Fuente: DGEyC/INDEC. Serie Permisos de Edificación.

Municipio de Victoria

Permisos de edificación privada otorgados para construcciones nuevas y ampliaciones según destino de obra - 4to Trimestre del año 2017

Destino de obra	Total		Construcciones nuevas					Ampliaciones			
	Permisos	Superficie cubierta (m2)	Cantidad permisos	Cantidad viviendas	Superficie cubierta (m2)		Total	Cantidad permisos	Superficie cubierta (m2)		Total
				Residencial	No residencial				Residencial	No residencial	
Univivienda sin locales	37	4.150	29	29	3.571	-	3.571	8	579	-	579
Univivienda con locales	2	754	-	-	-	-	-	2	413	341	754
Multivivienda sin locales	3	420	3	7	420	-	420	-	-	-	-
Multivivienda con locales	4	931	2	4	319	139	458	2	448	25	473
Almacenaje y galpones	1	140	1	-	-	140	140	-	-	-	-
Comercio	2	348	-	-	-	-	-	2	-	348	348
Recreación y Deportes	3	737	2	-	-	492	492	1	-	245	245
Total	52	7.480	37	40	4.310	771	5.081	15	1.440	959	2.399

Fuente: DGEyC/INDEC. Serie Permisos de Edificación.

Municipio de Villaguay

Permisos de edificación privada otorgados para construcciones nuevas y ampliaciones según destino de obra - 4to Trimestre del año 2017

Destino de obra	Total		Construcciones nuevas					Ampliaciones			
	Permisos	Superficie cubierta (m2)	Cantidad permisos	Cantidad viviendas	Superficie cubierta (m2)		Total	Cantidad permisos	Superficie cubierta (m2)		Total
				Residencial	No residencial				Residencial	No residencial	
Univivienda sin locales	33	1.832	23	23	1.441	-	1.441	10	391	-	391
Univivienda con locales	5	474	-	-	-	-	-	5	184	290	474
Multivivienda sin locales	10	954	7	19	696	-	696	3	258	-	258
Multivivienda con locales	2	790	2	5	599	191	790	-	-	-	-
Comercio	2	235	2	-	-	235	235	-	-	-	-
Total	52	4.285	34	47	2.736	426	3.162	18	833	290	1.123

Fuente: DGEyC/INDEC. Serie Permisos de Edificación.

A continuación, se realiza un recuento de los permisos otorgados para la construcción de univiviendas sin locales, univiviendas con locales, multiviviendas sin locales y con locales para los municipios tomados en cuenta, separando en construcciones nuevas y ampliaciones.

Tabla 1- cantidades de construcciones

	Construcciones nuevas	Ampliaciones
Univiviendas sin locales	159	64
Univiviendas con locales	9	8
Multiviviendas sin locales	26	20
Multiviviendas con locales	9	4

- Univivienda sin locales: es todo edificio residencial que comprende una sola vivienda y no incluye locales destinados a fines no residenciales en el mismo.
- Univivienda con locales: es todo edificio residencial que comprende una sola vivienda y, además, uno o más locales de uso no residencial.

- Multivivienda sin locales: es todo edificio residencial que comprende dos o más viviendas y no incluye locales destinados a fines no residenciales en el mismo.
- Multivivienda con locales: es todo edificio residencial que comprende dos o más viviendas y, además, uno o más locales de uso no residencial

2.1.2. Sector productivo del aluminio

En cuanto al mercado de la materia prima para la línea productiva de aberturas de aluminio, analizaremos que tendencia ha tenido en los últimos periodos, ya que parte del proyecto se ve condicionado por el procesamiento de aluminio y, a su vez, estudiaremos si este mercado presenta cierta estabilidad en cuanto a la capacidad local de proveer el material necesario para la producción.

Para comenzar con el estudio de este sector productivo, tomaremos como referencia el *consumo doméstico de aluminio por producto* (se entiende por consumo doméstico al consumo de aluminio en nuestro país), poniendo énfasis en los extruidos, categoría donde se encuentran incluidos los perfiles para construcción (utilizados para la fabricación de aberturas de aluminio). En el siguiente gráfico se observa el comportamiento de este indicador, extraído del informe anual estadístico de la Cámara Argentina de la Industria del Aluminio y Metales Afines (CAIAMA).

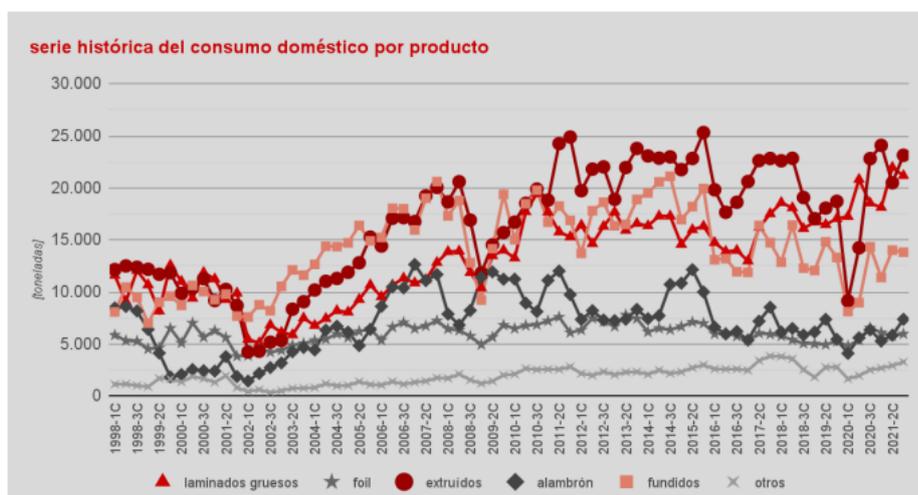


Imagen 40 - Consumo de aluminio en domicilio

Como se puede apreciar, en el último periodo el consumo de perfiles extruidos se encuentra cercano a los niveles máximos históricos para esta categoría, lo cual muestra una correspondencia con los índices de coyuntura del sector de la construcción, además de indicar que el mercado interno opta cada vez más por consumir este tipo de materia prima.

Si pasamos a estudiar si es mercado local proveedor de esta materia prima es capaz de suministrar lo necesario para la producción, sin recurrir en faltantes o mermas en su capacidad, podemos analizar la comparativa que realiza el ente mencionado anteriormente entre la producción nacional frente a la materia prima importada por el país con respecto al consumo total. Esta comparación arroja un resultado positivo para nuestro análisis, ya que según el informe publicado el 99% de las toneladas consumidas por nuestro mercado interno es de origen nacional, dato que asegura la provisión de la materia prima necesaria en todo momento.

consumo doméstico de perfiles para construcción

	2018-3C	2019-1C	2019-2C	2019-3C	2020-1C	2020-2C	2020-3C	2021-1C	2021-2C	2021-3C
total consumo	13.546	12.188	12.571	13.263	6.037	10.163	15.963	16.823	14.390	15.728
de origen doméstico	12.985	11.676	12.156	12.797	5.712	9.838	15.529	16.539	14.178	15.531
de origen importaciones	561	513	415	466	325	325	434	283	212	197
share producción doméstica	96%	96%	97%	96%	95%	97%	97%	98%	99%	99%



Imagen 41- Consumos domésticos de perfiles para construcción

2.1.3. Mercado competitivo

Unos de los mercados que es necesario analizar, de importancia similar que el mercado de la construcción y el de las materias primas, es el mercado competitivo. Estudiar el entorno de las empresas que se involucran en la misma actividad económica o que dirigen sus esfuerzos a abastecer necesidades similares de los clientes, brindará la información necesaria

para determinar donde la empresa se destaca y puede reafirmar su nicho de mercado mediante la implementación del presente proyecto.

Realizar un correcto análisis de los competidores permite conocer sus fortalezas y debilidades en comparación con nuestra empresa y así encontrar nuevas brechas en el mercado, además de que permite reconocer como mejorar la estrategia empresarial, como superar al competidor en áreas de atención al cliente y determina quienes son los competidores directos y si se comparte el mismo público objetivo, entre otras ventajas.

Primeramente, se presentará un listado ya filtrado de los principales intervinientes en los rubros que aborda Metalúrgica Dady, y luego, se harán diferentes análisis comparativos de los competidores para lograr un estudio más completo.

2.1.3.1. Listado de principales competidores

- *Deivel SRL* (Paraná, Entre Ríos)
- *Leffler-Dietz Aluminio* (General Ramírez, Entre Ríos)
- *Nexo Aberturas* (Paraná, Entre Ríos)
- *Borgert y Cía. SRL* (Villa Aranguren – Paraná, Entre Ríos)
- *Teknopar Aberturas* (Paraná – Concordia, Entre Ríos)
- *Aluplast Aberturas de Aluminio* (Urdinarrain – Gualeguaychú – Concepción del Uruguay – Colón, Entre Ríos)
- *Metalúrgica Rejas* (Paraná, Entre Ríos)
- *Metalúrgica FR SRL* (Paraná, Entre Ríos- Santa Fe, Santa Fe)
- *Herrería Fontana* (Paraná, Entre Ríos)
- *Herrería Lódolo* (Paraná, Entre Ríos)

2.1.3.2. Distribución de los competidores en los mercados objetivos

Uno de los estudios necesarios para determinar si es factible que la empresa realice inversiones con el objetivo de tomar una mayor porción de los mercados donde interviene, es reconocer los competidores que ofrecen sus productos en ellos, ya sea directamente o indirectamente, teniendo sus plantas productivas situadas en estas localidades objetivo o mediante puntos de venta, etc. De esta manera, se tendrá un pantallazo de que tan amplia o reducida es la competencia en estos sectores.

Para la recolección de la información que nos permita obtener diferentes conclusiones acerca de esta distribución de las empresas competidoras se recurrió a realizar encuestas, visitas a empresas locales y diálogo con industriales del sector.

2.1.3.3. Comparación con los principales competidores

Otro análisis que se debe realizar para conocer la posición de la empresa dentro del mercado competitivo es el estudio de las fortalezas y debilidades que presentan las demás empresas intervinientes en la misma actividad comercial. Estas comparaciones permiten identificar nuevas brechas a explotar en el mercado y asimilar estrategias que pueden resultar útiles para reforzar el posicionamiento de la fábrica.

Para este análisis se realizará una tabla en donde se contemplarán los tipos de clientes objetivos, los productos ofrecidos al mercado, las fortalezas y debilidades identificadas y las estrategias de marketing utilizadas.

Tabla 2 - Comparativas en el Mercado competitivo

	Metalúrgica Dady	Deivel SRL	Leffler-Dietz Aluminio	Nexo Aberturas	Borgert y Cía SRL	Tecknopar Aberturas	Aluplast Aberturas de Aluminio	Metalúrgica Rejas	Metalúrgica FR SRL	Herrería Fontana	Herrería Lódo
Cientes objetivo	Cientes minoristas y mayoristas	Cientes minoristas y mayoristas	Cientes minoristas y mayoristas	Cientes mayoristas	Cientes minoristas y mayoristas	Cientes minoristas y mayoristas	Cientes minoristas y mayoristas	Cientes minoristas y mayoristas	Cientes minoristas y mayoristas	Cientes minoristas	Cientes minoristas
Ubicación	Paraná	Paraná	General Ramirez	Paraná	Villa Aranguren - Paraná	Paraná - Concordia	Urdinarrain - Gualeguaychu - Concep. del Uruguay - Colón	Paraná	Paraná - Santa Fe	Paraná	Paraná
Líneas productivas	Aluminio y Acero	Aluminio	Aluminio	Aluminio, Acero y PVC	Aluminio	Aluminio y Acero	Aluminio	Acero	Aluminio	Acero	Aluminio y Acero
Productos ofrecidos	Aberturas y cerramientos de aluminio. Puertas placas. Barandas metálicas. Portones automatizados. Escaleras. Rejas de todo tipo	Aberturas y cerramientos de aluminio. Portones de aluminio. Barandas, pisos y techos de vidrio. Cortinas industriales y comerciales de enrollar	Aberturas y cerramientos de aluminio. Portones de aluminio. Barandas, pisos y techos de vidrio. Cortinas industriales y comerciales de enrollar	Aberturas y cerramientos de aluminio. Aberturas de acero y PVC. Portones de chapa	Aberturas y cerramientos de aluminio. Barandas. Techos de vidrio	Aberturas y cerramientos de aluminio. Puertas placas. Puertas de chapa inyectadas. Rejas estandar para aberturas	Aberturas y cerramientos de aluminio. Barandas. Cortinas para interiores y exteriores. Puertas placas. Portones automatizados de aluminio. Cielorrasos de PVC y metálicos	Portones automatizados. Rejas de todo tipo. Estructuras metálicas. Cortinas industriales y comerciales de enrollar	Aberturas y cerramientos de aluminio. Cortinas de varios tipos. Portones de aluminio. Techos de vidrio	Portones automatizados. Cerramientos en acero. Rejas de todo tipo. Pergolas.	Aberturas de aluminio. Portones automatizados Cortinas industriales y comerciales de enrollar.
Tipo de producción	Estandar y a medida	Estandar y a medida	Estandar y a medida	Estandar y a medida	Estandar y a medida	A medida	Estandar y a medida	A medida	Estandar y a medida	Estandar y a medida	Estandar y a medida
Fortalezas	Productos en 2 líneas de perfilera de aluminio. Proceso flexible permitiendo gran variedad de productos y personalización. Calidad alta en la terminación de los productos	Productos en 8 líneas diferentes de perfilera de aluminio. Pertenecen a la red de carpinteros certificados de ALUAR	Productos en 7 líneas diferentes de perfilera de aluminio. Calidad alta en productos a medida	Presencia en 4 países. Más de 1000 puntos de ventas en Argentina. Alto grado de variedad en productos de Acero, Aluminio y PVC	Productos en 5 líneas diferentes de perfilera de aluminio. Calidad alta en productos a medida. Posee punto de venta en Paraná	Productos en 2 líneas de perfilera de aluminio. Punto de venta en otros mercados de la región. Ofrecen otras variantes complementarias a las aberturas de aluminio	Presencia en diferentes puntos de la región mediante puntos de venta. Productos en 5 líneas diferentes de perfilera de aluminio. Ofrecen otras variantes complementarias a las aberturas de aluminio	Capacidad de realizar obras de gran porte en estructuras metálicas. Variedad de productos, proceso flexible	Punto de venta fuera de la provincia permitiendo captar nuevos mercados. Productos en 8 líneas diferentes de perfilera de aluminio	Proceso flexible para realizar obras de diferentes indoles	Proceso flexible para realizar obras de diferentes indoles
Debilidades	No posee puntos de ventas en diferentes ubicaciones. No se implementan canales de comercialización digitales. Procesos productivos tradicionales	No posee puntos de ventas en diferentes ubicaciones. Producción con un solo tipo de materia prima	Producción propia con un solo tipo de materia prima. Su planta productiva no se ubica donde se concentran los principales mercados locales. No posee puntos de ventas en diferentes ubicaciones	Solo realizan cerramientos integrales a medida para grandes obras. El cliente minoritario debe recurrir a un revendedor o punto de venta oficial. Calidad media en productos estandar	Producción propia con un solo tipo de materia prima. Su planta productiva no se ubica donde se concentran los principales mercados locales	Escasa variedad en productos de acero y nula personalización de los mismos.	Producción propia con un solo tipo de materia prima. Su planta productiva no se ubica donde se concentran los principales mercados locales	No posee puntos de ventas en diferentes ubicaciones. Producción propia con un solo tipo de materia prima	Producción propia con un solo tipo de materia prima	No posee puntos de ventas en diferentes ubicaciones. Producción propia con un solo tipo de materia prima	No posee puntos de ventas en diferentes ubicaciones. Escasa variedad en aberturas y cerramientos en aluminio
Marketing	Reputación entre los clientes. Líneas telefónicas	Reputación entre los clientes. Medios de comercialización digitales	Reputación entre los clientes. Medios de comercialización digital	Trabajo conjunto con revendedores. Puntos de ventas distribuidos estratégicamente. Medios de comercialización digitales	Puntos de venta en cercanía a los principales mercados. Reputación entre los clientes. Medios de comercialización digitales	Puntos de venta en cercanía a los principales mercados. Reputación entre los clientes. Medios de comercialización digitales	Puntos de venta en cercanía a los principales mercados. Reputación entre los clientes. Medios de comercialización digitales	Reputación entre los clientes. Medios de comercialización digitales	Puntos de venta en cercanía a los principales mercados. Reputación entre los clientes. Medios de comercialización digitales	Reputación entre los clientes. Medios de comercialización digitales	Reputación entre los clientes. Medios de comercialización digitales

Como se observa en la tabla anterior, la empresa mediante la implementación del nuevo proyecto debe lograr explotar las fortalezas detectadas frente a sus principales competidores, como lo son la calidad que destaca a sus productos y sus procesos flexibles permitiendo logran gran variedad en los mismos a la vez de su alto nivel de personalización. Conjuntamente con reforzar las fortalezas detectadas, se debe trabajar sobre las debilidades detectadas, ya que los competidores obtienen una ventaja dentro de los mercados debido a

factores como poseer modernos procesos productivos estandarizados y a la altura de elevados niveles productivos, entre otros factores.

3. Objetivos del proyecto

Realizado el estudio de los sectores productivos donde la empresa se ve involucrada y, llegando a la conclusión de que es factible realizar inversiones debido al auge que experimentan actualmente estos mercados, es momento de fijar los objetivos generales y específicos del presente proyecto.

3.1. Objetivos generales del proyecto

- Aumentar los niveles de producción actuales
- Aumentar la eficiencia y mejorar los tiempos productivos
- Disminuir costos de producción
- Mejorar las condiciones generales de la planta productiva
- Normalizar las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo
- Normalizar la instalación eléctrica

3.2. Objetivos específicos del proyecto

Para comenzar a establecer los objetivos específicos del proyecto, es necesario establecer los niveles de producción que se quieren alcanzar como resultado de la implementación del proyecto. Para ello, se deben tener en cuenta los resultados obtenidos de la investigación del mercado de la construcción para los municipios en donde la empresa desarrolla su actividad y fijar que porción de mercado que desea abarcar.

Primeramente, realizaremos la estimación de aberturas, cerramientos y estructuras metálicas que demandan en promedio las construcciones nuevas de univiviendas sin locales, con locales, multiviviendas sin locales y con locales. A su vez, se fijará un número determinado de productos para la categoría ampliaciones. Los valores estipulados para cada caso son

establecidos a través de la experiencia de la empresa y de una revisión de edificaciones por parte del grupo de trabajo.

Construcciones nuevas de Univiviendas sin locales y con locales.

Para el caso de las Univiviendas, se tomará como base una vivienda de tres (3) habitaciones, dos (2) baños, una (1) cocina - comedor, una (1) sala de estar y un (1) garaje para albergar un vehículo.

Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Univiviendas sin locales	6	1	3	6	1	1	1	10
Univiviendas con locales	7	1	4	8	1	1	1	10

Construcciones nuevas de Multiviviendas sin locales y con locales

Para el caso de las Multiviviendas, se tomará como base un edificio de siete (7) pisos y cuatro (4) departamentos por piso, con el objetivo de establecer un promedio entre los edificios de ocho (8) o más pisos y más de cuatro (4) departamentos por piso y las multiviviendas de tres (3) pisos con dos (2) o más departamentos por piso. A su vez, se tomará como ejemplo un departamento de una (1) cocina comedor, un (1) dormitorio, un (1) baño y un (1) balcón.

Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Multiviviendas sin locales	30	28	70	28	1	0	32	0
Multiviviendas con locales	31	28	71	30	1	0	32	0

Ampliaciones de Univiviendas

Para el caso de las ampliaciones de univiviendas se contempla una ampliación que involucre dos (2) puertas de abrir y una (1) de dos hojas corredizas, dos (2) ventanas y diez (10) metros de reja.

Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Univiviendas sin locales	1	1	1	2	0	0	0	10
Univiviendas con locales	1	1	1	2	0	0	0	10

Ampliaciones de Multiviviendas

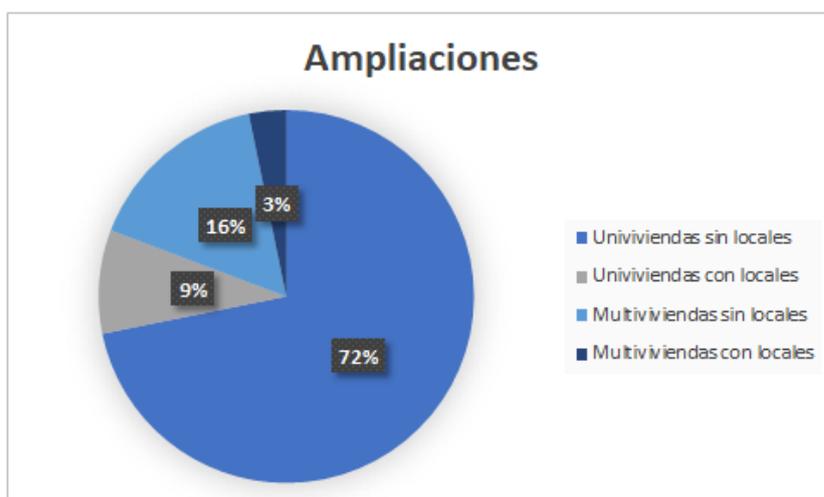
Para el caso de ampliaciones de multiviviendas, se tomará como parámetro una ampliación que involucre una (1) puerta y una (1) ventana por piso.

Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Multiviviendas sin locales	3	0	4	7	0	0	0	0
Multiviviendas con locales	3	0	4	7	0	0	0	0

Si plasmamos el mercado de la construcción (permisos otorgados para la construcción) en un gráfico de torta y, contemplando un 40% de construcciones no declaradas para el caso de las ampliaciones de las univiviendas basados en la experiencia en el sector, el resultado es el siguiente:

Tabla 3 - Cantidad de uni y multiviviendas - mercado de la construcción

	Construcciones nuevas	Ampliaciones	Ampliaciones con corrección del 40% no declarado
Univiviendas sin locales	159	64	90
Univiviendas con locales	9	8	11
Multiviviendas sin locales	26	20	20
Multiviviendas con locales	9	4	4



Cuantificadas las cantidades de productos que demanda cada tipo de construcción contempladas para nuestro proyecto, la empresa se plantea el objetivo de captar el 15% del mercado en cada categoría analizada de los municipios en donde ha tenido participación activa a lo largo de su historial.

Definida la porción de mercado que la empresa desea captar, los niveles de producción quedan fijados en los siguientes valores según las cantidades de productos fijadas anteriormente para cada categoría de edificación. Cabe mencionar que los resultados han sido redondeados con el objetivo de obtener unidades enteras de productos.

Mercado objetivo 15%		
	Construcciones nuevas	Ampliaciones
Univiviendas sin locales	24	13
Univiviendas con locales	1	2
Multiviviendas sin locales	4	3
Multiviviendas con locales	1	1

Cantidades a producir según mercado objetivo 15%								
Construcciones nuevas								
Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Univiviendas sin locales	143	24	72	143	24	24	24	239
Univiviendas con locales	9	1	5	11	1	1	1	14
Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Multiviviendas sin locales	117	109	273	109	4	0	125	0
Multiviviendas con locales	42	38	96	41	1	0	43	0
Ampliaciones								
Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Univiviendas sin locales	13	13	13	27	0	0	0	134
Univiviendas con locales	2	2	2	3	0	0	0	17
Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Multiviviendas sin locales	9	0	12	21	0	0	0	0
Multiviviendas con locales	2	0	2	4	0	0	0	0

Las cantidades totales estimadas a producir anualmente para cada categoría de producto para ese segmento de mercado quedan definidas de la siguiente manera:

Niveles de producción según mercado objetivo 15%								
Producto	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Cantidades totales	337	187	189	250	30	25	150	403

A su vez, si consideramos nuevos canales de comercialización a implementar con el objetivo de llegar a una porción del mercado no considerado en nuestro estudio, podemos sumar a nuestra producción las siguientes cantidades estipuladas de productos:

Niveles de producción según nuevos canales de comercialización								
Producto	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Cantidades mensuales	10	5	10	10	2	0	0	0
Cantidades totales	120	60	120	120	24	0	0	0

Finalmente, los nuevos niveles objetivos de producción totales anuales para la empresa en base al estudio de mercado y, teniendo en cuenta las consideraciones que fueron realizadas, quedan de la siguiente manera:

Niveles de producción totales objetivo								
Producto	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Cantidades totales anuales	457	247	309	370	54	25	150	403
Cantidades totales mensuales	38	21	26	31	5	2	13	34

3.3. Valor generado a partir de la implementación del proyecto

De la implementación de los diseños, propuestas y planteamientos surgidos debido al presente proyecto surgen diversas condiciones beneficiosas para la empresa a la cual está destinado el mismo. Estos valores generados se pueden materializar como mejoras en las condiciones de trabajo para el personal en planta, reducción de tiempos improductivos, mayores volúmenes de producción, estandarización, etc., las cuales se traducen en las siguientes situaciones favorables:

- ✓ Mayor ingreso por ventas
- ✓ Mayor demanda de trabajo y por ende capacidad de generación de puestos de trabajo
- ✓ Propuesta diferente para captar los clientes mayoritarios buscados, al ofrecer la línea de aberturas de aluminio estándar y los cerramientos de aluminio y hierro necesarios en obras de gran porte por parte de un solo oferente
- ✓ Capacidad de ofrecer aberturas de aluminio a clientes minoristas a menor costo, al estandarizar las líneas productivas y contar con la capacidad de tener una producción personalizada mediante un proceso flexible

- ✓ Posibilidad de establecer una relación comercial con la empresa por parte de los clientes a través de nuevos canales de ventas
- ✓ Condiciones de trabajo adecuadas en cuanto a ergonomía, higiene y seguridad para el personal
- ✓ Capitalización de la empresa y mejora en la posición de la misma en el mercado competitivo

4. Características de los productos a fabricar

Una vez establecidos los volúmenes de producción objetivos a alcanzar mediante la implementación del presente proyecto, es necesario definir las características generales que tendrán los diferentes productos que ofrece la empresa considerados en el estudio de mercado, con el fin de obtener los volúmenes de materia prima necesarios, definir los procesos productivos acordes a cada producto y los espacios físicos necesarios para llevar a cabo la producción.

En el presente apartado, se detallarán las principales características de cada producto basados en investigaciones propias realizadas, como así también, como resultado de la experiencia de la empresa en cuanto a los modelos más solicitados dentro de la amplia gama de personalización de cada tipo de trabajo realizado, perfiles y tipos de materiales utilizados, etc., con el objetivo de acotar el rango de estudio.

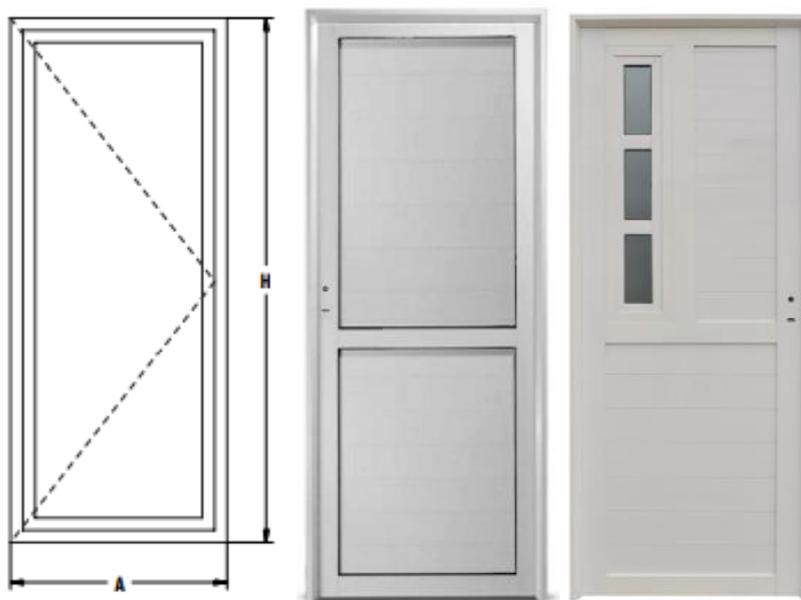
Cabe mencionar que las dimensiones tomadas para definir el producto solo tienen relevancia para el cálculo de la materia prima mínima a tener en stock y las estimaciones de espacios físicos considerados en etapas posteriores del presente proyecto, ya que las mismas pueden ir cambiando según el tipo de encargo y personalización que se realice para cada cliente. Para definir las características técnicas principales de las aberturas, estructuras y cerramientos se recurrirá a los manuales técnicos de las distintas perfilierías, fabricantes y tablas.

➤ Puertas de rebatir de aluminio

Las puertas de abrir de acceso a las viviendas y a aquellos ambientes que requieran de un grado de seguridad acorde se producirán completamente de aluminio en ambas líneas de perfilería, siendo las mismas completamente ciegas. A su vez, si el cliente desea incorporar un ingreso de luz o por algún detalle estético, se colocará un vidrio que cumpla con estos requisitos, sin descuidar en ningún momento el aspecto de la seguridad.

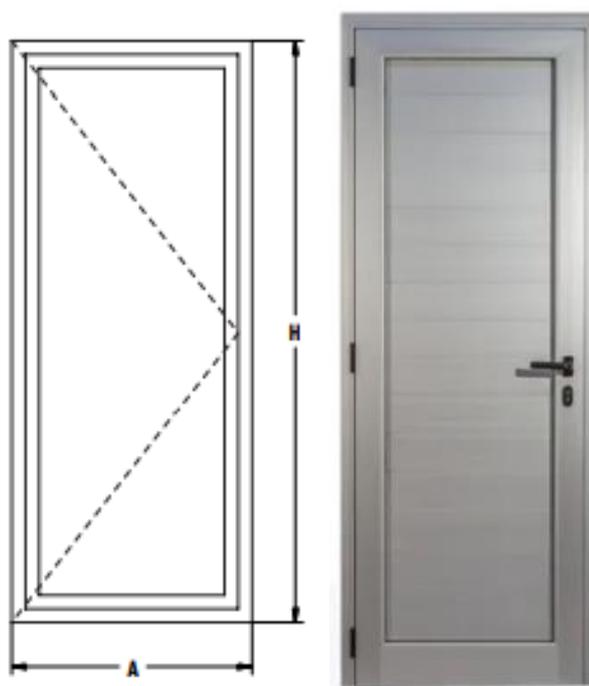
Para la puerta de rebatir de aluminio, por recomendación de la empresa se fijarán las dimensiones en 0,80[m] x 2[m].

1. Puerta de rebatir tipo tablero tubular línea Herrero



Descripción	Perfil	Cantidad	Corte
Jamba marco	193	2	90-45
Dintel marco	193	1	45-45
Parante de hoja	179	2	90-90
Travesaño superior de hoja	180	1	90-90
Travesaño inferior de hoja	180	1	90-90
Travesaño intermedio de hoja	180	1	90-90
Revestimiento tubular	232	15	90-90
Contra vidrio interno (en caso de llevar)	231	4	90-90
Contra vidrio externo (en caso de llevar)	231	4	90-90
Tapa canto central hoja	940	1	90-90
Escuadra de armado	37	2	90-90

2. Puerta de rebatir de aluminio línea Modena



Descripción	Perfil	Cantidad	Corte
Jambas premarco	6205	2	45-90
Dintel premarco	6205	1	45-45
Jambas tapa premarco	6206	2	45-90
Dintel tapa premarco	6206	1	45-45
Jambas marco	6216	2	45-90
Dintel marco	6216	1	45-45
Jambas hoja	6214	2	45-90
Cabezal hoja	6214	1	45-45
Zócalo de hoja	6219	1	90-90
Travesaño de hoja	6218	1	90-90
Revestimiento tubular	6428	12	90-90

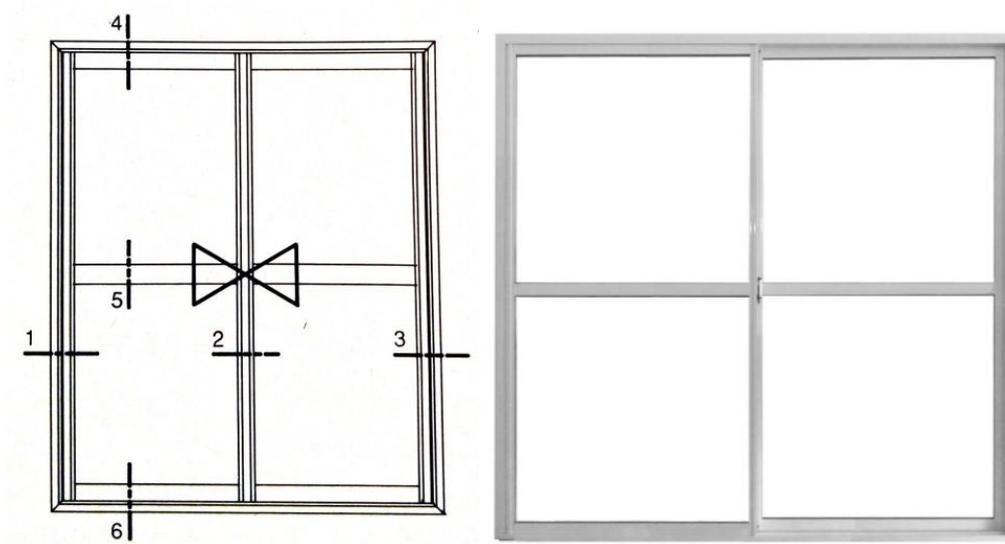
➤ Puertas y ventanas corredizas de dos hojas de aluminio

Este tipo de aberturas suelen ser utilizadas en viviendas para ingresos y egresos a patios, espacios verdes, quinchos, balcones, etc., por lo que su principal característica es la portación de grandes paneles de vidrio para priorizar la vista hacia el exterior y la iluminación natural de los ambientes. Estas puertas, al ser corredizas, posibilitan el pasaje de las personas de un sitio al otro al igual que las puertas de rebatir antes descritas y, además presentan la

posibilidad de quitar las hojas del marco, dando lugar a pasaje mucho más grande para los casos que lo requieran.

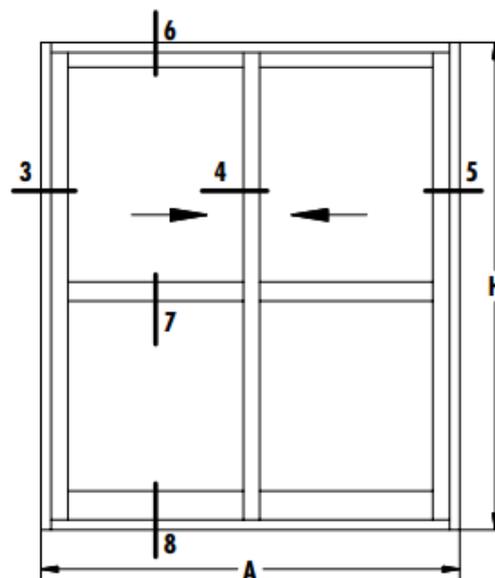
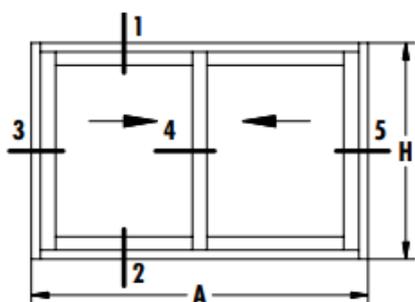
Para las puertas se tomará como base una abertura de dos hojas corredizas de 0,75x2[m] cada una y para las ventanas, una abertura de dos hojas corredizas de 0,60x1000[m] cada una de ellas.

1. Puertas y ventanas corredizas de dos hojas línea Herrero



Descripción	Perfil	Corte	Puerta	Ventana
Jamba marco	1	45-45	2	2
Dintel y umbral marco	1	45-45	2	2
Zocalo y cabezal hoja	2	90-90	2	4
Parante lateral hoja	3	90-90		2
Parante central hoja	4	90-90		2
Mosquitero	5	45-45	4	4
Travesaño mosquitero	90	90-90	2	
Parante lateral reforzado hoja	53	90-90	2	
Parante central reforzado hoja	54	90-90	2	
Zocalo alto	44	90-90	2	
Escuadra de armado	37	90-90	2	4

2. Puertas y ventanas corredizas de dos hojas de aluminio línea Módena



Descripción	Perfil	Corte	Puerta	Ventana	Puerta DVH	Ventana DVH
Jambas premarco	6205	45-45	2	2	2	2
Umbral y dintel premarco	6205	45-45	2	2	2	2
Jambas tapa premarco	6206	45-45		2		2
Jambas tapa premarco	6206	45-90	2		2	
Umbral y dintel tapa premarco	6206	45-45		2		2
Dintel tapa premarco	6206	45-45	1		1	
Jambas marco	6201	90-90	2	2	2	2
Umbral y dintel marco	6200	90-90	2	2	2	2
Parante lateral de hoja	6203	90-90	2	2		
Zócalo y cabezal de hoja	6204	90-90		4		
Cabeal de hoja	6204	90-90	2			
Parante central	6207	90-90	1			
Parante central con tirador	6208	90-90	1			
Zócalo alto	6209	90-90	2			
Travesaño de hoja	6239	90-90	2			
Parante lateral de hoja	6248	90-90			2	2
Zócalo y cabezal de hoja	6249	90-90				4
Cabezal de hoja	6249	90-90			2	
Parante central	6250	90-90			1	
Parante central con tirador	6251	90-90			1	
Zócalo alto	6252	90-90			2	
Travesaño de hoja	6253	90-90			2	
Zócalo y cabezal de mosquitero	6255	45-45	2	2	2	2
Jambas mosquitero	6255	45-45	2	2	2	2
Travesaño mosquitero	6256	90-90	1		1	

➤ Puertas placas simple contacto

Debido a un factor principalmente económico, en un elevado porcentaje de las construcciones nuevas de univiviendas y multiviviendas las puertas interiores de los diferentes ambientes son de este tipo de cerramiento, compuesto por un marco de aluminio amurado a las paredes de la vivienda y la hoja de abrir de madera contrachapada o algún tipo de madera sólida liviana como pino o cedro.

El trabajo por parte de la empresa para la fabricación de esta abertura consiste en el armado del marco de aluminio y el montaje de la cerradura y los diferentes herrajes. Para el marco de este tipo de puerta, se utilizarán los mismos perfiles que para las puertas completamente de aluminio de la línea Herrero. Las medidas para estas serán de 0,80[m] x 2[m].

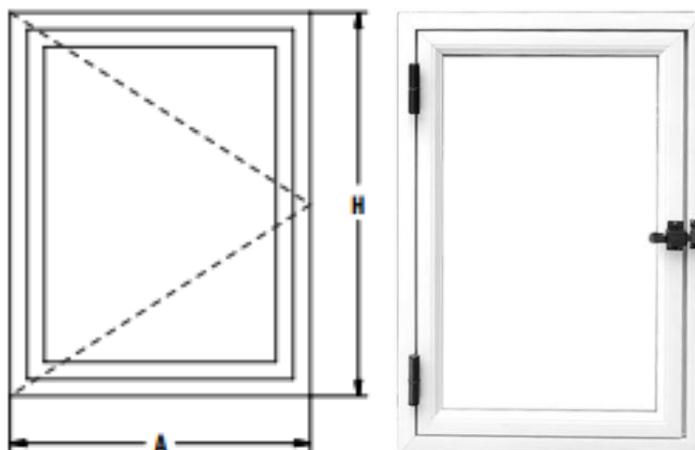


Descripción	Perfil	Cantidad	Corte
Jamba marco	681	2	90-45
Dintel marco	681	1	45-45
Escuadra de armado	37	2	90-90

➤ Ventanas de abrir de aluminio

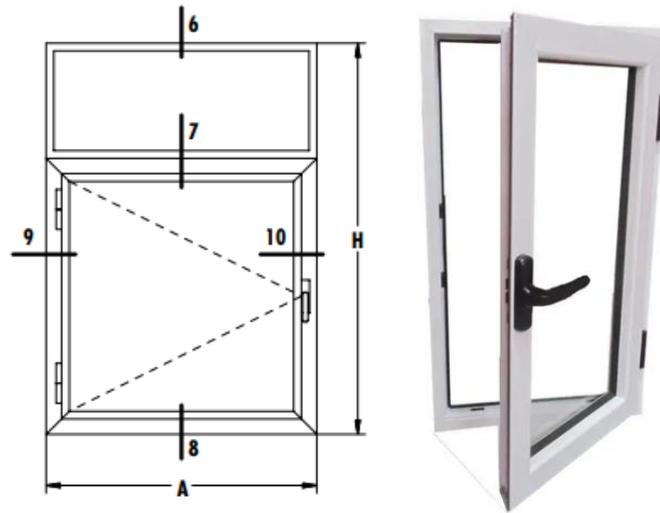
Para las ventanas, en concordancia con la tendencia actual del mercado, solo se fabricarán solamente de aluminio, del tipo corrediza y de abrir, de una, dos o más hojas en ambas líneas de perfilería, según lo requiera el cliente. Por recomendación de la empresa se tomará como base una abertura de una hoja de 0,80[m] x 1,2[m].

1. Ventana de abrir de una hoja línea Herrero



Descripción	Perfil	Cantidad	Corte
Jamba marco	821	2	45-45
Dintel y umbral marco	821	2	45-45
Zocalo y cabezal hoja	44	2	45-45
Parante hoja	103	2	45-45
Escuadra de armado	37	4	90-90

2. Ventana de abrir de una hoja línea Modena



Descripción	Perfil	Cantidad	Corte
Jambas premarco	6205	2	45-45
Umbral y dintel premarco	6205	2	45-45
Jambas tapa premarco	6206	2	45-45
Umbral y dintel tapa premarco	6206	2	45-45
Jambas marco	6210	2	45-45
Umbral y dintel marco	6210	2	45-45
Jambas de hoja	6234	2	45-45
Zócalo y cabezal de hoja	6234	2	45-45

➤ Portones metálicos

Para el caso de los portones metálicos para cerramiento de garajes, cocheras, depósitos y demás espacios físicos de edificaciones, como es tan variado el espectro de modelos que se fabrican de acuerdo con los deseos del cliente, a fin de definir las principales características y materias primas necesarias se tomarán dos de los modelos más habituales, que a su vez involucren un proceso productivo que permita contemplar las variaciones que existan con respecto a otros modelos. Es importante aclarar que ambos modelos de portones pueden ser del tipo levadizo o corredizo sin grandes variaciones constructivas y de materiales.

Para este tipo de cerramiento se tomará una dimensión de 2,50[m] x 2,10[m] para el cálculo de las materias primas a utilizar en su fabricación.

1. Modelo de portón ciego con chapa plegada



Portón ciego de chapa plegada levadizo			
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado
Parante de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90
Travesaño de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90
Revestimiento	Chapa laminada 1220x2440 [mm]	2	10 golpes a 90
Guía portón	Hierro ángulo 2"x3/16"	4	90-90
Cajón contrapeso	Chapa laminada 1,2 [mm]	2	4 golpes a 90
Guía cajón contrapeso	Hierro ángulo 1"x1/8"	8	90-90
Brazo de portón	Planchuela 1,5"x1/8"	2	90-90
Portón ciego de chapa plegada corredizo			
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado
Parante de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90
Travesaño de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90
Parante marco	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	1	90-90
Tapa juntas	Planchuela 2"x1/8"	1	90-90
Revestimiento	Chapa laminada 1,2 [mm]	2	10 golpes a 90
Guía portón	Hierro ángulo 1"x1/8"	1	90-90

2. Modelo de portón con revestimiento de caños estructurales



Portón con revestimiento de caños estructurales levadizo			
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado
Parante de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90
Travesaño de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90
Revestimiento	Caño estructural 20x40x1,2 [mm]	14	90-90
Revestimiento	Caño estructural 20x20x1,2 [mm]	10	90-90
Guía portón	Hierro ángulo 2"x3/16"	4	90-90
Cajón contrapeso	Chapa laminada 1,2 [mm]	2	4 golpes a 90
Guía cajón contrapeso	Hierro ángulo 1"x1/8"	8	90-90
Brazo de portón	Planchuela 1,5"x1/8"	2	90-90
Portón con revestimiento de caños estructurales corridizo			
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado
Parante de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90
Travesaño de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90
Parante marco	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	1	90-90
Tapa juntas	Planchuela 2"x1/8"	1	90-90
Revestimiento	Caño estructural 20x40x1,2 [mm]	14	90-90
Revestimiento	Caño estructural 20x20x1,2 [mm]	10	90-90
Guía portón	Hierro ángulo 2"x3/16"	4	90-90

➤ Escaleras metálicas

Para el caso de las escaleras metálicas, las cuales son utilizadas en viviendas, comercios, depósitos, etc., para acceder a una planta superior, a fin de definir las principales características y materias primas necesarias se tomarán los dos modelos más habituales que la empresa fabrica, uno de los cuales tiene peldaños de material desplegado como principal característica y el otro posee peldaños de madera.

Ambos modelos involucran un proceso productivo muy similar y que permite, a su vez, contemplar las variaciones que existan con respecto a otros modelos. Se tomará como base una escalera de dos tramos rectos y un descanso intermedio, con una altura entre plantas de

3[m] y una altura estándar entre peldaños de 17[cm], dando como resultado un total de 18 peldaños.



Escalera metálica con peldaños de material desplegado			
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado
Largueros tramo corto	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90
Travesaños tramo corto	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	1	90-90
Largueros tramo largo	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90
Travesaños tramo largo	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90
Marco ancho peldaños	Hierro ángulo 1"x1/8"	32	45-45
Marco largo peldaños	Hierro ángulo 1"x1/8"	32	45-45
Revestimiento peldaños	Material desplegado	16	90-90
Soporte peldaños	Planchuela 1"x3/16"	32	90-90
Travesaños descanso	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90
Marco descanso	Hierro ángulo 1"x1/8"	4	45-45
Escalera metálica con peldaños de madera			
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado
Largueros tramo corto	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90
Travesaños tramo corto	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	1	90-90
Largueros tramo largo	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90
Travesaños tramo largo	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90
Peldaños	Madera	19	90-90
Soporte peldaños	Planchuela 1"x3/16"	64	90-90
Travesaños descanso	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90

➤ **Barandas metálicas**

En lo que respecta a las barandas metálicas, el modelo que se escoge con fines de obtener los materiales necesarios para su fabricación tiene como principal característica de estar conformada por caños estructurales en su totalidad. Si bien existen y la empresa ha fabricado modelos que poseen vidrios como cerramiento por debajo del pasamanos, son el menor de los casos, por los que no serán tomados en cuenta en este análisis general.

Como base para el cálculo de los principales materiales se tomará como unidad de baranda, un tramo que posee 3[m] de longitud entre parantes de sujeción.



Baranda metálica			
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado
Parante de sujeción	Caño estructural 40x40x1,2[mm]	6	90-90
Pasamanos largo	Caño pasamano omega 36x57x1,2[mm]	1	45-45
Pasamanos corto	Caño pasamano omega 36x57x1,2[mm]	2	90-45
Travesaños de cerramiento largos	Caño estructural 10x20x1,2[mm]	5	90-45
Travesaños de cerramiento cortos	Caño estructural 10x20x1,2[mm]	5	45-45
Oreja de sujeción	Planchuela 3/4"x1/8"	12	90-90
Perno separador	Hierro redondo Ø10[mm]	6	90-90
Tapa parante sujeción	Chapa laminada 1,2[mm]	6	90-90

➤ Rejas de seguridad

Las rejas de seguridad representan uno de los productos con mayor historia para la empresa, ya que de los productos que analizamos en el presente proyecto es el que mayor tiempo ha permanecido ofreciendo al mercado. Con respecto a los modelos ofrecidos al mercado existe una gran variedad, según el tipo de cerramiento que se quiera lograr, el presupuesto disponible del cliente, el gusto y diseño que este desee y el espacio físico disponible para la instalación.

Como el rango de modelos es tan amplio, para el análisis de los principales materiales a mantener en stock nos acotaremos a contemplar uno de los modelos más comunes y habituales de rejas que la empresa suele fabricar y que ha tenido gran repercusión dentro de sus clientes a lo largo de los años. A su vez, este modelo permite linealizar el metro de reja como unidad de medida para obtener los valores que son buscados en las diferentes etapas del presente proyecto.

El modelo de reja que se toma como base es el clásico enrejado de barrotes de caños estructurales, con puntas decorativas de aluminio en sus extremos (en los casos en que el espacio de la abertura a proteger no lo permite, el modelo se termina recto sin este decorativo) y un revestimiento inferior de chapa perforada o material desplegado.



Reja de seguridad (por metro)			
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado
Barrotes	Caño estructural 20x20x1,2[mm]	7	90-90
Travesaño	Caño estructural 20x30x1,2[mm]	2	90-90
Planchuelas de refuerzo	Planchuela 1"x1/8"	6	90-90
Planchuelas de terminación	Planchuela 1/2"x1/8"	4	90-90
Revestimiento	Material desplegado	1	90-90
Columnas	Caño estructural 80x80x1,6[mm]	1,85	90-90

5. Procesos productivos intervinientes

Con el objetivo de definir la maquinaria, equipamientos, herramental, servicios auxiliares, espacios físicos necesarios y demás complementos requeridos para producir a los nuevos niveles productivos establecidos como objetivo a alcanzar mediante la implementación del presente proyecto, es necesario fijar los procesos operativos de cada línea productiva interviniente en la fábrica.

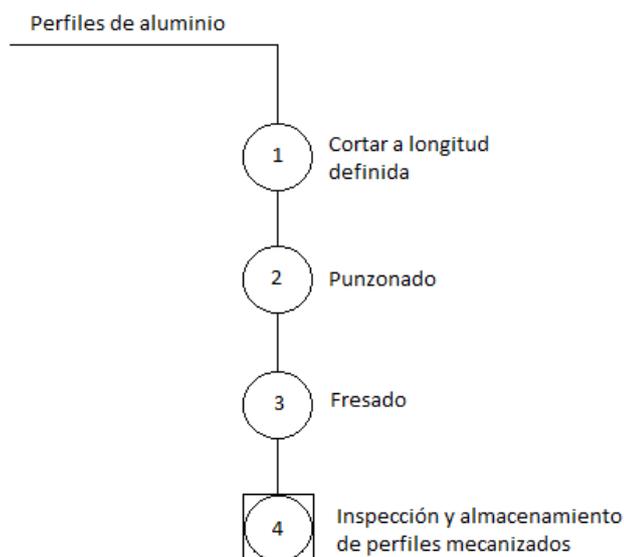
Los diagramas de procesos permiten orientar la distribución futura de la planta para cumplir con las nuevas capacidades, delimitan los sectores productivos necesarios y el flujo de material y productos semielaborados en toda la planta, entre otros beneficios de aplicar esta metodología de estudio, los cuales se verán reflejados en etapas posteriores.

Primeramente, se establecen los diagramas de procesos operativos para la línea de aluminio, la cual se compone de tres procesos principales que permiten dar lugar a la

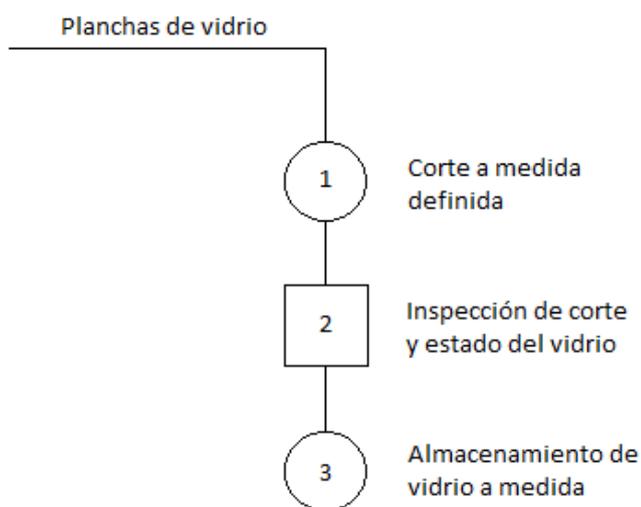
fabricación de aberturas, desde el almacenamiento de la materia prima, hasta la expedición del producto terminado. Luego, se desarrolla de la misma manera, los procesos operativos intervinientes en la línea productiva de trabajos en acero, la cual también se compone de tres procesos principales.

5.1. Línea productiva de aluminio

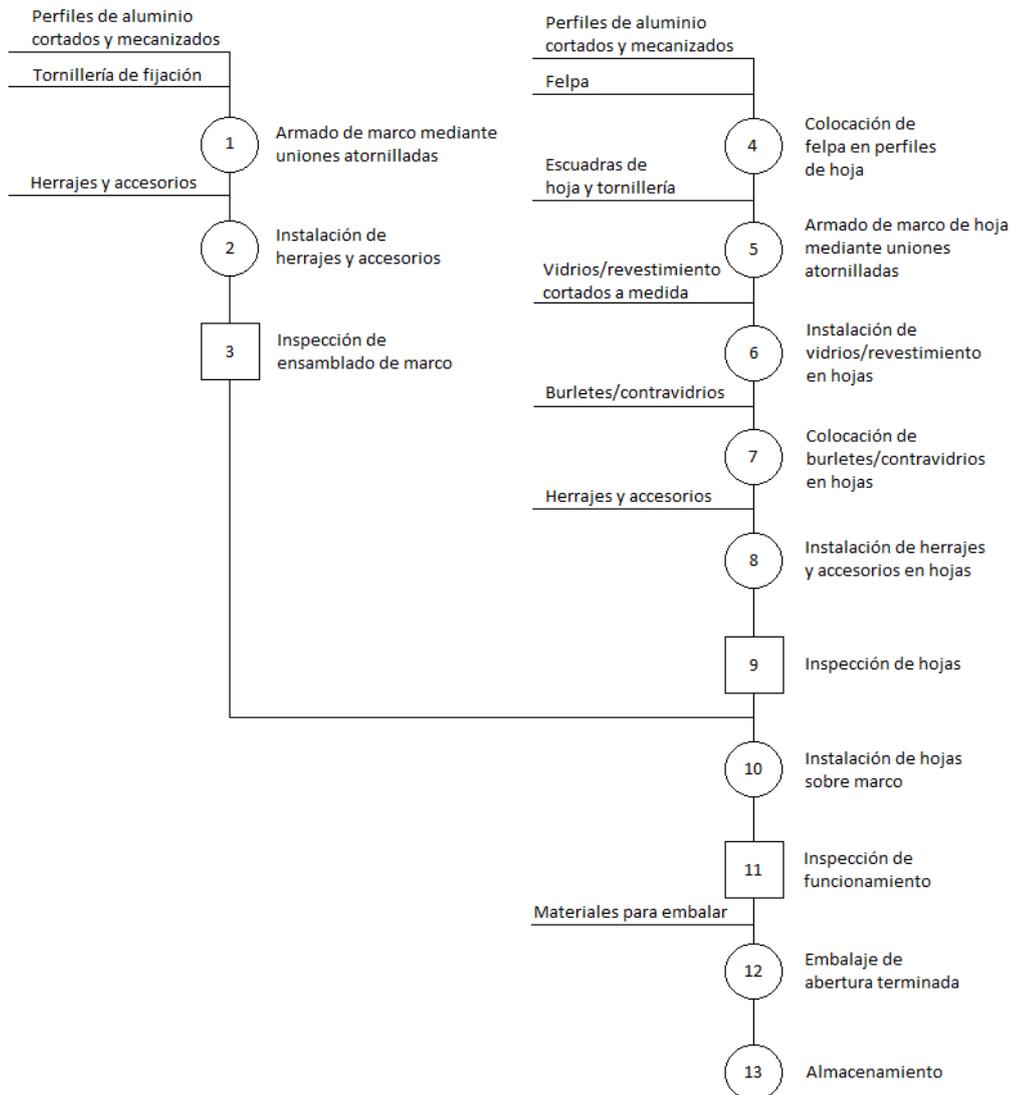
5.1.1. Mecanizado de perfiles de aluminio

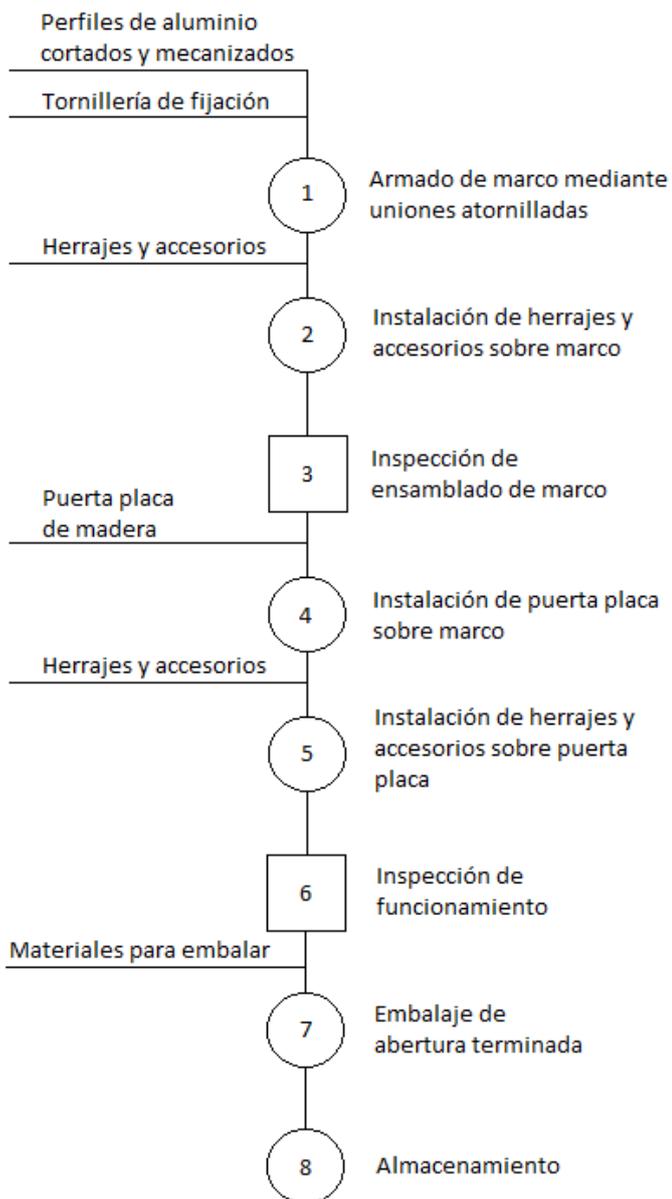


5.1.2. Corte y manipulación de vidrios



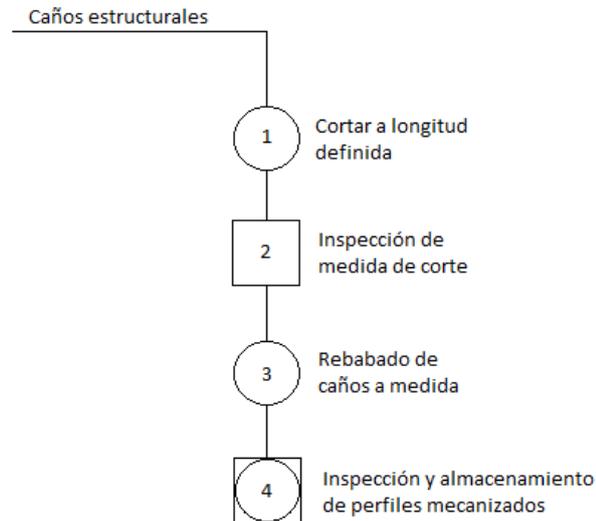
5.1.3. Ensamble de aberturas de aluminio



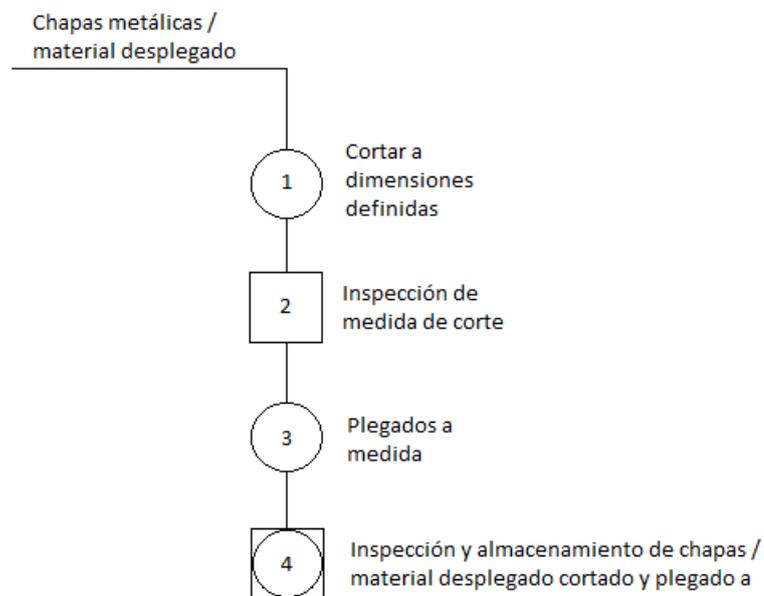


5.2. Línea productiva de acero

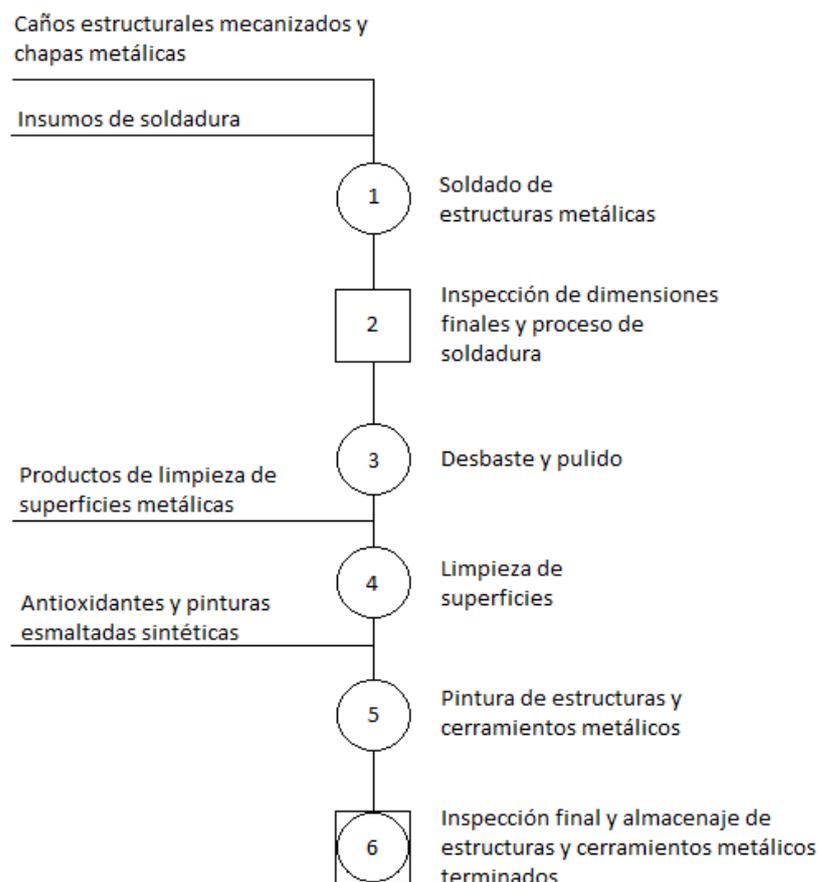
5.2.1. Mecanizado de caños estructurales



5.2.2. Corte y plegado de chapas y material desplegado



5.2.3. Soldadura, ensamble y terminación de cerramientos y estructuras metálicas



6. Sectores y sistemas de transporte necesarios en planta productiva

Para lograr que la implementación de los procesos productivos establecidos con anterioridad a través de los diagramas operativos permita lograr la producción fijada como objetivo, es necesario que los espacios físicos destinados a cada sector de producción y almacenamiento sean los adecuados. Es por este motivo, que a continuación se enumeran los sectores mínimos a tener en la planta productiva junto con los sistemas de transporte de materias primas, productos semielaborados y productos terminados necesarios dentro de los procesos productivos.

6.1. Sectores de la línea productiva de aluminio

- Almacén de perfiles de aluminio
- Sector de corte de perfiles (con sector de almacenado de perfiles cortados a medida incluido)
- Sector de punzonado y fresado de perfiles (con sector de almacenado de perfiles mecanizados incluido)
- Almacén de vidrios
- Sector de corte de vidrios (con sector de almacenado de vidrios cortados a medida incluido)
- Sector de ensamble de aberturas (con sector de herramientas, almacenaje de herrajes y accesorios necesarios para la producción)
- Almacén de placas de madera para puertas placas
- Almacén de productos terminados (expedición)

6.2. Sectores de la línea productiva de acero

- Almacén de caños estructurales y hierros
- Almacén de chapas y material desplegado
- Sector de corte de perfilería y rebabado (con sector de almacenado de perfiles cortados y rebabados)
- Sector de corte y plegado de chapas metálicas y material desplegado (con espacio para almacenar plegados y recortes)
- Sector de montaje y soldadura
- Sector de desbaste y pulido
- Sector de limpieza y pintura
- Almacén de productos terminados (expedición)

6.3. Sistemas de transporte y manipulación de materiales

- Sistema de transporte de perfiles de aluminio cortados y mecanizados
- Sistema de manipulación y transporte de vidrios
- Sistema de transporte de aberturas terminadas
- Sistema de transporte de chapas plegadas
- Sistema de elevación y transporte de estructuras metálicas en sector de montaje y soldado y hacia el sector de desbaste y pulido
- Sistema de elevación y transporte de estructuras metálicas en sector de desbaste y pulido y hacia el sector de limpieza y pintura

7. Estudio de las alternativas de equipamientos necesarios para producción

Para llevar adelante la producción tanto de las aberturas y cerramientos de aluminio, como así también de las estructuras y cerramientos de acero, es necesario implementar diferentes equipamientos que permitan llegar a los niveles de producción en tiempos aceptables para el mercado y, a su vez, para que estos equipamientos puedan funcionar al máximo de su capacidad eficientemente son necesarios diversos sistemas auxiliares acordes a los mismos.

En el presente apartado se tratarán las diferentes alternativas que existen a implementar para los equipamientos en cada sector mencionado antes, mencionando brevemente las características principales de estos y que servicios son necesarios para su puesta en marcha.

7.1. Línea productiva de aluminio

7.1.1. Sistemas de corte de perfiles

En los que respecta a los sistemas de corte de perfiles existen diferentes alternativas de equipos que permiten llevar a estos a la medida deseada. Permiten realizar cortes a diferentes ángulos, algunos de ellos presentan reglas de medición incluidas y diversos grados de automatización y capacidades productivas. A continuación, se detallan las principales alternativas a analizar.

➤ Ingletadora manual semiautomática

Permite el corte de perfiles de aluminio con precisión a 90° y 45° en ambos sentidos para un posicionamiento del plato y cabezal seguro para grados intermedios. De uso industrial de servicio continuo. Presenta sistema de respaldos de mordazas rebatibles para evitar enganches en despuntes. Apriete neumático y respaldo de perfil con protectores plásticos para ayudar a la protección del perfil. La transmisión de potencia es por correa multi V otorgando larga vida útil, suavidad y menos ruido al proceso de corte.



➤ Cortadora de perfiles automática

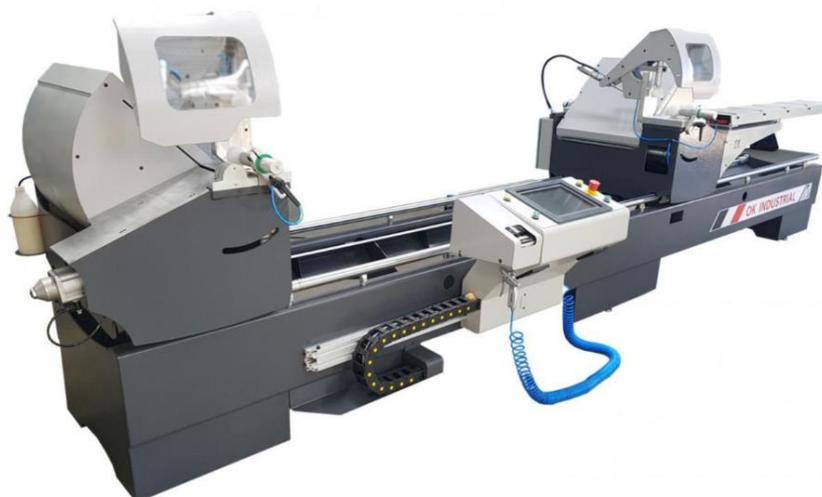
Cortadora de un cabezal ascendente salida automática del disco a través de pistón hidro-neumático. Posee velocidad de corte regulable con respaldos de apoyo del perfil montados sobre guías que permiten realizar cortes longitudinales (refilados) colocando disco a 180°. Esto permite, a 90°, ganar gran capacidad de corte. Apriete de perfil neumático y protección total del área de corte. Dispositivos de seguridad que garantizan que la tapa y las

mordazas están activadas para que salga el disco. Regulación independiente de la presión de las mordazas respecto a la presión de trabajo del equipo.



➤ Cortadora automática de doble cabezal CNC

Cortadora de dos cabezales automática, compatible con sistemas de optimización de cortes. Corte frontal garantizando óptimo aprovechamiento del diámetro del disco. Movimiento de cabezal sobre barras rectificadas con rodamientos de bolas recirculantes. Desplazamiento del cabezal mediante servo motor de alta velocidad y rápido posicionamiento de medida. Recorre 4mts. en 5 segundos incluyendo tiempo de posicionamiento. El servomotor asegura gran precisión, velocidad y es libre de mantenimiento. Posee pantalla táctil y diferentes modos de uso, como lo son el modo automático, incremental, extralargo, secuencial y optimizado.



- Sistemas de alimentación y de medición para corte
 - Trenes de rodillos

Denominada “Mesa de Entrada” y es utilizada para el apoyo de los perfiles previa medición y corte. Dentro de las distintas variedades existentes en el mercado, las más usuales tienen una longitud de 3 [m]. en total, aunque eso no limita que existan trenes de rodillos de mayor longitud. Poseen rodillos de plástico de alto impacto montados sobre bujes de alto deslizamiento que permiten el fácil del desplazamiento del perfil de aluminio sobre ellos.



- Mesas de medición

Denominada “Mesa de Salida”, es un sistema de medición digital con posicionamiento de tope a manivela y es acoplable a todas las sierras de corte. Tiene un sistema dual de medición, puede utilizar la medición convencional o la digital con display. Bloqueo del tope mediante freno a cinta expandible. Si el freno no es accionado voluntariamente por el operario, éste se acciona de forma automática pasados los 8 segundos. El sistema de medición se traslada sobre un riel de aluminio extruido de alta precisión a través de bujes de alto deslizamiento. Registro mecánico longitudinal y transversal del tope. Posee rodillos de plástico de alto impacto inyectados para protección del perfil.

Medición útil aprox.: 3700 [mm]



7.1.2. Equipamientos de punzonado de perfiles

En los que respecta a los sistemas de punzonado de perfiles de aluminio existen diferentes alternativas de maquinaria que permiten realizar las diferentes caladuras y perforaciones necesarias para uniones, fijaciones, accesorios, etc. Siempre basadas sobre una matriz y un punzón entre los cuales se coloca el perfil a maquinar, algunas de ellas son completamente manuales y otras con cierto grado de asistencia al operario. A continuación, se detallan las principales alternativas a analizar.

➤ Punzonadoras manuales

De acuerdo con la línea de perfiles que sea trabajada en cada caso, existe diferentes tipos de punzonadoras que ofrecen los fabricantes para realizar las caladuras necesarias en los distintos perfiles, de acuerdo con el tipo de abertura que se encuentre realizando. A su vez, existen modelos en el mercado que poseen una matriz que incluye todos los punzones que se requieren para trabajar con una línea de aluminio en específico, es decir, permite maquinar la línea completa con un solo equipo. Este último modelo será el tenido en cuenta en nuestro desarrollo.

• Línea Herrero

Para la Línea Herrero es necesaria una sola máquina capaz que procesar toda la gama de punzonados necesarios, sumada a una pinza de corte que permite realizar la caladura del desagote de agua en marcos.



- Línea Modena

Para la Línea Modena son necesarias tres máquinas manuales capaz que procesar toda la gama de punzonados necesarios debido a la gran cantidad de accesorios necesarios para las fijaciones, instalaciones de herrajes y terminaciones.



➤ Punzonadoras universales

Este tipo de punzonadoras son del tipo prensa neumática, cuentan con una sola matriz que posee todos los punzones necesarios para maquinar una línea completa de perfiles. El operario solo realiza la tarea de introducir el perfil a procesar en el punzón correspondiente y mediante el accionamiento del pedal la maquina realiza el correspondiente golpe y punzonado, obteniendo un aumento considerable de la producción y un menor esfuerzo físico por parte del operario. En el caso de la línea Modena, la matriz es giratoria al contener mayor cantidad de punzones.

De este tipo de maquinaria es necesaria una por cada línea de perfilería trabajada, es decir, que para nuestro proceso productivo son necesarias dos punzonadoras universales para cubrir la producción estipulada.



7.1.3. Equipamientos de fresado de perfiles

Este tipo de equipo es usado para realizar las caladuras necesarias en los perfiles para colocar accesorios y herrajes. Permite solucionar múltiples problemas de fresado de cierres laterales, pestillos, desagotes, calados para cerraduras, para picaportes, ojos de llave, etc.

➤ Fresadoras copiadoras manuales

Existen diferentes modelos, de acuerdo con la potencia del husillo, la robustez del equipo, los tipos de sujeciones para los perfiles a mecanizar, etc., pero todos ellos se basan en el mismo principio de funcionamiento. Un operario coloca un palpador dentro de una plantilla que contiene la forma a calar sobre el perfil y luego manualmente realiza los movimientos necesarios para realizar el mecanizado.



➤ Centros de mecanizado CNC de perfiles

Para altos niveles de producción se utilizan centros de mecanizado de 4 ejes comandados por CNC, diseñados para el trabajo sobre perfiles de aluminio, PVC y aleaciones metálicas livianas (ferrosas o no ferrosas), con bancadas rotativas eléctricas para trabajar ángulos entre $+90^{\circ}$ y -90° y todos los ángulos intermedios, con cambio automático de herramientas estándar. Comandados por software de optimización y con alimentación de barras en muchos casos, son la opción más adecuada para la estandarización de la producción.



7.1.4. Sistemas de corte de vidrios

En lo que respecta al vidrio, el trabajo y la manipulación de este material constituye un proceso en sí, debido a los volúmenes de materia prima manejados, el nivel de perfección y optimización que se busque en los cortes, como así también las cantidades de cortes requeridos por los niveles de producción fijados, hacen que existan diferentes alternativas de equipamiento para cubrir las distintas necesidades.

Como los equipos mencionados anteriormente para nuestro proceso productivo, existen tanto sistemas de corte manuales como a los totalmente automatizados.

➤ Corte manual de vidrios

Para realizar el corte de los vidrios, el método más económico, rápido y de fácil implementación requiere de un cortador de rueda manual tipo lápiz, mediante el cual el operario realiza el marcado del corte ejerciendo presión con la rueda sobre el material y luego finalizando el corte mediante el partido del vidrio sobre la marca realizada. Además, como complemento existen sistemas de escuadras que permiten realizar esta tarea de manera más eficiente y precisa.



➤ Mesa de corte

Cuando el corte se realiza de manera manual, es necesario tener una mesa adecuada donde trabajar el vidrio, con una superficie especialmente plana y con características dedicadas al cuidado del material. Existen modelos en el mercado simples con un paño protector, hasta mesas que presentan cámaras de aire que facilitan el movimiento del vidrio sobre la mesa, inclinación asistida para colocar la plancha de vidrio o inclusive alimentadores con pistones neumáticos para colocar la hoja.

- Mesa de corte con paño basculante



- Mesa de corte con cámara de aire basculante



➤ Corte automatizado de vidrios

Para elevados niveles de producción, en donde se requieren grandes cantidades de cortes o bien, en el caso de las industrias proveedoras de vidrios, se hace imperiosa la necesidad de contar con equipamientos automatizados de corte, donde mediante softwares de optimización y cortes automáticos, el trabajo de cortar vidrios pasa a ser una producción seriada. Este tipo de maquinaria cuenta con mesas de cortes incluidas con cama de aire, alimentadores de plancha y partidores, además de poseer control total automático sobre el cabezal de corte.



7.1.5. Equipamiento de ensamble de aberturas

Para ensamblar las aberturas de aluminio, es necesario contar con mesas de trabajo adecuadas que permitan manipular los perfiles y los semielaborados durante el proceso de armado. Estos bancos de trabajo deben poseer la superficie necesaria para que el tamaño de la abertura a fabricar no sea un problema, como así también debe tener las características apropiadas para cuidar la perfilería y los vidrios que en ellos se instalen. Deben ser de fácil limpieza y mantenimiento.

➤ Mesas extensibles

Son los modelos más comúnmente encontrados en el mercado para esta utilidad. Son mesas extensibles en largo y ancho que poseen soportes para colocar los burletes y las felpas necesarias para el sellamiento de las aberturas. Además, muchas de estas mesas de trabajo cuentan con sistemas de FRL para conexión de herramientas neumáticas.



➤ Mesas extensibles giratorias y basculantes

Estos modelos de bancos de trabajo, además de estar dotados de una mesa de trabajo extensible y con soportes para los distintos accesorios y herrajes necesarios para llevar a cabo el montaje de ventanas y puertas, permiten girar el material existente sobre la mesa 360°. Esta característica permite tener los herrajes y las herramientas siempre a mano evitando desplazamientos del operario. Los modelos a que su vez son basculantes permiten ayudar a los operarios a movilizar aberturas de gran tamaño.



➤ Banco de herrajes, con almacén y atornillador automático

Este tipo de banco de trabajo es utilizado para el montaje y ensamblado del conjunto de herrajes en ventanas tanto de abrir, así también como oscilobatiente, proporcionando un montaje rápido y de alta calidad. Son bancos aptos para todo tipo de herrajes del mercado, compatible con las diferentes tipologías de perfil de ventana y puerta. Mediante la utilización de estos bancos de trabajo no se requiere utilizar cintas métricas, lápiz, moldes o plantillas para las fallebas, trabas o los desagües. Permiten el cortado, agujereado y atornillado de los herrajes necesarios para la instalación de diversos herrajes, además de contar con contenedores de accesorios y todo lo necesario para la tarea en cuestión.



7.2. Línea productiva de acero

7.2.1. Sistemas de corte de caños estructurales y hierros

En los que respecta a los sistemas de corte de para todo tipo de metales, tanto caños estructurales como planchuelas, hierros ángulos, etc., existen diferentes alternativas de equipos que permiten llevar a estos a la medida deseada. Permiten realizar cortes a diferentes ángulos, algunos de ellos presentan reglas de medición incluidas y diversos grados de automatización y capacidades productivas. A continuación, se detallan las principales alternativas a analizar.

➤ Cortadora sensitiva

La cortadora sensitiva es una máquina para cortar distintos tipos de metales con una gran capacidad de corte en ángulo, la cual es accionada por un motor eléctrico a través de una polea que hace girar un disco de corte abrasivo. Esta máquina es muy versátil, fácil de usar y posee características que varían de un modelo a otro.

Este tipo de equipo es de uso totalmente manual. Permite el corte de manera sencilla y rápida de caños estructurales, aunque presenta el inconveniente de que en ellos queda rebaba producto del corte, a la vez de que en barras de hierro macizo pueden surgir diferentes problemas debido al calentamiento por rozamiento del disco de corte y la pieza.



➤ **Sierra de corte basculante**

Las sierras basculantes son equipos que realizan el corte mediante una hoja de sierra sin fin en donde un operario realiza en movimiento o configura la máquina para que realice el movimiento descendente a fin de tronzar la pieza requerida. Existen en el mercado modelos manuales, semiautomáticos y totalmente automáticos, aptos para el corte de todo tipo de metales y caños estructurales, macizos redondos y macizos cuadrados.

- **Sierra basculante manual**

Por su tamaño y simpleza de funcionamiento, son ideales para cubrir las necesidades de pequeños talleres hasta las más altas exigencias de acerías y depósitos de aceros especiales e inoxidable. Son equipos de gran durabilidad, rapidez y calidad de corte.



- **Sierra semiautomática y completamente automática**

Los modelos más automatizados son provistos con movimientos automáticos por método neumático, controlados electrónicamente mediante PLC, que permite seleccionar la cantidad de cortes a realizar y las cargas necesarias por corte, ampliando la capacidad de alimentación de la máquina. Cuentan con alimentador flotante sobre guías lineales con regla milimétrica (ideal para la correcta medición del material). Estos equipos cuentan con motorreductor, controlado por un variador electrónico de velocidad, ofreciendo mayor seguridad y eficiencia en la transmisión de la potencia, reducción de ruido y menor mantenimiento. Usualmente, los distintos fabricantes ofrecen complementos para mejorar las

prestaciones de estos equipos, como lo son morsas de apriete vertical (para la sujeción de un paquete de caños estructurales, por ejemplo) y limpiadores automáticos de viruta.



➤ Cortadora de tubos láser CNC

Este tipo de maquinaria CNC de corte por láser es lo último en tecnología de corte de tubos y caños estructurales. Configurando el equipo con los parámetros de corte adecuados en cuanto a espesor, material y demás características, presentan la posibilidad de cortar las barras de seis metros las formas, ángulos y cantidades que el operario desee. Son equipos muy costosos, de origen extranjero en su mayoría los cuales son destinados a elevados niveles productivos.



7.2.2. Equipamientos de corte de chapas metálicas

En cuanto al corte de chapas metálicas existen diferentes métodos de acuerdo con los espesores de chapa a trabajar y el grado de automatización que se logre implementar. A continuación, se detallan los principales métodos y sus características.

➤ Corte mediante guillotina manual

Es el método tradicional y más económico para cortar chapas metálicas de espesores bajos. Mediante un accionamiento manual de la cizalla por parte del operario se logra el corte del material. Es un método rápido y práctico para realizar pequeños cortes. No cuentan con reglas y los posibles topes que se pueden instalar son básicos, por lo que realizar un corte preciso de largas dimensiones se dificulta con este tipo de maquinaria. Requieren de en su gran mayoría de una base o mesa para su instalación y trabajo.



➤ Corte mediante guillotina hidráulica

Actualmente el método más implementado para el corte de láminas metálicas de diferentes espesores. Permite a un solo operario realizar el trabajo con chapas enteras en sus medidas estándar y lograr un corte prolijo, rápido y seguro mediante la presión de un pedal para el accionamiento de los pistones hidráulicos que actúan sobre la cuchilla. Dependiendo la capacidad de estos pistones se logra el corte de elevados espesores. A su vez, los

fabricantes las ofrecen al mercado de distintas longitudes de corte y cuentan con sistemas de topes que facilitan las tareas repetitivas, los cuales presentan diferentes grados de automatización.



➤ Corte por plasma y plasma CNC

Este proceso requiere de un equipo plasma, el cual mediante una fuente de potencia eléctrica y presión de aire se logra el corte de la chapa metálica. Dependiendo de la potencia del equipo, se logran cortar desde espesores muy pequeños hasta chapas de más de dos pulgadas. Si bien son equipos de uso manual, actualmente se encuentran en el mercado equipos específicamente diseñados para implementar en sistemas CNC para lograr eficiencia, rapidez y calidad en los cortes, aún más cuando se trata de piezas seriadas. Algunos de los sistemas más sofisticados presentan la posibilidad de rotar el cabezal donde se encuentra la torcha y permiten realizar cortes con diferentes ángulos.



➤ Corte láser CNC

Para producciones de alta demanda, es la tendencia actual. Mediante un cabezal de fibra óptica, comandando por un sistema CNC el equipo tiene la capacidad de cortar chapas metálicas con las dimensiones y la forma que el operario desee con elevada definición, previa configuración de las características del material con el que se va a trabajar. Permiten cortar chapas laminadas de acero y acero inoxidable, este último con folio y sin folio. Este tipo de equipamiento requiere de insumos y servicios externos eficientes para su correcto funcionamiento, como lo son el servicio de energía eléctrica, red neumática con aire totalmente puro y seco a elevada presión y gases complementarios como O₂ y N para cortar diferentes tipos de metales con calidad. Como queda evidenciado son equipos que requieren de personal altamente capacitado para su manipulación.



7.2.3. Equipamientos de plegado de chapas metálicas

Al igual que para el caso de corte de chapas metálicas, para plegar estas existen diferentes métodos de acuerdo con los espesores de chapa a trabajar y el grado de automatización que se logre implementar. A continuación, se detallan los principales métodos y sus características.

➤ Plegado mediante plegador manual

Es el método tradicional y más económico para plegar chapas metálicas de espesores bajos. Mediante un accionamiento manual del punzón sobre la matriz por parte del operario se logra el plegado del material. Es un método rápido y práctico para realizar plegados. Dentro de este tipo de máquinas, existen en el mercado diferentes tipos y dimensiones, como lo son las de palanca vertical y las que poseen un faldón que se eleva y realiza el plegado ascendente de la chapa (también conocidas como pestañadoras). Algunos equipos presentan contrapesos para disminuir la fuerza que el operario debe realizar.

Cabe mencionar que en este tipo de maquinaria se tiene un bajo control sobre el ángulo de plegado, ya que ello depende exclusivamente de la matriz y el punzón utilizados y la presión ejercida por el operario.



➤ Plegado mediante plegadora hidráulica

Para producciones de mayor envergadura y cuando es necesario realizar plegado en chapas metálicas de mayores espesores, es necesario la implementación de este tipo de maquinaria. Mediante pistones hidráulicos que ejercen su fuerza sobre el punzón, se logra la deformación de la chapa sobre la matriz. Son equipos de accionamiento por pedal y que

presentan diferentes grados de automatización, hasta llegar a los más avanzados de control numérico.



➤ Plegado mediante plegadora CNC

Del tipo paneladora, estos equipos de altas prestaciones permiten el plegado y pestañado de chapas con total control de los ángulos de plegado, configurando la secuencia de plegados para la producción seriada de piezas. Cuentan con asistencia completa al operario, tanto en el paso a paso del plegado, como en la calibración de la máquina para compensaciones de plegado y en el sistema de topes automáticos. Como en caso del corte de chapas y tubos por equipos CNC, requieren de personal con elevado nivel de capacitación y suministros de energía y servicios auxiliares de calidad.



7.2.4. Equipamientos y sistemas de soldadura

Los sistemas de soldadura son variados para procesos productivos como el que se analiza en este proyecto, desde la soldadura por electrodo revestido hasta lo último en tecnología actual, como lo es la soldadura láser. A continuación, se detallan los principales métodos de soldadura a considerar para nuestro proceso.

➤ Soldadura por electrodo revestido

Los equipos para implementar este tipo de soldadura son los más económicos del mercado. Es un método práctico que requiere de solo los electrodos como insumo para realizar la unión de los metales. Existen equipos a transformador y hoy en día, la gran mayoría de ellos ya son de tecnología inverter. Se requiere del cambio continuo del electrodo una vez que este se consume y como producto de la soldadura se crean proyecciones y escoria que deben ser eliminados una vez terminado el proceso de soldadura. Este proceso no requiere de elevados niveles de capacitación para el operario.



➤ Soldadura MIG

En la industria, para procesos continuos y de niveles de producción de intermedia capacidad es el método de soldadura más difundido. Este tipo de soldadura se caracteriza por utilizar alambre como material de aporte y gases como el CO₂, Argón o mezclas para eliminar el O₂, N₂ e H que contaminan la unión. Es un proceso continuo, por lo que se ahorran grandes cantidades de tiempo productivo en comparación con el método de soldadura anterior. Las proyecciones producto de este proceso de soldadura son mínimas y no se genera escoria, lo que a su vez también acarrea ahorros de tiempos en procesos posteriores. A su

vez, fabricantes ofrecen estos equipos con tecnología MMA-MIG, es decir, que el mismo equipo también admite soldadura por electrodo revestido. Este tipo de equipamientos presentan mayores rangos de configuración para adecuar el proceso a cada material a soldar y actualmente son los implementados en procesos automatizados con robots.



➤ Soldadura TIG

Este proceso de soldadura es utilizado mayormente para la unión de chapas metálicas de bajos calibres. Es un proceso lento que requiere de gran dedicación para lograr un cordón de soldadura eficiente y prolijo. Utiliza un electrodo de tungsteno no consumible y al igual que el proceso MIG utiliza gases, que en este caso son inertes.



➤ Soldadura Láser

Esta tecnología está teniendo un gran impulso en el mercado y en la industria para el proceso de soldadura en la actualidad. Mediante un láser de gran potencia permite la unión de los metales, el cual funde ambas superficies sin la necesidad de un aporte externo (en

caso de ser necesario, es posible realizar el aporte de alambre como en el proceso MIG). Mediante este proceso de soldadura no se generan residuos producto de la unión, al igual que no se produce el calentamiento excesivo de los materiales, es un método muy rápido y eficiente que genera grandes ahorros de tiempo productivos y se logra gran calidad final. Son equipos de elevado costo económico y que requieren de personal capacitado para su utilización y mantenimiento.



7.2.5. Equipamientos y sistemas de pintura

En cuanto al acabado final de los productos, el proceso de pintura se puede realizar mediante diferentes métodos dependiendo de los niveles productivos y la calidad final deseada.

➤ Sistemas de recubrimiento con pintura líquida

Este método es el más común y simple de aplicar en la industria. Consiste en rociar una fina capa de esmaltes líquidos sobre la superficie a recubrir mediante una pistola que contiene la pintura y por la cual circula aire a presión proveniente de una red neumática. Es necesario poner especial atención a la presión de aire, la liquidez de la pintura y la manera de aplicarlo (este método presenta la gran dificultad de aplicar la pintura de manera vertical, ya que se produce la formación de gotas que corren por la superficie del material).



➤ Sistemas de recubrimiento con pintura en polvo

Este método consiste en aplicar una capa de pintura en polvo sobre la superficie a cubrir para luego ser horneada y que esta se adhiera definitiva y uniformemente, dando el aspecto de acabado final. El principio de este proceso de pintura se basa en la electrostática, en donde el polvo se encuentra cargado con una polaridad y la pieza a recubrir con la polaridad opuesta. Cuando el polvo es rociado sobre la superficie dentro de una cabina en donde las condiciones ambientales son controladas en su totalidad, este se adhiere por la atracción entre las cargas y luego, la pieza es sometida dentro de un horno de curado a un proceso de calentamiento para así fijar la pintura en el cuerpo a pintar.

Este método requiere de una cabina con condiciones controladas, del equipo de pulverización, de sistemas de filtros específicamente diseñados para recuperar la pintura en polvo y de un horno de curado. Todos estos elementos son dimensionados de acuerdo al volumen de producción y tamaño de las piezas a tratar, cuestiones que generan elevados costos de inversión.



7.3. Sistemas de almacenamiento, transporte y manipulación de materiales

7.3.1. Sistemas de almacenamiento de perfilería

Para el almacenaje de la perfilería, tanto de acero como de aluminio, es imprescindible que la seguridad del personal como el cuidado de los materiales y el aprovechamiento del espacio físico sean los principales factores a tener en cuenta al momento de decidir sobre que método implementar. A continuación, se detallan los principales sistemas utilizados en la industria para el almacenaje de perfilería metálica.

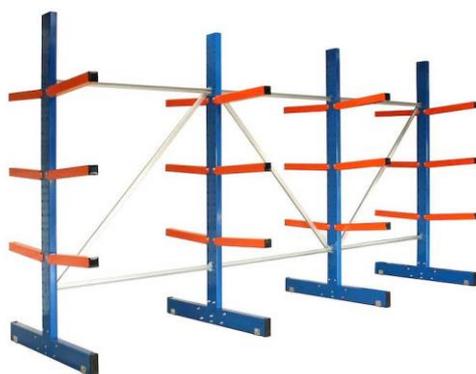
➤ Estanterías modulares deslizante

Permiten el almacenamiento de la perfilería y cuando es necesario retirar el material, el operario deslizará el estante correspondiente y procederá a retirar lo requerido. Existen diferentes modelos en el mercado de acuerdo al tipo de material debido a su peso y diferentes largos. Cabe resaltar que requieren de espacio adicional sin obstrucciones además del ocupado por la estantería para el correcto movimiento y obtención del material del estante a desplazar.



➤ Estanterías modular tipo cantilever

La estantería cantilever es un sistema diseñado para el almacenamiento de cargas largas con distintas longitudes. Se adaptan a diferentes pesos y medidas, tales como perfiles metálicos, tuberías, tableros de madera, listones y molduras y que ofrece un montaje fácil, sencillo y que posee una gran resistencia. Este tipo de sistemas de almacenaje industrial está constituido por una estructura central resistente en el que se apoyan unos brazos de forma horizontal, ajustables a diferentes alturas, formando así las estanterías. Presenta una gran versatilidad ante los cambios en el volumen de las cargas debido al acceso directo a la unidad de carga y la regulación de la altura de los diferentes niveles.



➤ Estanterías tipo cantilever deslizante

Este sistema de almacenamiento combina las principales características de ambos métodos anteriores. Permite almacenar el material de largas dimensiones en espacios reducidos y un operario realiza el movimiento del estante donde se encuentra lo necesario a retirar o almacenar.



7.3.2. Sistemas de almacenamiento de chapas metálicas

➤ Estanterías modulares deslizante

De funcionamiento y construcción similar que, para el caso de los perfiles, este tipo de estantería es de amplio uso en las industrias donde se consumen grandes cantidades de chapas laminadas. Al igual que en el caso anterior, requieren de un espacio físico adicional para el desplazamiento de los estantes al momento de retirar el material.



➤ Estantería modular tipo cantilever

Este tipo de estantería permite personalizar los estantes, permitiendo la configuración más adecuada a las distintas necesidades de almacenamiento que la planta se le presenten. El almacenaje de chapas metálicas se realiza mediante la colocación del pallet completo sobre los largueros de la estantería. Presentan la ventaja de que en ellas se puede almacenar otro tipo de materiales y productos terminados, a diferencia de los modelos deslizantes.



7.3.3. Sistemas de almacenamiento de vidrios

El correcto almacenaje y movimiento de vidrio son fundamentales a la hora de proteger la calidad e integridad del producto como la de cuidar de la integridad física de las personas que actúan en estas operaciones. El orden y la limpieza son fundamentales para prevenir accidentes de personas y roturas de materiales. Existen diversos tipos y tamaños de caballetes para almacenar vidrio. En todos ellos se debe respetar siempre el ángulo de inclinación de la estiba, el cual debe variar entre 4° y 6°. Ángulos inferiores a 4° pueden provocar la inestabilidad y caída de la estiba mientras que superiores pueden provocar rotura por compresión.

Debe tenerse bien en cuenta el amurado de caballetes para evitar desplazamientos de estos al ser cargados y se debe considerar su estructura para no cargarle de más de lo que pueden soportar. Es importante que todas las zonas en que el vidrio pueda hacer contacto con el caballete deben protegerse con la goma adecuada.

➤ Sistema de almacenamiento manual

Aplicación para multi-variedades y pequeños lotes de vidrios. Resuelve el problema de acceso de los vidrios residuales en el procesamiento y es el dispositivo de almacenamiento preferido para el procesamiento del vidrio. Aplicación para acceso de corte de vidrio individual.



➤ Sistema de almacenamiento tipo órgano

Aplicación para diversas variedades y pequeños lotes de vidrios. Sistema de almacenamiento de paneles de vidrio crudo en el área de servicio. Aplicación automática de

almacenamiento para uso de pórtico de vidrio, con apertura y cierre independiente y semiautomático.



➤ **Sistema de almacenamiento para cajones móviles**

Según las existencias en el almacén, se despacha el vidrio crudo. Es un sistema automatizado para altos niveles productivos en donde se carga una hoja de vidrio a la vez automáticamente de acuerdo con la tarea de corte optimizado. Tiene las características de cortar muchas clases de vidrio sin procesar, donde el ahorro de tiempo, la mano de obra y el coste material se reducen en gran medida en producciones en donde los paneles de cristal crudos cambian con frecuencia. En general, se utiliza en una o dos líneas de corte.



7.3.4. Sistemas de manipulación y transporte de vidrios

La manipulación de vidrio se debe realizar con total seguridad para evitar lesiones de los operarios, tanto por heridas y cortes como por realizar grandes esfuerzos; y a su vez, proteger el material, el cual es sumamente frágil. Para su manipulación existen diferentes

métodos que permiten el manejo, el transporte y la instalación del vidrio en los productos que lo requieran. Todos los sistemas de manipulación de vidrios trabajan mediante la generación de vacío y ventosas como medio de sujeción. Además de vidrios, estos sistemas permiten manipular las aberturas completas cuando el vidrio se encuentra instalado en su sitio dentro de la misma. A continuación, se detallan los principales sistemas.

➤ Sistema de elevación por vacío tipo grúa de brazo

También denominado grúa pórtico, es una solución económica y práctica para el manejo ergonómico de los vidrios incluso en espacios reducidos donde no se puede instalar un sistema de puente grúa. Permiten movimientos simples de traslación del material en rangos reducidos de alcance.



➤ Sistema de elevación por vacío tipo puente grúa

También denominado tipo puente grúas, su uso se halla principalmente en líneas de fabricación de vidrio laminado, vidrio templado, bilaterales, carga y descarga y fabricación de vidrios aislantes. Requiere de mayores dimensiones para su instalación y permite la manipulación y el desplazamiento de láminas completas y fracciones de gran tamaño (a montar en paños fijos y ventanales de grandes dimensiones). Cabe destacar que el manipulador de vidrios es abatible para ambos casos, ya que la función de inclinación permite a un solo operario hacer girar el vidrio de posición vertical a horizontal y viceversa.



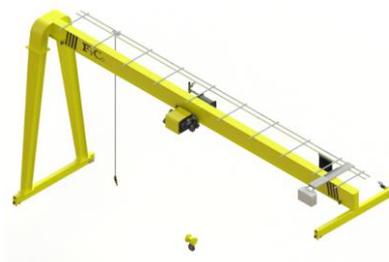
7.3.5. Sistemas de elevación y transporte de estructuras metálicas

En cuanto a los sistemas de elevación y transporte de estructuras y grandes cargas, la alternativa de mayor aplicación en la industria y que mejor se adapta a las necesidades es el puente grúa, en sus diversas variantes en cuanto a capacidades y diseños constructivos. Dentro de este sistema de manejo de materiales y productos, existen diferentes tipos.

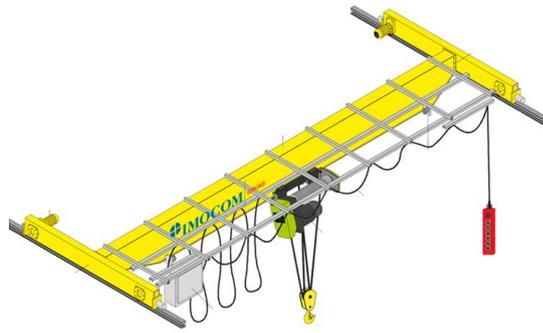
➤ Tipo pórtico



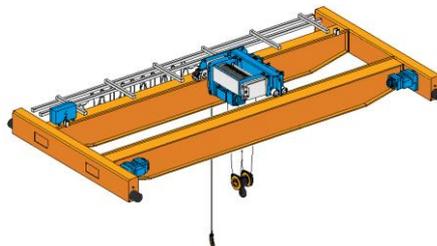
➤ Tipo semipórtico



➤ Tipo monorraíl



➤ Tipo birriel



➤ Suspendido



8. Selección y análisis de las alternativas de los equipamientos y servicios necesarios para producción

Para realizar la selección de la alternativa más adecuada a los requerimientos tanto de capacidad productiva como de los procesos productivos planteados para la fábrica, se utilizó el método de las ponderaciones lineales, en base a determinados criterios de evaluación que fueron establecidos como principales para la toma de las decisiones

El método de ponderación lineal es el más utilizado de los métodos multicriterio. Con la ponderación lineal se obtiene una puntuación global suma simple de las contribuciones de cada criterio que arroja la alternativa conveniente como resultado. Para obtener la alternativa más adecuada de todas las que se encuentran bajo análisis, primeramente, es necesario fijar los diferentes criterios de evaluación, siendo lo más específico posible en su definición. A su vez, a cada criterio se le establece un determinado porcentaje de peso (repartiendo el 100% entre todos los criterios), en concordancia con la importancia del criterio para quien realiza el estudio. Luego, en base a las características propias de la alternativa, se le asigna un puntaje del uno al diez de acuerdo con cada criterio para cada alternativa. El producto entre el peso del criterio y el puntaje obtenido por la alternativa arroja la ponderación de ese criterio para esa variante. Finalmente, la suma de las ponderaciones de todos los criterios para cada alternativa da como resultado el puntaje final de la misma. La opción que obtenga el resultado más alto será la que mejor se adecue a las necesidades del proyectista.

8.1. Criterios adoptados y referencia de puntajes

Para nuestro caso de estudio, los criterios con los cuales se realizó la selección de los equipos tuvieron en cuenta aspectos claves para la factibilidad del presente proyecto. Mediante estos criterios, se consideraron cualidades fundamentales para alcanzar los niveles de producción fijados con anterioridad, como lo es la capacidad productiva del equipo; el grado de flexibilidad del equipo, cuestión clave para nuestros procesos productivos al mantener el tipo de producción personalizada al cliente; aspectos económicos importantes, como lo es la inversión requerida para la adquisición del equipo, instalación y puesta en marcha, el costo operativo del mismo y el espacio físico necesario para su implementación. Además, se tuvo en cuenta el mercado de proveedores de los equipos, en cual se analizó la disponibilidad local de los mismos y la facilidad de comercializar en caso de no encontrarse en la localidad y, finalmente, el nivel de especialización requerido para el personal.

Tabla 4 - Criterio y puntuación de ponderaciones

Referencia de puntaje		
Criterio	Alto	Bajo
Capacidad productiva	10	1
Grado de flexibilización	10	1
Costo de inversión	1	10
Costo operativo	1	10
Espacio físico requerido	1	10
Existencia de proveedor local y facilidad de comercio	10	1
Nivel de especialización del personal	1	10

8.2. Selección de equipos para línea productiva de aluminio

A continuación, se detallarán las selecciones realizadas para los equipamientos correspondientes a la línea productiva de aluminio, presentando determinados aspectos tenidos en cuenta al momento de evaluar los resultados arrojados por el método aplicado, en los casos en los que los puntajes obtenidos se encuentran próximos. Los detalles y características técnicas de cada equipo seleccionado se encuentran en el anexo II.

8.2.1. Sistemas de corte de perfiles

Tabla 5 - alternativa corte de perfiles aluminio

Sistemas de corte de perfiles								
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Ingletadora manual semiautomática		Cortadora automática		Cortadora automática doble cabezal CNC	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	5	125	6	150	9	225
Grado de flexibilización	2	22	6	132	7	154	8	176
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	7	112	5	80	1	16
Costo operativo del equipo	4	14	8	112	8	112	5	70
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	8	80	8	80	3	30
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	9	72	8	64	5	40
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	8	40	8	40	2	10
TOTAL		100		673		680		567

La alternativa que mejor se adapta a nuestros requisitos para el corte de los perfiles de aluminio es la cortadora automática. Si bien el puntaje final se encuentra muy cerca del valor obtenido para la ingletadora manual semiautomática, la cortadora automática permite realizar el trabajo en tiempos menores que la ingletadora, lo que acarrea una reducción considerable de tiempos productivos. A su vez, esta cortadora posee sistemas de seguridad para el operario

que son importantes a tener en cuenta en la manipulación de estos equipos, sistemas que justifican la mayor inversión en este equipo en comparación con la primera alternativa. Acompañando a la cortadora automática, se seleccionan los trenes de rodillos de alimentación de perfiles y la mesa de medición digital con display.

Ya que la empresa posee actualmente una ingletadora manual, este equipo se dejará como respaldo del nuevo equipo a adquirir para los momentos que se encuentre fuera de servicio por mantenimiento o fallo y para determinados cortes particulares y trabajos.

8.2.2. Equipamientos de punzonado de perfiles

Tabla 6 - selección equipo punzonador

Equipamientos de punzonado de perfiles						
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Punzonadoras manuales		Punzonadoras Universales	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	5	125	8	200
Grado de flexibilización	2	22	5	110	8	176
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	3	48	5	80
Costo operativo del equipo	4	14	8	112	6	84
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	6	60	5	50
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	8	64	7	56
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	6	30	6	30
TOTAL		100		549		676

Como queda evidenciado por el resultado de la tabla anterior, la opción que mejor se adapta a nuestro proceso productivo es la punzonadora manual, ya que con creces supera en capacidad productiva al punzonado manual. Si bien el costo de adquisición de dos punzonadoras universales contra cuatro manuales es superior, la capacidad productiva y el costo operativo del equipo justifican la inversión.

8.2.3. Equipamientos de fresado de perfiles

Tabla 7 - selección fresadora copiadora

Equipamientos de fresado de perfiles						
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Copiadoras manuales		Centro de mecanizado CNC	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	5	125	9	225
Grado de flexibilización	2	22	5	110	8	176
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	8	128	2	32
Costo operativo del equipo	4	14	8	112	6	84
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	8	80	2	20
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	8	64	4	32
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	7	35	3	15
TOTAL		100		654		584

Con respecto a los equipos de mecanizado de perfiles, como queda evidenciado al aplicar el método de selección de acuerdo a los criterios fijados, las copiadoras manuales son la alternativa que más se adapta a nuestros procesos productivos debido a los bajos costos de inversión en comparación con la otra opción, la mejoría de los tiempos productivos en contraste con el procedimiento actual mediante el cual se logra realizar esta tarea en la actualidad y el espacio físico requerido, los proveedores necesarios y el nivel de especialización del personal.

8.2.4. Sistemas de corte de vidrios

Tabla 8 - selección corte de vidrio

Sistemas de corte de vidrios										
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Corte manual de vidrios		Mesa de corte con paño basculante		Mesa de corte con cámara de aire basculante		Corte automatizado de vidrios	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	3	75	5	125	6	150	9	225
Grado de flexibilización	2	22	7	154	7	154	7	154	8	176
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	10	160	8	128	5	80	2	32
Costo operativo del equipo	4	14	10	140	9	126	8	112	6	84
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	8	80	8	80	8	80	7	70
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	9	72	8	64	7	56	6	48
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	8	40	8	40	7	35	5	25
TOTAL		100		721		717		667		660

Para realizar la tarea de corte de los vidrios necesarios a instalar en las aberturas de aluminio, como resultado de la evaluación de los criterios fijados y principalmente orientados

a que si bien esta tarea es importante dentro del proceso productivo, debido a que solo se va a realizar sobre un solo tipo de vidrio, con cortes rectos y el volumen a manejar no es elevado, la mejor alternativa es realizar el corte de las laminas mediante un procedimiento manual, utilizando sistemas de reglas y escuadras.

A su vez, para poder realizar el proceso de corte del vidrio, es necesario contar con una mesa adecuada para la manipulación y el trabajo con este tipo de material como se detallo en los apartados anteriores. Para ello, y como resultado del método de evaluación, la mejor alternativa para este sector de trabajo es una mesa de corte con paño basculante para poder cargar las láminas de vidrio sobre ella.

8.2.5. Equipamientos para ensamble de aberturas

Tabla 9 - selección mesa ensamble aluminio

Equipamiento de ensamble de aberturas								
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Mesas extensible		Mesa extensible giratoria y basculante		Banco de herrajes con almacen y atornillador automático	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	7	175	8	200	8	200
Grado de flexibilización	2	22	8	176	8	176	8	176
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	7	112	5	80	2	32
Costo operativo del equipo	4	14	10	140	9	126	5	70
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	8	80	8	80	6	60
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	8	64	6	48	4	32
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	5	25	5	25	5	25
TOTAL		100		772		735		595

Para el sector de ensamble de aberturas de aluminio, en relación a la simpleza del sistema a implementar y el costo de inversión, la mejor alternativa a aplicar como banco de trabajo para la etapa final del proceso productivo de las aberturas son las mesas extensibles. Si bien las mesas extensibles giratorias y basculantes son una alternativa viable, al nivel de producción fijado y el costo de inversión no justifican su implementación.

8.3. Selección de equipos para línea productiva de acero

A continuación, se detallarán las selecciones realizadas para los equipamientos correspondientes a la línea productiva de acero y hierro, presentando determinados aspectos

tenidos en cuenta al momento de evaluar los resultados arrojados por el método aplicado, en los casos en los que los puntajes obtenidos se encuentran próximos.

8.3.1. Sistemas de corte de caños estructurales y hierros

Tabla 10 - selección corte de perfiles acero

Sistema de corte de caños estructurales y hierros												
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Cortadora sensitiva		Sierra de corte basculante manual		Sierra de corte basculante semiautomática		Sierra de corte basculante automática		Corte láser CNC de tubos	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	3	75	5	125	6	150	7	175	9	225
Grado de flexibilización	2	22	5	110	7	154	7	154	7	154	8	176
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	10	160	8	128	7	112	4	64	1	16
Costo operativo del equipo	4	14	8	112	6	84	6	84	6	84	3	42
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	8	80	7	70	7	70	7	70	3	30
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	10	80	8	64	8	64	7	56	2	16
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	8	40	8	40	7	35	7	35	2	10
TOTAL		100		657		665		669		638		515

Para realizar la tarea de corte de caños estructurales, de analizar las diferentes alternativas existentes en el mercado proveedor, la opción que resulta como candidata a aplicar a nuestro proceso productivo es la sierra de corte basculante semiautomática. Si bien al aplicar el método de las ponderaciones esta máquina es la que obtuvo mayor puntaje, sin embargo, la sierra de corte basculante manual se encuentra muy próxima a la alternativa ganadora. Por este motivo debemos realizar un análisis más profundo sobre cual de los dos sistemas implementar.

Primeramente, refiriéndonos a los aspectos técnicos de los equipos, en cuanto al modelo manual, este posee tensor de hoja con indicador luminoso para evitar una tensión incorrecta y corte automático de emergencia ante rotura de cinta. Guías de hoja con doble placa rectificadas de metal duro y rodamiento. Regulación de velocidad de bajada hidráulica con bloqueo. Volantes de hoja de fundición de hierro con rodamientos cónicos. Electrobomba de refrigeración y lubricación de corte en guías y en cuanto a la terminación, pintura epoxi texturada. Estos equipos tienen la posibilidad de implementar en ello extractor automático de viruta y variador electrónico de velocidad.

Si nos referimos al modelo semiautomático, este posee como característica fundamental movimientos automáticos por método neumático de morsa de ajuste de material y de subida

y bajada de cabezal de corte, además de todas las cualidades mencionadas para el modelo manual. A su vez, como anexo, sumado a los del modelo manual, se le puede incorporar una morsa superior neumática, la cual permite compactar y sujetar un paquete de caños estructurales para aumentar en gran medida su capacidad productiva.

Si bien las características técnicas son un factor importante en la toma de decisiones, el otro factor que tiene un gran peso para terminar de definir el equipamiento es su costo, tanto de inversión para la adquisición como su costo operativo y de mantenimiento. Tratando exclusivamente el costo de inversión del equipo, la diferencia que existe entre ambas máquinas en contraposición a la necesidad de contar con un operario que realice las tareas de medición, sujeción de material y puesta en marcha para cada corte en la máquina manual, se justifica invertir en un modelo semiautomático que simplifica todas estas tareas, permitiéndole al operario realizar otras actividades durante un proceso de corte repetitivo.

Por otra parte, pensando en un crecimiento a futuro, la implementación del equipo de corte semiautomático permite optimizar los tiempos productivos y los recursos humanos como se mencionó anteriormente, lo cual es punto importante a tener en cuenta, ya que, si bien el costo inicial es mayor, con el paso del tiempo el equipo logra un abaratamiento de los costos productivos.

Aunque el equipo semiautomático requiere de mayores cuidados de mantenimiento, el costo operativo del equipo es igual para ambas máquinas y, realizando una correcta planificación de los cortes con anterioridad y una adecuada capacitación en el uso del equipo, se logra que el nivel de especialización del personal para la manipulación del equipo sea el mismo para los dos sistemas.

Por todas las consideraciones anteriores, considerando conjuntamente el resultado del método de selección adoptado, que la alternativa más adecuada a implementar es la sierra de corte semiautomática basculante.

8.3.2. Equipamientos de corte de chapas metálicas

Tabla 11 - selección corte de chapa

Equipamientos de corte de chapas metálicas										
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Guillotina manual		Guillotina hidráulica		Plasma CNC		Corte láser CNC	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	1	25	6	150	8	200	10	250
Grado de flexibilización	2	22	4	88	6	132	8	176	9	198
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	9	144	4	64	4	64	1	16
Costo operativo del equipo	4	14	9	126	7	98	5	70	3	42
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	9	90	2	20	2	20	2	20
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	10	80	8	64	7	56	3	24
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	9	45	8	40	4	20	2	10
TOTAL		100		598		568		606		560

En los que respecta al corte de chapas metálicas, la mejor alternativa de acuerdo al método de las ponderaciones aplicado, es la implementación de un cortador plasma CNC. Esta alternativa permite tener una gran flexibilidad en la producción, permitiendo no solo cortes rectos, sino curvos y con diversas formas complejas, lo cual abre el abanico de posibilidades de personalización de los trabajos encargados por los clientes. A su vez, invirtiendo en una correcta maquina de corte plasma, se logra cortar espesores mayores a los posibles con la guillotina manual (alternativa muy próxima en resultado del método). Como la empresa actualmente se encuentra en fase de implementación de un sistema como este, no caben dudas que es la alternativa correcta considerando nuevos costos de inversión.

8.3.3. Equipamientos de plegado de chapas metálicas

Tabla 12- selección plegadora

Equipamiento de plegado de chapas metálicas								
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Plegadora manual		Plegadora hidráulica		Plegadora CNC	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	4	100	6	150	9	225
Grado de flexibilización	2	22	7	154	7	154	8	176
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	8	128	6	96	2	32
Costo operativo del equipo	4	14	9	126	8	112	7	98
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	8	80	8	80	4	40
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	8	64	8	64	3	24
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	8	40	7	35	3	15
TOTAL		100		692		691		610

Como en los casos anteriores, en los cuales los puntajes finales de dos o más alternativas son próximos aplicado el método de selección, es necesarios realizar un análisis más profundo considerando otros factores no contemplados dentro de los criterios. Para el caso de las plegadoras de chapas, si bien la alternativa que obtuvo mayor puntaje fue la máquina de plegado manual, el resultado fue prácticamente igual a la del tipo hidráulico.

Considerando el crecimiento a futuro de la empresa producto de aplicar el presente proyecto, permitiéndole captar una mayor parte del mercado estudiado o expandir las localidades a la cuales llegar con los productos ofrecidos, es necesario contemplar con anterioridad, maquinarias que permitan manejar niveles de producción con cierto margen por encima de lo estipulado. Si bien los costos de inversión iniciales resultan mayores, la posibilidad de implementar mejoras en los procesos, aumentar la productividad del personal, disminuir sus esfuerzos físicos y lograr mejoras sustanciales en la calidad de los productos a fabricar justifican en estos casos la implementación de la alternativa que permita acercarse a estos objetivos.

Sumado al crecimiento a futuro considerado, la implementación de una plegadora hidráulica posibilita a la empresa a trabajar con espesores de chapas superiores a los que actualmente trabaja con menos esfuerzo físico y mayor precisión. Esta mejoría le permite encarar nuevos proyectos y acceder a tomar encargues de productos que en la actualidad son imposibles de realizar por medios propios.

8.3.4. Equipamientos y sistemas de soldadura

Tabla 13 - selección soldadura

Equipamientos y sistemas de soldadura										
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Soldadora por electrodo revestido		Soldadora MIG		Soldadora TIG		Soldadora láser	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	4	100	8	200	4	100	8	200
Grado de flexibilización	2	22	4	88	9	198	6	132	8	176
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	9	144	6	96	7	112	2	32
Costo operativo del equipo	4	14	8	112	6	84	6	84	6	84
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	8	80	8	80	8	80	6	60
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	9	72	8	64	8	64	2	16
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	8	40	9	45	6	30	7	35
TOTAL		100		636		767		602		603

Para el caso de los equipos de soldadura no hay dudas que la mejor alternativa a implementar es la soldadura mediante un proceso MIG, ya que este permite agilizar los tiempos productivos considerablemente y con una calidad de soldadura aceptable para los trabajos realizados.

8.3.5. Equipamientos y sistemas de pintura

Tabla 14 - selección sistema de pintura

Equipamientos y sistemas de pintura						
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Sistema de recubrimiento con pintura líquida		Sistema de recubrimiento con pintura en polvo	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	7	175	7	175
Grado de flexibilización	2	22	6	132	9	198
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	8	128	4	64
Costo operativo del equipo	4	14	4	56	8	112
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	6	60	6	60
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	9	72	6	48
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	7	35	7	35
TOTAL		100		658		692

Si bien el resultado de la evaluación de las alternativas arrojo como mejor opción a implementar al sistema de recubrimiento con pintura en polvo, en este caso es necesario analizar el porqué de esta selección con mayor detalle. El tratamiento de las superficies para lograr el acabado final deseado en los productos conlleva tareas e insumos que son peligrosas tanto para la salud del operario como para el medio ambiente.

En el proceso de limpieza y preparación de las superficies metálicas para el posterior pintado, se utilizan productos desoxidantes fosfatizantes, los cuales son líquidos elaborados a base de ácido fosfórico, agua y aditivos, destinados a eliminar el óxido -superficial o profundo- en metales y mejorando la adherencia de la pintura a aplicar. Su aplicación se puede realizar mediante la impregnación en trapos de tela o estopas y posterior barrido manual de la superficie metálica con ellos (utilizando los elementos de protección personal adecuados) o bien, la inmersión de las piezas en una batea con el fosfatizantes. De esta

primera tarea, se desechan residuos peligrosos, como lo son los trapos impregnados, envases y elementos de protección personal contaminados.

Por otro lado, el proceso de pintura mediante el proceso más comúnmente utilizado de recubrimiento con pintura líquida, también conlleva a la eliminación de residuos peligrosos, como lo son los envases de los esmaltes y lacas, trapos y elementos de limpieza, envases y desechos en contacto con diluyentes (en su mayoría inflamables), la pintura pulverizada misma que no se logra aplicar a la superficie metálica y que queda en el ambiente circundante a la actividad y en los elementos de protección personal, entre otros.

Todos estos residuos peligrosos deben recibir un tratamiento muy particular para reducir su impacto en la mayor medida posible, mediante la aplicación de buenas prácticas y la implementación de sistemas que reduzcan el volumen de estos desechos al mínimo. El correcto tratamiento de los residuos peligrosos industriales es una obligación y se encuentra regulada por la Ley Nacional 24051 de Residuos Peligrosos. El tratamiento de los residuos peligrosos, en base a lo que enmarca la ley mencionada se realizará en un apartado posterior del presente proyecto (impacto ambiental del proyecto).

Analizando la implementación de un sistema de pintura en polvo, si bien inicialmente requiere de una inversión superior al sistema tradicional de pintura líquida, ya que requiere de una cabina con condiciones ambientales controladas, sistemas de captación y filtros de pintura, ciclones de separación, el equipamiento de aplicación y el horno de curado, el cual cumple un rol fundamental en este proceso, las ventajas de este sistema sobre la otra alternativa son considerables, ya que además, para una correcta implementación también requiere de determinados sistemas y condiciones de calidad.

Por un lado, la calidad, terminación final y la durabilidad de la capa de protección obtenida en el recubrimiento de las superficies metálicas es superior para el sistema en polvo, cualidad que se busca mantener ya que es una de las características que destaca a la empresa en el mercado. Por otro lado, teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente sobre el desecho de residuos peligrosos, este sistema reduce notablemente su volumen. Además,

mediante el sistema de recuperación de la pintura no aplicada, se logra un mejor aprovechamiento de los insumos, que a su vez reduce la cantidad de desechos y acarrea consigo un ahorro de costos considerable. Mediante el curado de la pintura en el horno se logra una independencia del tiempo y las condiciones climáticas en cuanto a tiempos de producción y entregas de los productos, factores que son condicionantes en el sistema de pintura líquida.

Finalmente, pero no menos importante, la implementación de un sistema de pintura el polvo permite el pintado de la perfilería de aluminio en las tonalidades que se requieran, tanto para la personalización a pedido del cliente como para el aprovechamiento de todo el material remanente de la producción, permitiéndole volver a ingresar a la línea productiva y ser reutilizado, ahorrando costos de materia prima y espacios físicos de acumulación de recortes. Esta última ventaja es una mejora sustancial en la cadena de suministro de la empresa, ya que actualmente es un servicio contratado que eleva los costos de los productos, genera tiempos improductivos y dependencia de tiempos para con el proveedor y mediante la aplicación de este sistema pasaría a ser una actividad de la planta en donde se logra total independencia y abre las puertas a ofrecer un mayor valor al cliente. Por todos los motivos expuestos anteriormente, se concluye que la implementación de un sistema de pintura en polvo es la mejor alternativa para el presente proyecto de reestructuración.

8.4. Selección de los sistemas de almacenamiento, transporte y manipulación

A continuación, se detallarán las selecciones realizadas para los equipamientos correspondientes al almacenamiento de las materias primas y la manipulación de las mismas junto con los productos semielaborados y terminados, presentando determinados aspectos tenidos en cuenta al momento de evaluar los resultados arrojados por el método aplicado, en los casos en los que los puntajes obtenidos se encuentran próximos.

8.4.1. Sistemas de almacenamiento de perfilería

Tabla 15 - selección estanterías de perfiles

Sistemas de almacenamiento de perfilería								
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Estanterías modulares deslizantes		Estanterías modulares tipo cantilever		Estanterías modulares tipo cantilever deslizantes	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	9	225	8	200	9	225
Grado de flexibilización	2	22	7	154	10	220	7	154
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	5	80	7	112	6	96
Costo operativo del equipo	4	14	9	126	10	140	9	126
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	7	70	9	90	8	80
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	9	72	9	72	9	72
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	10	50	10	50	10	50
TOTAL		100		777		884		803

Como resultado de aplicar el método de evaluación de las alternativas, para el almacenamiento de la perfilería se adoptará el sistema de estanterías tipo cantilever. Si bien es un sistema práctico de implementar, ya que son modulares y de rápido ensamble, su costo es elevado frente a la implementación de un diseño propio con materiales que la empresa cuenta en su stock de materia prima, de similares características modulares y de resistencia. Por este motivo, en secciones posteriores del desarrollo del presente proyecto se detallará el diseño de estas.

8.4.2. Sistemas de almacenamiento de chapas

Tabla 16 - Almacenamiento de chapas

Sistemas de almacenamiento de chapas metálicas							
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Estanterías modulares deslizantes		Estanterías modulares tipo cantilever		
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	
Capacidades productivas	1	25	9	225	9	225	
Grado de flexibilización	2	22	8	176	10	220	
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	5	80	7	112	
Costo operativo del equipo	4	14	9	126	10	140	
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	7	70	9	90	
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	9	72	9	72	
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	10	50	10	50	
TOTAL		100		799		909	

Al igual que en el caso de la perfilería, la alternativa a implementar de acuerdo al método de selección es la del tipo cantilever. Contemplando el bajo volumen necesario de chapas

metálicas a tener en stock, se realizará un diseño propio de similares características acorde al nivel productivo de la planta.

8.4.3. Sistemas de almacenamiento de vidrios

Tabla 17 - almacenamiento de vidrio

Sistemas de almacenamiento de vidrios								
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Sistema de almacenamiento manual		Sistema de almacenamiento tipo órgano		Sistema de almacenamiento para cajones móviles	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	6	150	8	200	9	225
Grado de flexibilización	2	22	8	176	9	198	10	220
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	10	160	7	112	3	48
Costo operativo del equipo	4	14	10	140	8	112	3	42
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	9	90	7	70	6	60
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	10	80	8	64	8	64
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	9	45	9	45	6	30
TOTAL		100		841		801		689

Para el caso del almacenaje de los vidrios y recortes sobrantes de la producción, la alternativa a implementar resultante del análisis realizado es el sistema de almacenamiento manual, mediante módulos estructurales simples con las características de cuidados y almacenaje respectivos para esta materia prima. Del mismo modo que para los casos anteriores, por motivos de costos y al contar con los medios para su fabricación, se procederá a realizar el diseño de estos.

8.4.4. Sistemas de transporte y manipulación de vidrios

Tabla 18 - sistema manipulación de vidrio

Sistemas de transporte y manipulación de vidrios						
Criterio	Orden de prioridad	Ponderación del criterio [%]	Por vacío tipo de grúa de brazo		Por vacío tipo grúa punte	
			Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Capacidades productivas	1	25	9	225	7	175
Grado de flexibilización	2	22	8	176	6	132
Costo de inversión, instalación y puesta en marcha del equipo	3	16	9	144	7	112
Costo operativo del equipo	4	14	8	112	8	112
Espacio físico necesario de instalación del equipo	5	10	7	70	9	90
Existencia de proveedores locales y facilidad de comercio	6	8	9	72	9	72
Nivel de especialización y calificación del personal	7	5	9	45	9	45
TOTAL		100		844		738

Como resultado del método de las ponderaciones, la alternativa que mejor se adapta a las necesidades de nuestro proceso productivo es la implementación de un sistema de manipulación por vacío de tipo grúa de brazo. Si bien resulto ser la opción con mayor puntaje, su implementación se verá sujeta al tipo de layout que se plantee para la fábrica en etapas posteriores del presente proyecto.

8.4.5. Sistemas de elevación y transporte de estructuras metálicas

Para el movimiento de estructuras metálicas dentro del sector de soldadura y ensamblaje y hacia el sector de pintura, la implementación de un puente grúa se hace imperiosa. Debido a que esta etapa es una etapa de análisis previo al desarrollo del proyecto, el tipo de sistema de transporte que mejor se adapte a las necesidades queda sujeto a la configuración de la planta productiva. Por este motivo, su elección y análisis se realizará en etapas posteriores del presente proyecto.

8.5. Servicios auxiliares necesarios para producción

Para que los equipos y sistemas necesarios para el sector productivo de la empresa resultantes del proceso de selección puedan funcionar correctamente, son necesarios determinados servicios complementarios o auxiliares. A continuación, se mencionan cuáles son estos servicios y sus principales componentes, los cuales serán dimensionados en las etapas correspondientes al desarrollo de este proyecto.

8.5.1. Instalación eléctrica

Un correcto dimensionamiento de la red eléctrica de la fábrica permite operar de manera eficiente y sin problemas los diferentes tipos de maquinarias, los cuales casi en su totalidad requieren de este servicio. Además del cálculo y correcto diseño de la instalación de acuerdo a las normativas vigentes y buenas prácticas, realizar una buena planificación previendo futuros crecimientos y expansiones son necesarios para evitar inconvenientes en etapas posteriores. No solo la instalación debe ser segura para las personas que la operen, sino

también realizar una correcta gestión de la misma garantiza la confiabilidad del sistema en los momentos críticos de producción.

La instalación eléctrica se compone de los siguientes elementos:

- Tablero principal de comando
- Tablero de compensación de factor de potencia
- Tableros seccionales de carga
- Conductores
- Sistema de iluminación
- Sistema de iluminación de emergencia

8.5.2. Red neumática

Diversos equipos de los seleccionados para producción utilizar aire comprimido para su funcionamiento, como ser el caso de las punzonadoras universales, los sistemas de manipulación de las láminas de vidrio, el sistema de pintura, máquinas manuales, sistemas de limpieza, etc. Todos estos sistemas requieren de una provisión de aire comprimido constante de calidad, que debe ser capaz de abastecer las necesidades de producción en todo momento. Por este motivo, el correcto dimensionamiento de una red neumática que recorra los puntos de consumo es uno de los puntos a desarrollar.

La instalación de aire comprimido consta de los siguientes elementos principales:

- Sala de compresores
- Cañería de transporte
- Sistemas FRL
- Bocas de consumo

8.5.3. Sistema contraincendios

Proteger el personal y las instalaciones de la fábrica en caso de existir incendios es una medida extremadamente necesaria, tanto por cuestiones de peligros para la salud de las personas como de los grandes costos ocasionados por pérdidas materiales. De acuerdo a un estudio de las cargas de fuego presentes luego del dimensionamiento de las nuevas líneas productivas, se establecerá el sistema que mejor se adapte a las necesidades de seguridad de la empresa.

8.5.4. Sistema de ventilación

Evacuar los gases producto de los procesos y realizar los recambios de aire necesarios para mantener las condiciones de salubridad son factores importantes para el bienestar y el confort las personas intervinientes en la empresa. Por estos motivos, la evaluación, el diseño y la implementación de medidas y equipos que permitan cumplir con estas condiciones es un punto por desarrollar en el presente proyecto. El sistema de ventilación se compone de los siguientes elementos:

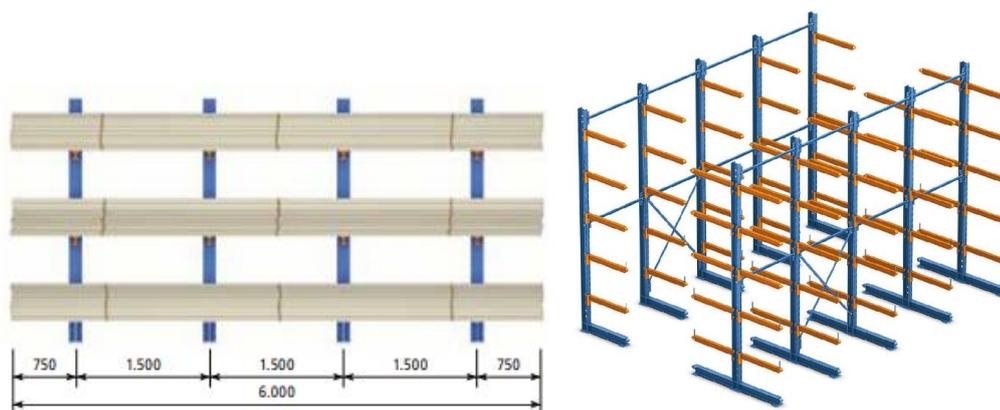
- Aberturas de ventilación
- Equipos de extracción de aire y humos

9. Estudio y análisis del espacio requerido

- ALMACÉN DE PERFILERIA Y MATERIALES EN ALUMINIO

ESTANTERIAS MODULARES TIPO CANTILIEVER

Ejemplo de distribución más usual, teniendo en cuenta el largo de perfiles de aluminio en 6[m], según catálogo de la marca Cantilever.



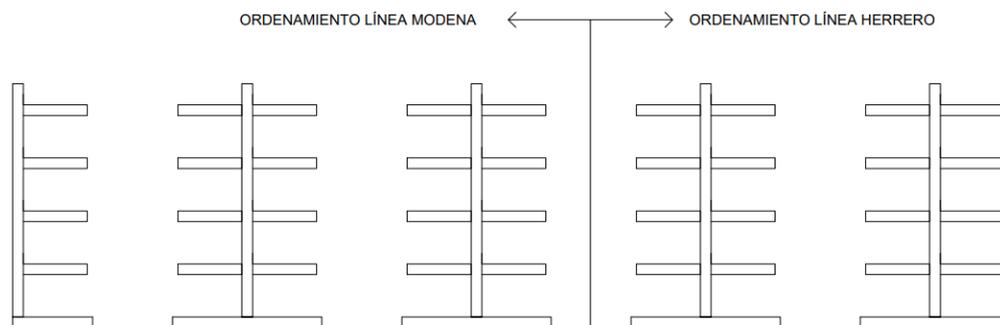
Se estiman usar 4 columnas manteniendo la separación entre ellas recomendada por catálogo.

En cuanto a la cantidad de brazos, se repartirán los espacios de manera tal que cada escalón suponga una división para el tipo de perfil según su número y línea (Módena / Herrero). Además, se tendrá en cuenta ubicar las cantidades que supongan mayor peso en la parte inferior de la estantería modular.

A continuación, se muestra una tabla donde se detallan las características y propiedades de los perfiles de aluminio que intervienen en este estudio, discriminados en línea Módena y Herrero.

En primer lugar, los perfiles de mayor cantidad/mayo peso, deberán ubicarse en la parte inferior de la estantería. En cuando al orden, se dispondrán los brazos con una separación de 50 [cm] de altura. Teniendo en cuenta que se ocupan 24 diferentes perfiles para la línea Módena y 17 para la línea Herrero, separando en 1 columna apoyada en pared y otras ordenadas de manera paralela con columna central y brazos en ambos lados, la altura de las columnas será de 2,20[m]. Esta altura permite el manejo de los perfiles manualmente de manera sencilla, evitando el uso de asistencia mecánica como un puente grúa. El tamaño final estará dado en base al cálculo estático de la estantería que será de diseño propio.

Para graficar la disposición de las estanterías de aluminio se presenta una ilustración a manera de croquis.



En principio, cuando las estanterías estén cargadas con los perfiles, éstos tocarían el fondo del espacio determinado para el almacenamiento, es decir una longitud de 6[m] y un espacio de aproximadamente 10 [m] de frente, por lo tanto, el área mínima para el almacenamiento de aluminio es de 60m².

•ALMACEN DE PERFILERIA Y MATERIALES EN ACERO

De manera análoga al sector de almacenamiento de perfiles de aluminio, las estanterías para el acero tendrán ubicación en cercanías a la anterior mencionada, y de similar disposición física.

Para ello se presentan estanterías tipo Cantilever como se ha presentado anteriormente y racks en forma cuadriculada como se presenta a continuación:



Este último tipo de estantes permiten reducir el espacio de almacenamiento, pero su desventaja remite en el espacio necesario en el frontal de la estantería para introducir y retirar el material. En cualquier caso, es una buena opción para almacenar perfilería de acero, muy utilizada en la industria.

En este sentido el área necesaria aproximada son 2,5[m] de frente, por 6[m] de fondo, lo cual nos da un valor de 15[m²].

- LINEA DE PRODUCCIÓN ALUMINIO

- Corte de perfil: Cortadora automática
- Punzonadora de perfil: Punzonadoras Universales
- Frezado de perfiles: Copiadoras manuales
- Corte de vidrio: Corte manual con mesa de paño con marco basculante
- Ensamble de aberturas: Mesas extensibles

- LINEA DE PRODUCCION DE ACERO

- Equipo de corte: Sierra de corte basculante semi automática
- Corte chapa: Plasma CNC
- Plegado chapa: Plegadora hidráulica
- Sistema de soldadura: Soldadora MIG

- SISTEMA DE PINTURA

- Sistema de recubrimiento con pintura en polvo
- Cabina de pintura en polvo
- Horno de curado de pintura

- ALMACENAMIENTO DE VIDRIOS

- Módulo estructural simple

- MANIPULACION DE VIDRIO

- Grúa tipo bandera con brazo y sistema de ventosas

- SALON DE VENTAS Y OFICINAS

Se dispone de un espacio dedicado a las oficinas de administración y un salón de exposición y ventas. Además, se contempla espacios comunes como pasillos y sanitarios.

Para una mejor comprensión de los espacios ocupados por cada sección de la empresa, debajo se tabulan los equipos y se estima el área aproximada que ocuparía cada uno de ellos.

Esto nos permite obtener información para realizar un análisis de prefactibilidad de espacio, mediante el cual se tomarán decisiones acerca de la reubicación de la empresa.

Tabla 19 - espacio necesario por máquina

LÍNEA DE PRODUCCION O SISTEMA	EQUIPO	LONGITUD FRENTE [m]	LONGITUD FONDO [m]	ÁREA [m ²]
ALUMINIO	Cortadora automática	1	10	10
	Punzonadora Universal	2	2	4
	Copiadoras manuales	1	2	2
	Mesa de paño con marco basculante	3	3	9
	Mesa extensible	3	3	9
	Área de armado	5	8	40
	Almacenamiento de perfiles	12	6	72
	Producto terminado	6	6	36
ACERO	Sierra de corte basculante semiautomática	2	10	20
	Plasma CNC	3	5	15
	Plegadora hidráulica	4	4	16
	Soldadora MIG	2	2	4
	Área de armado	5	8	40
	Almacenamiento de perfiles	2	6	12
	Almacenamiento de chapas	2	3	6
	Producto terminado	6	6	36
PINTURA	Cabina de pintura	4	6	24
	Horno de secado	4	6	24
VIDRIO	Almacenamiento	4	2	8
	Manipulación	1	3	3
ADMIN+ ESPACIOS COMUNES	Oficinas + Local exposición + sanitarios	8	5	40
SUBTOTAL				427
TOTAL		CRECIMIENTO + ESPACIOS COMUNES 40%		598

Teniendo en cuenta el análisis de espacio dedicado a cada área, resulta necesario en un principio, establecer un área bajo techo, para la producción y administración de la empresa, de alrededor de 600 [m²]. Este resultado nos indica que el espacio disponible de la empresa actualmente, además del espacio que dispone para extender el galpón existente, no alcanza para cubrir los nuevos requerimientos de espacio físico, por lo que deberá plantearse la reubicación de esta.

10. Impacto ambiental del proyecto - Tratamiento de residuos peligrosos

Como se mencionó al momento de seleccionar el sistema de pintura a implementar, el tratamiento de las superficies metálicas ya sea en su etapa de preparación o durante el proceso de pintado, genera residuos que son contaminantes para el medio ambiente. Por este motivo, si bien el tipo de proceso productivo que se plantea no desecha efluentes y otros tipos de desperdicios industriales altamente peligrosos como en el caso de otras industrias, los envases y productos desechados en nuestra planta productiva deben recibir el tratamiento adecuado, ya que son catalogados como tales por la Ley Nacional 24.051 de Residuos Peligrosos.

A continuación, se extraen los artículos de la mencionada ley en donde se define que tipos de residuos constituyen los residuos peligrosos, los tipos de residuos existentes de este tipo y el tratamiento que deben recibir, a fin de comprender las medidas que deben ser contempladas en la fase de implementación del presente proyecto.

10.1. Ley Nacional 24051 – Residuos Peligrosos

ARTICULO 2° — Será considerado peligroso, a los efectos de esta ley, todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. Las disposiciones de la presente serán también de aplicación a aquellos residuos peligrosos que pudieren constituirse en insumos para otros procesos industriales.

Quedan excluidos de los alcances de esta ley los residuos domiciliarios, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques, los que se regirán por leyes especiales y convenios internacionales vigentes en la materia.

DEL MANIFIESTO

ARTICULO 12. — La naturaleza y cantidad de los residuos generados, su origen, transferencia del generador al transportista, y de éste a la planta de tratamiento o disposición final, así como los procesos de tratamiento y eliminación a los que fueren sometidos, y cualquier otra operación que respecto de estos se realizare, quedará documentada en un instrumento que llevará la denominación de 'manifiesto'.

ARTICULO 13. — Sin perjuicio de los demás recaudos que determine la autoridad de aplicación el manifiesto deberá contener:

a) Número serial del documento;

b) Datos identificatorios del generador, del transportista y de la planta destinataria de los residuos peligrosos, y sus respectivos números de inscripción en el Registro de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos;

c) Descripción y composición de los residuos peligrosos a ser transportados;

d) Cantidad total -en unidades de peso, volumen y concentración- de cada uno de los residuos peligrosos a ser transportados; tipo y número de contenedores que se carguen en el vehículo de transporte;

e) Instrucciones especiales para el transportista y el operador en el sitio de disposición final;

f) Firmas del generador, del transportista y del responsable de la planta de tratamiento o disposición final.

ARTICULO 14. — Será considerado generador, a los efectos de la presente, toda persona física o jurídica que, como resultado de sus actos o de cualquier proceso, operación o actividad, produzca residuos calificados como peligrosos en los términos del artículo 2° de la presente.

ARTICULO 15. — Todo generador de residuos peligrosos, al solicitar su inscripción en el Registro Nacional de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos deberá presentar una declaración jurada en la que manifieste, entre otros datos exigibles, lo siguiente:

a) Datos identificatorios: nombre completo o razón social; nómina del directorio, socios gerentes, administradores, representantes y/o gestores, según corresponda; domicilio legal;

b) Domicilio real y nomenclatura catastral de las plantas generadoras de residuos peligrosos; características edilicias y de equipamiento;

c) Características físicas, químicas y/o biológicas de cada uno de los residuos que se generen;

d) Método y lugar de tratamiento y/o disposición final y forma de transporte, si correspondiere, para cada uno de los residuos peligrosos que se generen;

e) Cantidad anual estimada de cada uno de los residuos que se generen;

f) Descripción de procesos generadores de residuos peligrosos;

g) Listado de sustancias peligrosas utilizadas;

h) Método de evaluación de características de residuos peligrosos;

i) Procedimiento de extracción de muestras;

j) Método de análisis de lixiviado y estándares para su evaluación;

k) Listado del personal expuesto a efectos producidos por las actividades de generación reguladas por la presente ley, y procedimientos precautorios y de diagnóstico precoz.

Los datos incluidos en la presente declaración jurada serán actualizados en forma anual.

ARTICULO 17. — Los generadores de residuos peligrosos deberán:

a) Adoptar medidas tendientes a disminuir la cantidad de residuos peligrosos que generen;

b) Separar adecuadamente y no mezclar residuos peligrosos incompatibles entre sí;

c) Envasar los residuos, identificar los recipientes y su contenido, numerarlos y fecharlos, conforme lo disponga la autoridad de aplicación;

d) Entregar los residuos peligrosos que no traten en sus propias plantas a los transportistas autorizados, con indicación precisa del destino final en el pertinente manifiesto, al que se refiere el artículo 12 de la presente.

ARTICULO 33. — Plantas de tratamiento son aquellas en las que se modifican las características físicas, la composición química o la actividad biológica de cualquier residuo peligroso, de modo tal que se eliminen sus propiedades nocivas, o se recupere energía y/o recursos materiales, o se obtenga un residuo menos peligroso, o se lo haga susceptible de recuperación, o más seguro para su transporte o disposición final.

Son plantas de disposición final los lugares especialmente acondicionados para el depósito permanente de residuos peligrosos en condiciones exigibles de seguridad ambiental.

ANEXO I: CATEGORIAS SOMETIDAS A CONTROL

Corrientes de desechos

Y1 Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas para salud humana y animal.

Y2 Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos.

Y3 Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal.

Y4 Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de biocidas y productos fitosanitarios.

Y5 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera.

Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos.

Y7 Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple.

Y8 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.

Y9 Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.

Y10 Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), trifenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).

Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.

Y13 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos.

Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.

Y15 Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente.

Y16 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.

Y17 Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos.

Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

Desechos que tengan como constituyente

Y19 Metales carbonilos.

Y20 Berilio, compuesto de berilio.

Y21 Compuestos de cromo hexavalente

Y22 Compuestos de cobre.

Y23 Compuestos de zinc.

- Y24 Arsénico, compuestos de arsénico.
- Y25 Selenio, compuestos de selenio.
- Y26 Cadmio, compuestos de cadmio.
- Y27 Antimonio, compuestos de antimonio.
- Y28 Telurio, compuestos de telurio.
- Y29 Mercurio, compuestos de mercurio.
- Y30 Talio, compuestos de talio.
- Y31 Plomo, compuestos de plomo.
- Y32 Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión de fluoruro cálcico.
- Y33 Cianuros inorgánicos.
- Y34 Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
- Y35 Soluciones básicas o bases en forma sólida.
- Y36 Asbestos (polvo y fibras).
- Y37 Compuestos orgánicos de fósforo.
- Y38 Cianuros orgánicos.
- Y39 Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles.
- Y40 Eteres.
- Y41 Solventes orgánicos halogenados.
- Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados.
- Y43 Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados.
- Y44 Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas.

Y45 Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

Y48 Todos los materiales y/o elementos diversos contaminados con alguno o algunos de los residuos peligrosos identificados en el Anexo I o que presenten alguna o algunas de las características peligrosas enumeradas en el Anexo II de la Ley de Residuos Peligrosos cuyo destino sea o deba ser una Operación de Eliminación según el Anexo III de la citada ley. A los efectos de la presente norma, se considerarán, en forma no excluyente, materiales diversos y/o elementos diversos contaminados, a los envases, contenedores y/o recipientes en general, tanques, silos, trapos, tierras, filtros, artículos y/o prendas de vestir de uso sanitario y/o industrial y/o de hotelería hospitalaria cuyo destino sea o deba ser una Operación de Eliminación de las previstas en el Anexo III de la presente Ley. (Categoría incorporada por art. 1° de la Resolución N° 897/2002 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable B.O. 2/9/2002, texto según art. 1° de la Resolución N° 830/2008 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable B.O. 30/7/2008).

ANEXO II

LISTA DE CARACTERÍSTICAS PELIGROSAS

Clase de las Naciones Unidas	Nº de Código	CARACTERÍSTICAS
1	H1	Explosivos: Por sustancia explosiva o desecho se entiende toda sustancia o desecho sólido o líquido (o mezcla de sustancias o desechos) que por sí misma es capaz, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.
3	H3	Líquidos inflamables: Por líquidos inflamables se entiende aquellos líquidos o mezcla de líquidos, o líquidos con sólidos en solución o suspensión (por ejemplo pinturas, barnices, lacas, etcétera, pero sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas) que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60,5 °C, en ensayos con cubeta cerrada, o no más de 65,6 °C, en ensayos con cubeta abierta (como los resultados de los ensayos con cubeta abierta y con cubeta cerrada no son estrictamente comparables, e incluso los resultados obtenidos mediante un mismo ensayo a menudo difieren entre sí, la reglamentación que se apartara de las cifras antes mencionadas para tener en cuenta tales diferencias sería compatible con el espíritu de esta definición).
4.1	H4.1	Sólidos inflamables: Se trata de sólidos o desechos sólidos distintos a los clasificados como explosivos, que en las condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo, debido a la fricción.
4.2	H4.2	Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea: Se trata de sustancias o desechos susceptibles de calentamiento espontáneo en las condiciones normales del transporte, o de calentamiento en contacto con el aire, y que pueden entonces encenderse.
4.3	H4.3	Sustancias o desechos que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables: Sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.
5.1	H5.1	Oxidantes: Sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden, en general, al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.
5.2	H5.2	Peróxidos orgánicos: Las sustancias o los desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente —O—O— son sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición autoacelerada exotérmica.
6.1	H6.1	Tóxicos (venenosos) agudos: Sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.
6.2	H6.2	Sustancias infecciosas: Sustancias o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.
8	H8	Corrosivos: Sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan o que, en caso de fuga pueden dañar gravemente o hasta destruir otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros.
9	H10	Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua: Sustancias o desechos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.
9	H11	Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos): Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénesis.
9	H12	Ecotóxicos: Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.
9	H13	Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas.

10.2. Tratamiento de residuos peligrosos en la planta productiva

Como enmarca la ley, nuestro proceso productivo al tener de desechos contaminantes peligrosos para el medio ambiente, la fábrica se categoriza como generadora de residuos peligrosos, motivo por el cual debe inscribirse ante las autoridades pertinentes como tal, además de mantener en todo momento el correcto tratamiento de estos residuos. Para lograr la inscripción, en el manifiesto que la empresa debe redactar, se solicitan determinadas especificaciones sobre el tipo, características, cantidades e instrucciones sobre los residuos generados. En este apartado, se detallarán estos requisitos junto con el procedimiento a seguir dentro de la planta para su correcta manipulación.

10.2.1. Descripción y composición de los residuos peligrosos a ser transportados

Del proceso de preparación de las superficies metálicas para el posterior pintado, se eliminan envases de fosfatizantes, envases contenedores de líquidos combustibles inflamables, trapos impregnados con estos líquidos y elementos de protección personal descartables como lo son guantes, barbijos, antiparras, etc.

A su vez, del proceso de pintura, se desechan diferentes elementos como lo son: recipientes contenedores de pintura en polvo, envases aerosoles, trapos impregnados con pinturas, trapos impregnados con líquidos combustibles y elementos de protección personal descartables, tales como guantes, barbijos, trajes de protección, antiparras, etc.

Por último, proceso de fabricación de los productos, también son eliminados diferentes tipos de envases y elementos contaminantes para el medio ambiente, como lo son envases con restos de grasas y aceites, trapos impregnados con aceites y otros con desengrasantes, trapos con restos de líquidos lubricantes, envases de lubricantes, etc.

A continuación, se enlistan todos estos residuos peligrosos y su composición.

- Trapos impregnados con fosfatizantes: recorte de tela de algodón o similar humedecido, manchado o impregnado fuertemente con líquido fosfatizante (Acido ortofosfórico + Metanol + Butilglicol + Oxido de cinc)
- Trapos impregnados con líquidos combustibles: recorte de tela de algodón o similar humedecido, manchado o impregnado fuertemente con líquidos combustibles derivados del petróleo
- Trapos impregnados con aceites: recorte de tela de algodón o similar humedecido, manchado o impregnado fuertemente con aceites minerales (hidrocarburos, ésteres, siliconas y aditivos)
- Trapos impregnados con líquidos lubricantes: recorte de tela de algodón o similar humedecido, manchado o impregnado fuertemente con líquidos lubricantes (aceites sintéticos, ésteres, siliconas y aditivos)
- Trapos impregnados con desengrasantes: recorte de tela de algodón o similar humedecido, manchado o impregnado fuertemente con desengrasantes orgánicos con base solvente e hidrocarburos.
- Trapos impregnados con pintura: recorte de tela de algodón o similar humedecido, manchado o impregnado fuertemente con pinturas plásticas sintéticas, diluyentes y resinas sintéticas
- Recipientes metálicos contenedores de pintura en polvo
- Recipientes metálicos contenedores de pintura líquida
- Envases aerosoles: envases metálicos con restos de pinturas sintéticas
- Envases plásticos de siliconas selladoras
- Envases plásticos con restos de grasa: envases plásticos con restos de grasas grafitadas y grasas de litio
- Envases plásticos y metálicos con restos de aceite minerales
- Envases plásticos con restos de líquidos desengrasantes
- Envases plásticos con restos de líquidos lubricantes

- Envases plásticos con restos de líquidos fosfatizantes
- Envases plásticos contenedores de líquidos combustibles
- Elementos de protección personal descartables

10.2.2. Procedimiento de tratamiento de residuos peligrosos dentro de la planta productiva

Como la empresa no trata los residuos peligrosos dentro de su planta productiva, por ordenamiento de la vigente ley nacional mencionada anteriormente, estos desechos deben ser retirados y transportados hasta una planta de tratamiento para su reducción, destrucción o cual sea su correcto destino final, por una empresa homologada para tal fin. Para ello, las empresas de transporte de residuos peligrosos exigen determinadas condiciones a las empresas generadoras de estos residuos, como lo son contenedores con características específicas, correcto cerramiento de las bolsas contenedoras y etiquetado específico de los residuos que contienen, entre otras condiciones. Si bien el costo económico de contratar un servicio de este tipo es elevado, es una inversión que se debe asumir para evitar posibles inconvenientes futuros de gran magnitud referidos al impacto ambiental.

Primeramente, la empresa debe lograr la mayor reducción posible de los residuos peligrosos que genera, motivo por el cual, como el proceso de preparación de las superficies para el posterior pintado y el propio proceso de pintado de los productos es uno de los mayores generadores de estos desechos, se optó por el proceso de recubrimiento por pintura en polvo. Si bien la limpieza de las superficies con productos nocivos no se puede eliminar, mediante el proceso de pintura en polvo se logra reducir considerablemente los desperdicios contaminantes para el medio ambiente.

Luego de adoptadas las medidas para reducir al máximo posible la generación de los residuos peligrosos, el siguiente paso es trazar un plan de acción para su correcta manipulación y almacenaje hasta el momento de ser retirados por el transportista. Lo primero a realizar en el tratamiento interno de los residuos es colocar contenedores de determinadas características con bolsas lo suficientemente resistentes para contener los posibles líquidos

contaminantes que se puedan derramar. Estos contenedores deben ser de color rojo y deben tener etiquetas que den aviso de su particular uso, indicando los residuos que contienen.

Residuos peligrosos



A continuación, se muestra una imagen tomada de este tipo de contenedores para la misma aplicación dentro de una industria local del mismo rubro.



Como se mencionó, los residuos deben ir dentro de estos contenedores en bolsas resistentes, las cuales una vez llenas deben cerrarse adecuadamente, para evitar derrames en el exterior o que los objetos se dispersen y terminen en sitios donde puedan generar alguna contaminación. Luego, una vez cerradas, las bolsas deben ser etiquetadas con los residuos que contienen en su interior, así de esta manera el transportista tiene conocimiento de los elementos existentes en cada bolsa. Si bien la empresa encargada de retirar los residuos debe tener la declaración de los residuos que el generador le entrega, con sus respectivos detalles de composición, cantidades y volúmenes, es importante este paso de etiquetado para una correcta manipulación.



Finalmente, el destino último de los residuos peligrosos dentro de la planta productiva es un contenedor especialmente diseñado a pedido del transportista, en cual se depositarán todas las bolsas provenientes de los contenedores rojos, distribuidos por todos los sectores productivos. Este canasto deberá tener las dimensiones adecuadas para albergar todos los residuos contaminantes hasta la fecha pactada en la cual el transportista retirará dichos residuos. Las principales características que debe poseer este contenedor son las siguientes:

- Debe estar correctamente señalizado que es exclusivo para el uso de residuos peligrosos.
- Debe tener las dimensiones adecuadas.
- Debe ser de materiales resistentes para la carga completa del mismo y estar tratado superficialmente con materiales que no permitan la corrosión y/o deterioro de este.
- No debe contener bordes ni materiales con filo que puedan generar la rotura de las bolsas contenedoras de los residuos.
- El piso debe ser de tipo bandeja, es decir, debe tener un plegado que imposibilite que posibles fluidos que salgan de las bolsas de residuos por roturas se esparzan en sus alrededores o tener un formato que cumpla con este requisito. Debe ser de un material liso que sea fácil de limpiar completamente ante derrames.
- Se debe colocar en un sector alejado de espacios donde intervenga personal y su manipulación solo debe ser por personal destinado a tratar dichos residuos.



Imagen 42 - Tacho residuos peligrosos

11. Distribución física de la planta productiva – Layout

Uno de los puntos más importantes para tener en cuenta al momento de presentar el desarrollo de una planta productiva es el ordenamiento de los procesos y sus equipos involucrados. El objetivo de realizar una correcta distribución física es poder alcanzar procesos eficientes y eficaces, permitiendo un flujo de trabajo capaz de mantener la calidad del producto y la seguridad de las personas y equipos.

La metodología Systematic Layout Planning (SLP) es un procedimiento sistemático multicriterio, creado por Richard Muther en los años 60, y se aplica a plantas nuevas como ya existentes. Este método permite vincular con criterio todas las actividades, materiales y procesos, distribuyéndolos y valorándolos de tal forma que se puede identificar sus relaciones e importancia existentes entre ellos.

11.1. Sectores de las líneas productivas

1. Sectores de la línea productiva de aluminio

- Almacén de perfiles de aluminio
- Sector de corte de perfiles (con sector de almacenado de perfiles cortados a medida incluido)

- Sector de punzonado y fresado de perfiles (con sector de almacenado de perfiles mecanizados incluido)
 - Almacén de vidrios
 - Sector de corte de vidrios (con sector de almacenado de vidrios cortados a medida incluido)
 - Sector de ensamble de aberturas (con sector de herramientas, almacenaje de herrajes y accesorios necesarios para la producción)
 - Almacén de placas de madera para puertas placas
 - Almacén de productos terminados (expedición)
2. Sectores de la línea productiva de acero
- Almacén de caños estructurales y hierros
 - Almacén de chapas y material desplegado
 - Sector de corte de perfilería y rebabado (con sector de almacenado de perfiles cortados y rebabados)
 - Sector de corte y plegado de chapas metálicas y material desplegado (con espacio para almacenar plegados y recortes)
 - Sector de montaje y soldadura
 - Sector de desbaste y pulido
 - Sector de limpieza y pintura
 - Almacén de productos terminados (expedición)
 - Análisis de las relaciones entre actividades

Para poder representar las relaciones entre los sectores existentes de una manera lógica y que permita clasificar la intensidad de dichas relaciones, se emplea la *tabla relacional de actividades*, consistente en un diagrama de doble entrada, en el que quedan plasmadas las necesidades de proximidad entre cada actividad y las restantes según los factores de proximidad definidos a tal efecto.

Es habitual expresar estas necesidades mediante un código de letras, siguiendo una escala que decrece con el orden de las cinco vocales: A (absolutamente necesaria), E (especialmente importante), I (importante), O (importancia ordinaria) y U (no importante); la indeseabilidad se representa generalmente por la letra X.

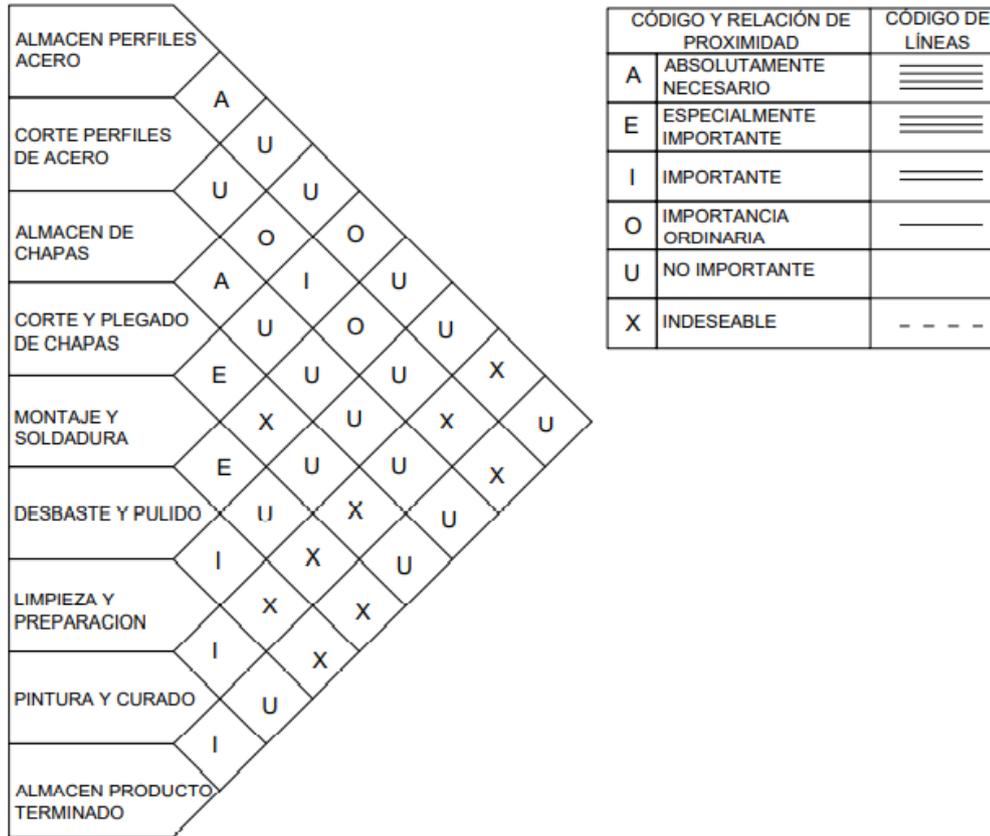
11.2. Relaciones entre los sectores productivos

1. Línea productiva de aluminio

ALMACEN PERFILES ALUMINIO								
	A							
CORTE PERFILES DE ALUMINIO		U						
			X					
PUNZONADO Y FRESADO				X				
					X			
ALMACEN DE VIDRIOS						E		U
							U	U
CORTE DE VIDRIOS								
ENSAMBLE DE ABERTURAS								
ALMACEN DE PLACA DE MADERA								
ALMACEN PRODUCTO TERMINADO								

CÓDIGO Y RELACIÓN DE PROXIMIDAD	CÓDIGO DE LÍNEAS
A ABSOLUTAMENTE NECESARIO	=====
E ESPECIALMENTE IMPORTANTE	=====
I IMPORTANTE	=====
O IMPORTANCIA ORDINARIA	=====
U NO IMPORTANTE	=====
X INDESEABLE	-----

2. Línea productiva de acero



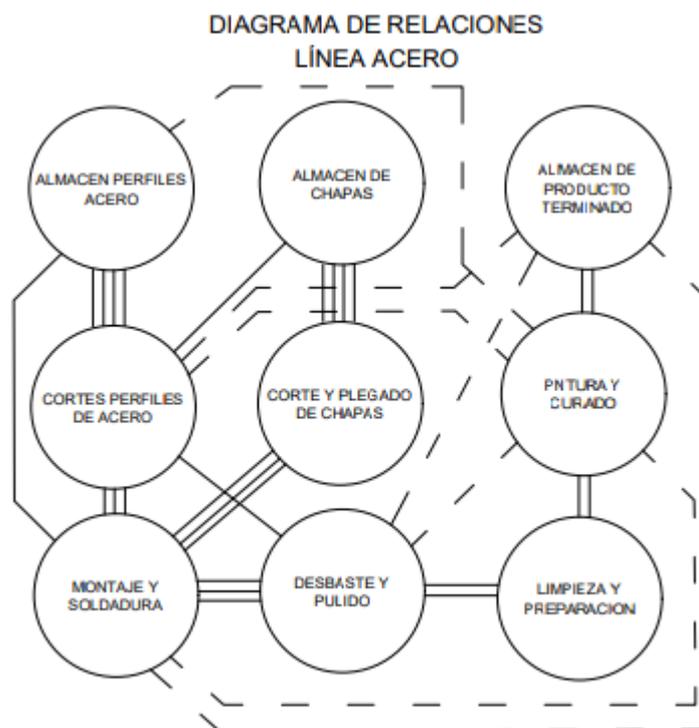
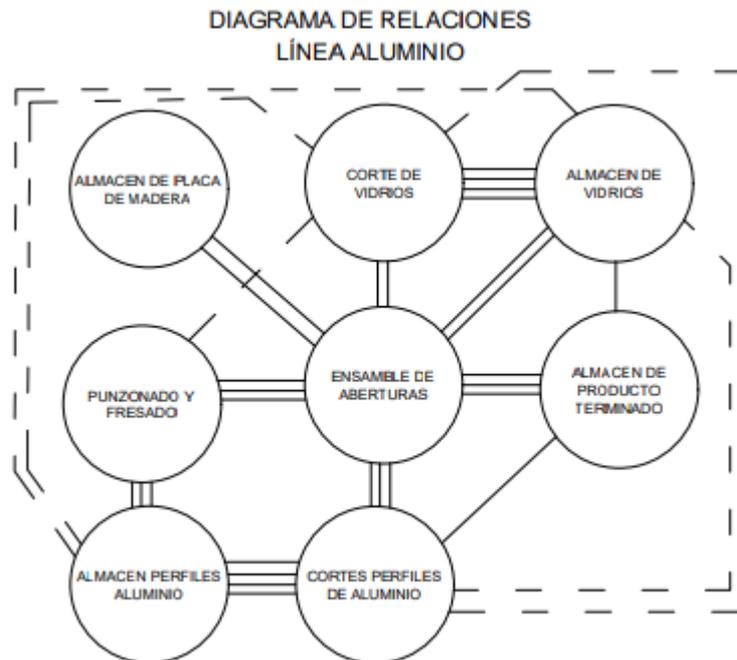
11.2.1. Desarrollo del diagrama de relaciones de las actividades

La información recogida hasta el momento, referente tanto a las relaciones entre las actividades como a la importancia relativa de la proximidad entre ellas, es recogida y volcada en el Diagrama Relacional de Actividades.

A continuación, este diagrama se va ajustando a prueba y error, lo cual debe realizarse de manera tal que se minimice el número de cruces entre las líneas que representan las relaciones entre las actividades, o por lo menos entre aquellas que representen una mayor intensidad relacional.

De esta forma, se trata de conseguir distribuciones en las que las actividades con mayor flujo de materiales estén lo más próximas posible, cumpliendo el principio de la mínima distancia recorrida, y en las que la secuencia de las actividades sea similar a aquella con la

que se tratan, elaboran o montan los materiales (principio de la circulación o flujo de materiales).



A continuación, se realiza el mismo diagrama de relaciones para cada línea productiva, pero con la particularidad de utilizar áreas rectangulares que representen el espacio destinado a la tarea.

DIAGRAMA RELACIONAL DE ESPACIOS LÍNEA ALUMINIO

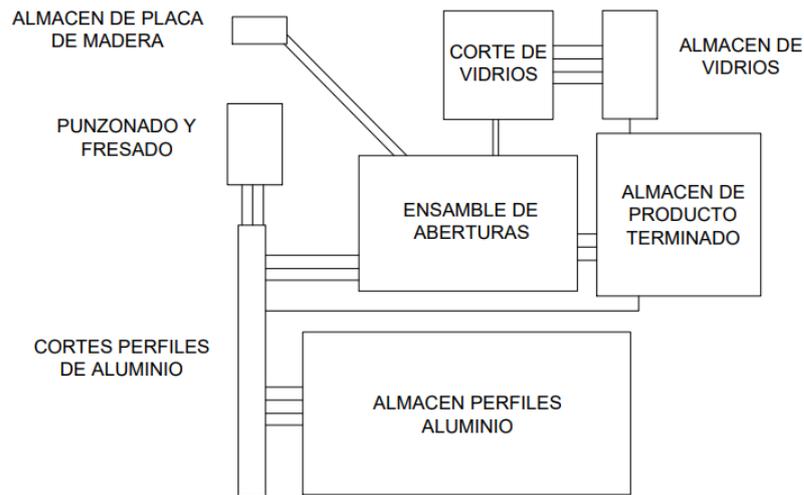
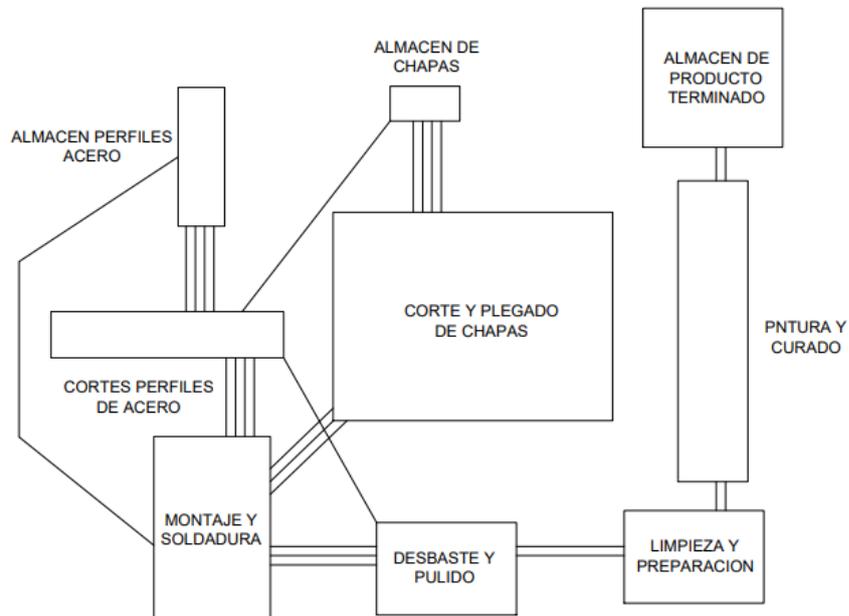


DIAGRAMA RELACIONAL DE ESPACIOS LÍNEA ACERO



11.3. Análisis y preparación de layout según volúmenes de equipos y sistemas

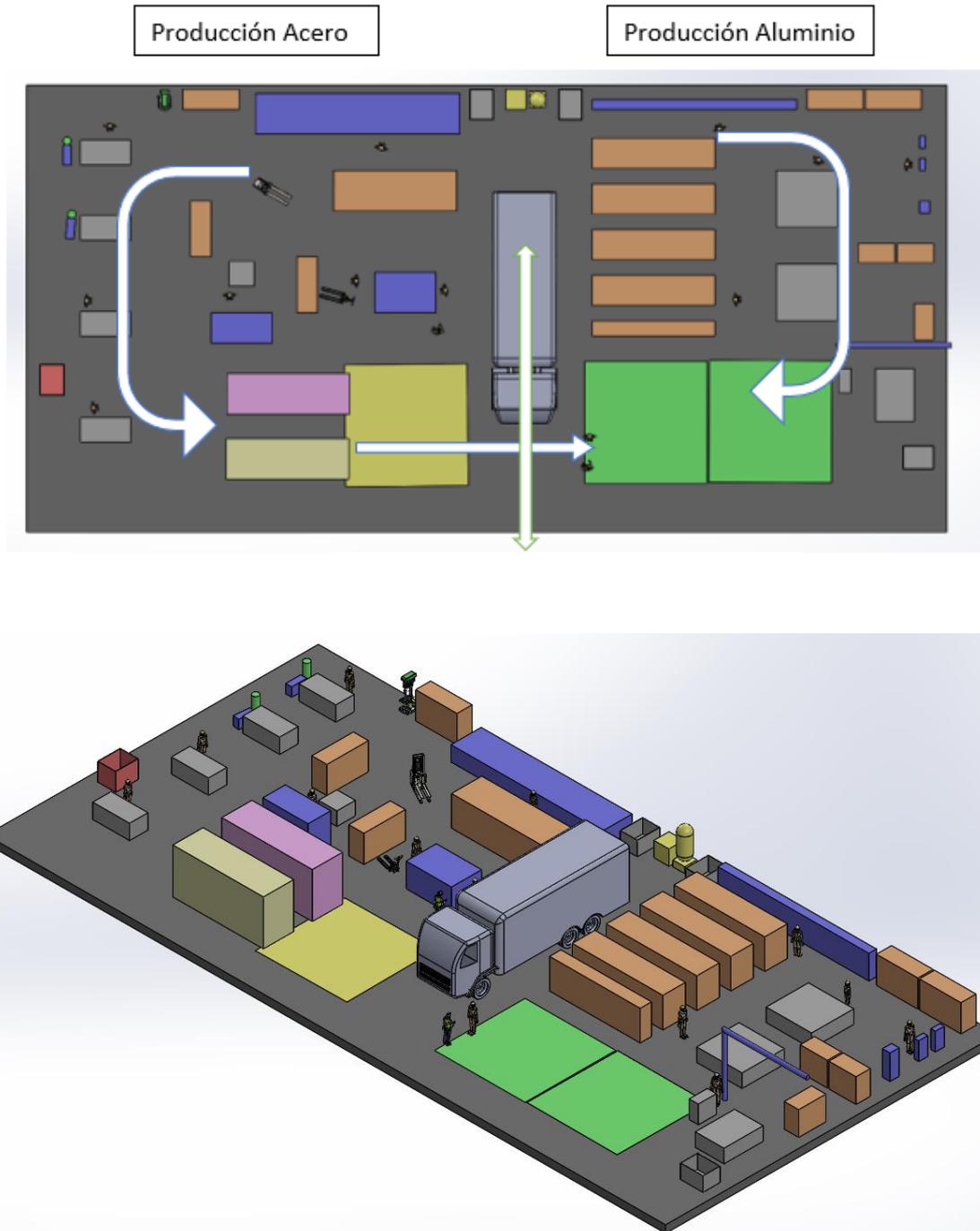
En este apartado realizamos cubos representativos de los volúmenes de los equipos, sistemas, personas, y espacios relacionados a las tareas antes descritas. Para ello utilizamos el software de modelado 3D SolidWorks. Referenciamos los cubos representativos a colores para determinar el tipo de máquina-herramienta, equipo o sistema de almacenamiento, de la siguiente manera:

- Azul: equipos fijos. Estos son sierras, pantógrafo, plegadora, etc.
- Naranja: Estantes. Son los volúmenes destinados a ser almacén de materia prima o semielaborado.
- Gris: Mesas de trabajo y carros porta materiales.
- Amarillo: equipo de aire comprimido/zona de tratamiento de producto semielaborado
- Verde: espacio destinado a almacenamiento de producto terminado/expedición

Además, se agregaron equipos de uso manual para determinar espacios de pasillo, transporte y manejo de materiales dentro de las áreas.

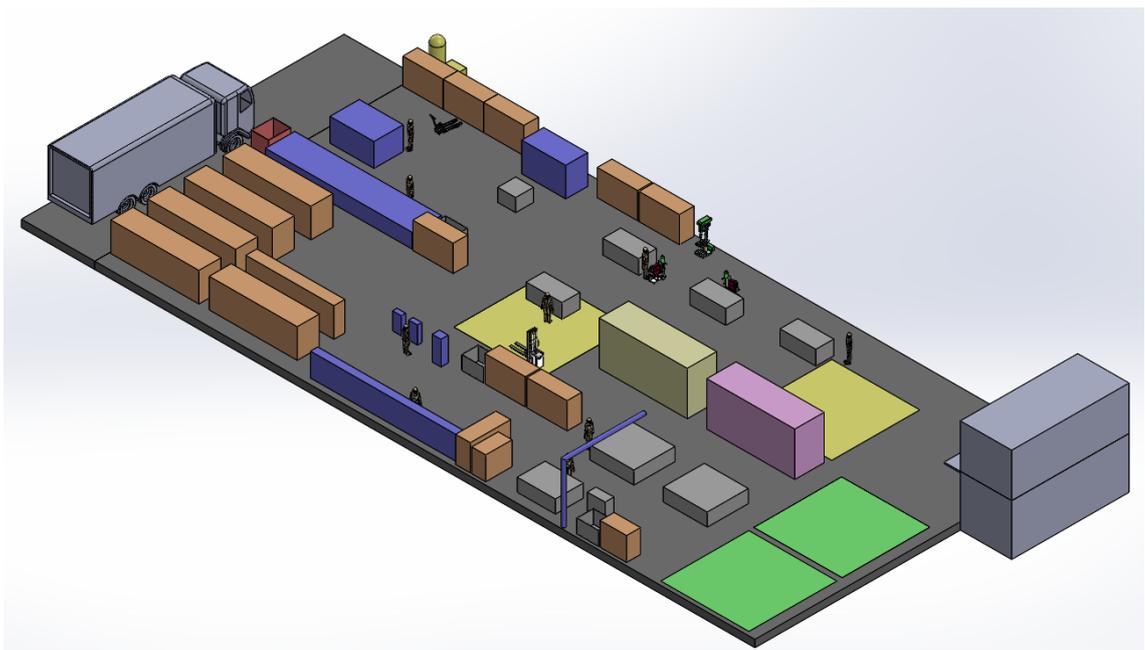
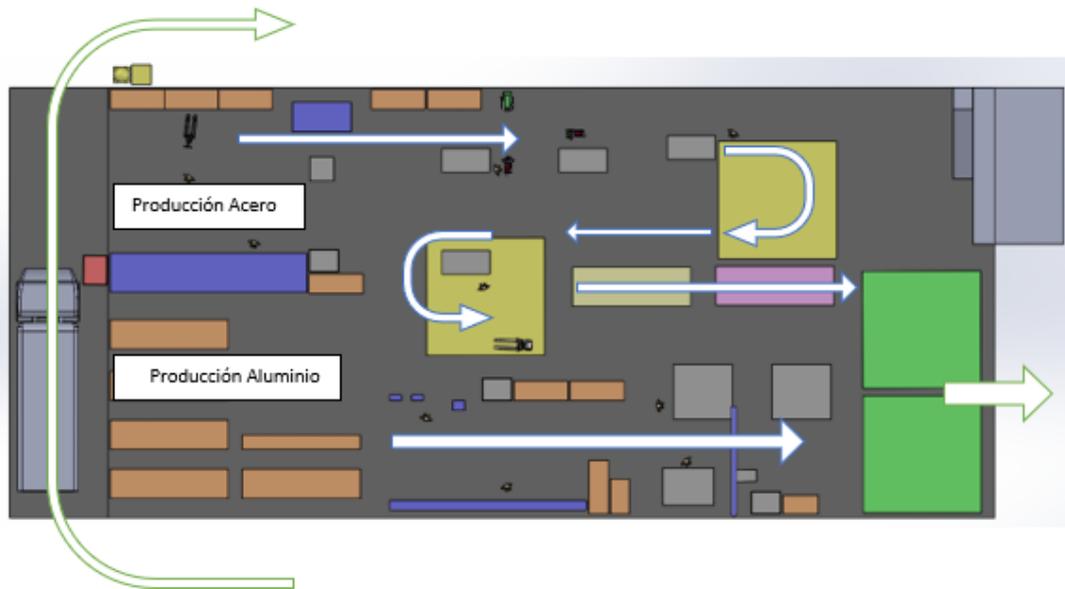
Se realizaron dos layout preliminares con el fin de establecer unos primeros flujos de material y de esta manera realizar mejores análisis y contemplaciones de espacio.

Primera propuesta



Este sistema posee una sola entrada de material prima, donde se ubica el camión y el flujo del material/proceso es desde el centro hacia afuera en forma de U, retirando el producto terminado por el mismo sector de entrada.

Segunda Propuesta



La segunda propuesta tiene la característica de que el flujo de material es lineal, entrando al almacén de materia prima desde el fondo de la nave y sus procesos se sitúan de manera tal que el sector de productos terminados se encuentra en el frente del galpón. Además, el sector de pintura y curado se encuentran alineados, facilitando la instalación del conjunto. Se analiza situar el edificio de oficina técnica y recepción en el parte frontal de las instalaciones.

Luego de realizar un análisis de las dos propuestas de layout, se procede a elegir la segunda opción como aquella que se va a desarrollar en el apartado de ingeniería de detalle.

INGENIERIA DE DETALLE

12. CÁLCULO Y DISEÑO DEL PUENTE GRÚA

El siguiente apartado tiene como finalidad el cálculo y diseño de un puente grúa. Este tipo de equipos es muy utilizado en instalaciones para manejos de materias primas, productos, equipamiento pesado, etc., favoreciendo el transporte de gran volumen con simpleza y mínimo mantenimiento. En nuestro caso, el mismo será utilizado para el transporte de las láminas de vidrio desde su lugar de recibimiento hasta su sitio de utilización, movilizar paquetes de perfilería, productos semielaborados o terminados y maquinaria pesada que requiera por diferentes motivos ser desplazada.

A partir de las medidas establecidas del emplazamiento y en base a los catálogos de los diferentes proveedores, se seleccionará el carro cabrestante, el cual servirá, a su vez, de pilar para el dimensionamiento de las vigas principales del puente. Luego se procederá a dimensionar el par de vigas testeras, con sus respectivos ejes y ruedas. Por otro lado, se calculará y seleccionará el grupo motriz necesario que será el responsable de la movilidad total del sistema. Todos los cálculos serán verificados en su respectivo momento para establecer parámetros de validez del desarrollo.

El equipo será diseñado para trabajar 3 horas de una jornada de 8 horas. La máxima carga para elevar será de 4,5 toneladas, aunque es de importancia considerar que la carga más frecuente a movilizar es de 1,5 toneladas.

La distancia longitudinal del emplazamiento es de 45 metros de largo, por lo que esta será la distancia de recorrido del puente grúa. La luz de la instalación es de 22 metros y finalmente, la distancia al suelo del equipo deberá ser de 5 metros.

Para el desarrollo del diseño del puente grúa, basaremos nuestros análisis en los pasos definidos por la norma alemana DIN 120 para el dimensionamiento de este tipo de equipamientos.

Primeramente, clasificaremos el puente según la duración relativa de servicio y carga relativa, lo que nos define determinados coeficientes que serán usados para el cálculo de las vigas principales y testeras, llegado su momento.

12.1. Clasificación según DIN 120

DRS (duración relativa del servicio)

$$DRS = \frac{T_s}{T_j} = \frac{3}{8} = 0,375 \rightarrow DRS \text{ pequeño}$$

Carga relativa:

$$Cr = \frac{Q}{Q_{m\acute{a}x}} = \frac{1,5}{4,5} = 0,33 \rightarrow Cr \text{ pequeño}$$

La intensidad de los impactos está dada por la velocidad de desplazamiento de la máquina que, en este caso por ser un taller de producción, pero en el cual se pueden movilizar máquinas herramientas, el mismo debe realizarse a una velocidad baja, definida en:

$$v = 0,5 \frac{m}{s} \rightarrow \text{impactos normales}$$

Coeficientes:

GRUPO	DRS	CR	IMPACTOS	ψ
I	Pequeño	Pequeño	Normal	1,2 a 1,3
II	Grande, pequeño, pequeño	pequeño, grande, pequeño	normal, normal, fuerte	1,4 a 1,5
III	grande, grande, pequeño	grande, pequeño, grande	normal, fuerte, fuerte	1,6 a 1,8
IV	grande	grande, pequeño, grande	fuerte	1,9 a 2

ϕ	1,1	velocidad <=1.5 m/seg
	1,2	velocidad >1.5 m/seg

De las tablas expuestas anteriormente, podemos concluir que nuestro puente grúa pertenece al grupo I, por lo que los coeficientes:

$$\psi = 1,3$$

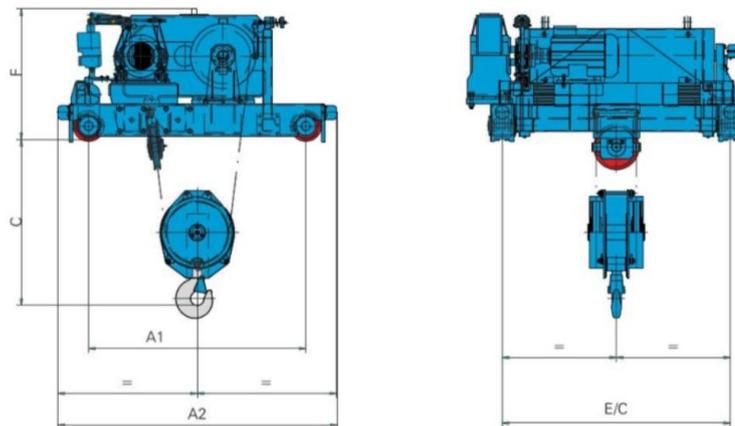
$$\varphi = 1,1$$

12.2. Determinación de la flecha admisible

Primeramente, el cálculo se realizó para una flecha establecida en una relación igual a:

$$1:500$$

Del catálogo del fabricante GH se seleccionó el carro porta cabestrante modelo GHD13T054208M6, el cual cumple con las exigencias de la aplicación. De catálogo extraemos el peso del carro para la siguiente capacidad de elevación, el de 6,3[tn] debido a la falta de información disponible para el modelo necesario. El modelo tomado como referencia tiene un peso de 2600kg.



De esta manera, el peso por rueda del mismo se compone por la carga máxima a elevar por el equipo y el peso propio del carro.

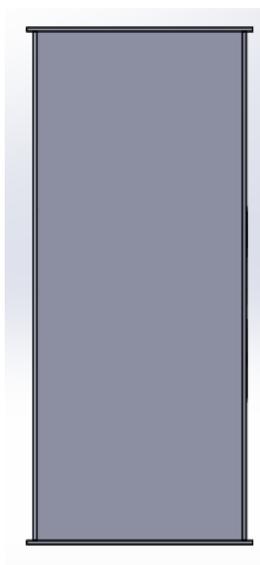
$$P = \frac{Q_{m\acute{a}x} + G_k}{4} = \frac{4500kg + 2600kg}{4} = 1775kg$$

12.3. Cálculo de la inercia necesaria para vigas principales

Como sabemos por la norma, la inercia necesaria mínima con la que deben cumplir las vigas principales del puente está afectada por los valores del peso por rueda, la luz del puente grúa y el módulo resistente del material con el que se fabricarán.

El tipo de viga seleccionado para desarrollar el puente será de tipo cajón, con las placas horizontales con alas en los extremos para realizar una mejor tarea de soldado. Se adopta para la construcción de los cajones chapa de ¼".

El valor obtenido del siguiente cálculo de inercia será la base para seleccionar las dimensiones de las chapas que soldadas constituirán las vigas principales del puente. Establecidas las dimensiones, se verificarán con el objetivo de cumplir con el requisito mínimo necesario de inercia.



$$I_{nec} = \frac{2PL^3}{48Ef} = \frac{2(1775[kg])(2200[cm])^3}{48 \times 2100000 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] \times \frac{1}{500} \times 2200[cm]} = 85228[cm^4]$$

$$b_1 = 36[cm]$$

$$h_1 = 0,635[cm]$$

$$b_3 = 0,635[cm]$$

$$h_3 = 82[cm]$$

$$A_1 = b_1 \times h_1 = 22,86[cm^2]$$

$$J_{01} = \frac{b_1 \times h_1^3}{12} = 0,768[cm^4]$$

$$J_{X1} = A_1 \times \left(\frac{h_3}{2} + \frac{h_1}{2} \right)^2 = 39025,125[cm^4]$$

$$J_1 = J_{01} + J_{X1} = 39025,9[cm^4]$$

$$J_{03} = \frac{b_3 \times h_3^3}{12} = 29176,56[cm^4]$$

$$J_{X3} = 0$$

$$J_3 = J_{03} + J_{X3} = 29176,56[cm^4]$$

$$J_T = 2 \times J_1 + 2 \times J_3 = 136404,9[cm^4] \approx 136405[cm^4]$$

Del resultado de inercia a partir de las medidas planteadas, se obtiene que la sección final se puede adoptar como válida debido a que su valor es superior a la mínima necesaria, por lo que estas serán las medidas finales para las vigas principales del puente grúa.

12.4. Cálculo del peso de la viga principal

El área de cada lateral del cajón de la viga principal será:

$$A_1 = A_2 = 36 \times 2200 = 79200[cm^2]$$

$$A_3 = A_4 = 82 \times 2200 = 180400[cm^2]$$

$$A_T = (A_1 + A_3) \times 2 = 519200[cm^2] = 51,92[m^2]$$

Sabiendo que aproximadamente el peso por metro cuadrado de chapa de $\frac{1}{4}$ " es de 50[kg], el peso de la viga sin refuerzos será:

$$P_V = A_T \times P_{m^2} = 51,92[m^2] \times 50 \left[\frac{kg}{m^2} \right] = 2596[kg]$$

El peso de los refuerzos interiores en la viga principal, fabricados en la misma chapa y ubicados uno a cada metro de longitud de esta será:

$$P_R = A_R \times 21[\text{unidades}] \times 50 \left[\frac{kg}{m^2} \right] = \frac{32,73 \times 82}{100^2} [m^2] \times 21 \times 50 \left[\frac{kg}{m^2} \right] = 281,8[kg]$$

Otro dato para tener en cuenta para calcular el peso total de la viga es el riel a utilizar para el desplazamiento del carro porta cabestrante. Adoptando un riel macizo cuadrado de dimensiones 1" ½ x 1" ½, su peso será:

$$P_{riel} = 22[m] \times 11,4 \left[\frac{kg}{m} \right] = 251[kg]$$

Finalmente, el peso total de la viga principal será:

$$q = P_V + P_R + P_{riel} = 2596[kg] + 281,8[kg] + 251[kg] \approx 3129[kg]$$

12.5. Momento y reacciones por cargas estáticas

El momento debido a las cargas estáticas sobre la viga principal será:

$$M_q = q \times \frac{l}{8} = 3129[kg] \times \frac{22[m]}{8} = 8604,75[kgm]$$

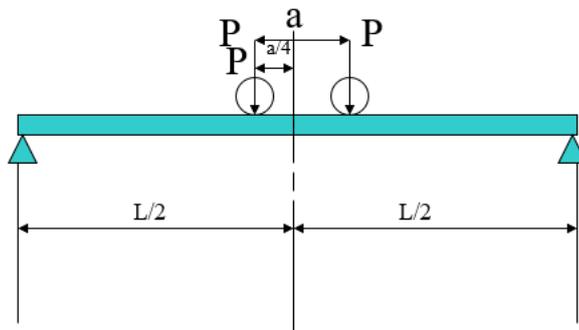
$$R_{qA} = R_{qB} = \frac{3129[kg]}{2} = 1564,5[kg]$$

12.6. Efectos debidos a cargas dinámicas

Dimensiones				Eje			Pesos		
F	C	A1	A2	H1	H2	H3	H1	H2	H3
1075	1005	1900	2465	1500	1800	2000	2600	2700	3000
	940								

La distancia entre ruedas del carro corresponde a la longitud de la tabla anterior y acotada como A1=1900 mm= 1,9 m.

Además, sabiendo que la luz, que es igual a la longitud de las vigas principales de igual a 22 metros y que el peso por rueda es $P=1775\text{kg}$



$$P = \frac{Q_{\max} + G_k}{4}$$

$$\sum F = 0 \rightarrow A - 2P + B = 0 \rightarrow A + B = 2P$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow P \left(11 - \frac{1,9}{4} \right) + P \left(11 + 1,9 \times \frac{3}{4} \right) - B(22) = 0$$

$$B = \frac{1775[\text{kg}] \times (11 - 0,475 + 11 + 1,425)[\text{m}]}{22[\text{m}]} = 1852[\text{kg}]$$

$$A = 2P - B = 2 \times 1775[\text{kg}] - 1852[\text{kg}] = 1698[\text{kg}]$$

Momento en:

$$M_A = 0$$

$$M_{P1} = A \times \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right) = 1698[\text{kg}] \times \left(11 - \frac{1,9}{4} \right) [\text{m}] = 17871,5[\text{kgm}]$$

$$M_{P2} = A \times \left(\frac{L}{2} + a \times \frac{3}{4} \right) - P \times (a)$$

$$= 1698[\text{kg}] \times \left(11 + 1,9 \times \frac{3}{4} \right) [\text{m}] - 1775[\text{kg}] \times 1,9[\text{m}] = 17725,2[\text{kgm}]$$

De los resultados anteriores, el mayor momento es:

$$M_{P1} = 17871,5[\text{kgm}] = 17872[\text{kgm}]$$

12.7. Momentos flectores horizontales

$$M'_p = \frac{M_p}{14} = \frac{17872[kgm]}{14} = 1276,6[kgm]$$

$$M'_q = \frac{M_q}{14} = \frac{8604,75[kgm]}{14} = 614,625[kgm]$$

12.8. Determinación de la tensión de trabajo

Exponiendo los resultados necesarios, se procederá a realizar el cálculo de la tensión resultante y verificar si la misma es menor a la tensión admisible del material de fabricación.

$$\psi = 1,3$$

$$\varphi = 1,1$$

$$M_p = 17872[kgm], M'_p = 1276,6[kgm]$$

$$M_q = 8604,75[kgm], M'_q = 614,625[kgm]$$

La distancia a la fibra neutra de las chapas horizontales es:

$$y = \frac{82}{2} + \frac{0,635}{2} = 41,32[cm]$$

$$x = \frac{36}{2} - \frac{0,635}{2} = 17,68[cm]$$

$$W_{xx} = \frac{I_{real}}{y} = \frac{136405}{41,32} = 3301,2[cm^3] = 3,301 \times 10^{-3}[m^3]$$

$$W_{yy} = \frac{I_{real}}{x} = \frac{136405}{17,68} = 7715,2[cm^3] = 7,715 \times 10^{-3}[m^3]$$

Adoptamos la forma de calcula de acuerdo con la expresión de σ_{II} dada por la norma DIN.

$$\sigma_{II} = \frac{M_p \psi + M_q \varphi}{W_{xx}} + \frac{M'_p + M'_q}{W_{yy}} \leq \sigma_{admII}$$

$$\sigma_{II} = \frac{17872[kgm] \times 1,3 + 8604,75[kgm] \times 1,1}{3,301 \times 10^{-3}[m^3]} + \frac{1276,6[kgm] + 614,625[kgm]}{7,715 \times 10^{-3}[m^3]}$$

$$\sigma_{II} = 10,15 \times 10^6 \left[\frac{kg}{m^2} \right] = 1015,1 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] < \sigma_{adm}$$

Teniendo en cuenta que el acero F24 posee $1600 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$ podemos afirmar que la viga resistirá.

12.9. Verificación de la flecha admisible

$$f_{adm} = 1:500 = \frac{22[m]}{500} = 0,044[m] = 4,40[cm]$$

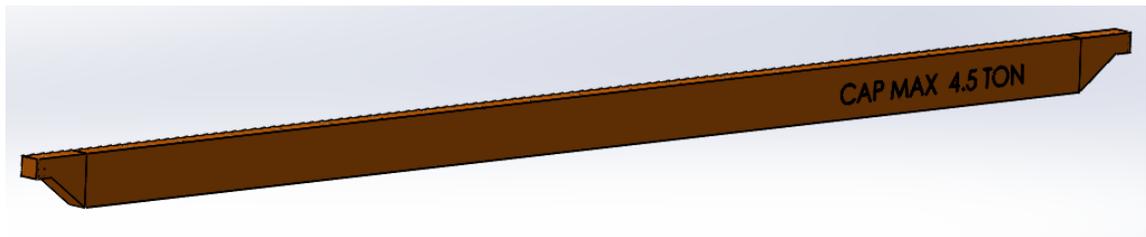
$$f_q = \frac{5 \times q \times L^3}{384 \times E \times I_{xx}} = \frac{5 \times 3129[kg] \times (2200[cm])^3}{384 \times 2,1 \times 10^6 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] \times 136405[cm^4]} = 1,51[cm]$$

$$f_p = \frac{2P \times L^3}{48 \times E \times I_{xx}} = \frac{2 \times 1775[kg] \times (2200[cm])^3}{48 \times 2,1 \times 10^6 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] \times 136405[cm^4]} = 2,75[cm]$$

$$f_{TOTAL} = f_q + f_p = 1,51 + 2,75[cm] = 4,26[cm] < 4,40[cm]$$

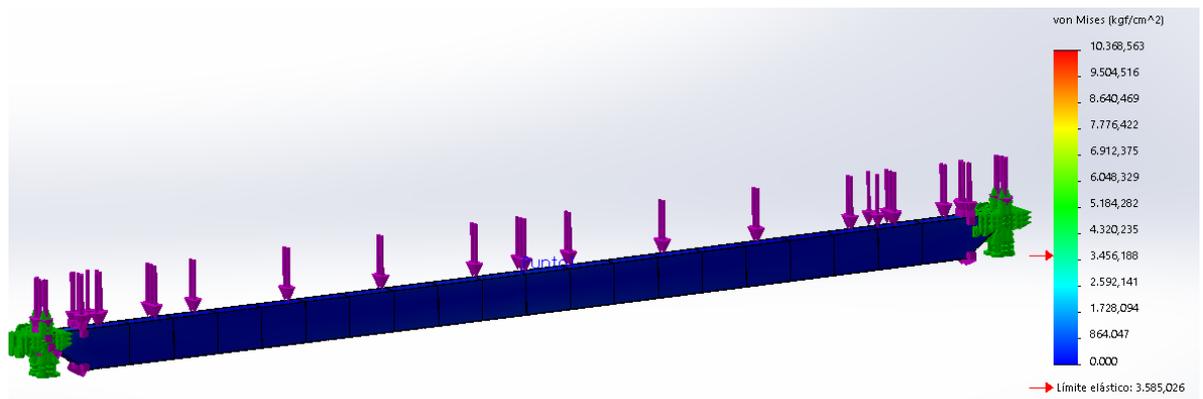
Del cálculo de la flecha admisible, teniendo en cuenta las cargas intervinientes, las longitudes de las vigas y la inercia de la sección adoptada para el cajón de la viga principal, podemos apreciar que la flecha total resultante es menor a la flecha admisible, por lo que la viga tendrá una deflexión aceptable.

Cabe mencionar que el peso del carro porta cabestrante fue adoptado en base al modelo que permite una carga de 6,3[tn], por lo que se encuentra sobredimensionado con respecto al que es necesario para nuestra aplicación. Otro punto a tener en cuenta que en todos los cálculos los valores fueron redondeados hacia arriba tener ciertos márgenes de seguridad en el diseño.

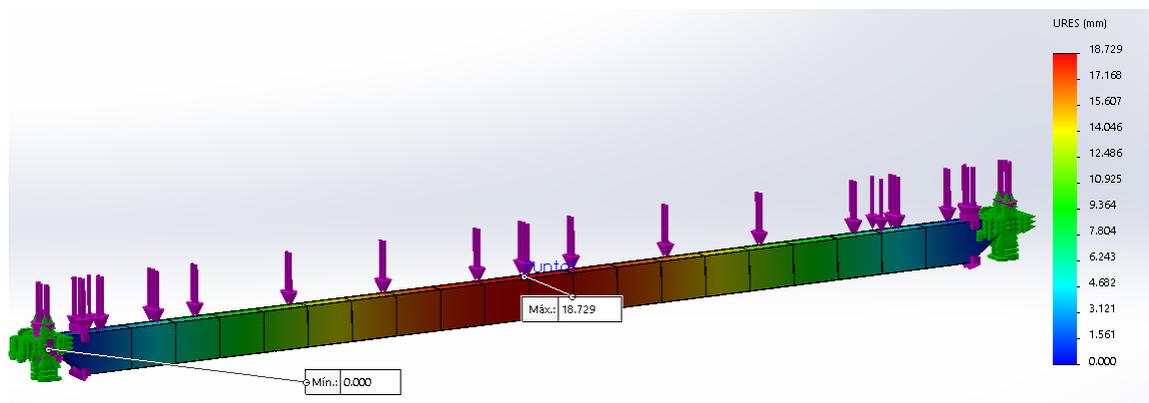


Como método de evaluación de los resultados obtenidos, mediante el software de diseño SOLIDWORKS se realizó un análisis estático de carga sobre la viga, evaluando así su comportamiento mediante una herramienta digital. Se asignó como material de construcción para este ensayo al acero AISI 1020. Los resultados de tensiones y de desplazamientos fueron los siguientes:

Análisis estático de tensiones de Von Mises



Análisis estático de desplazamientos



12.10. Cálculo de las ruedas de las vigas testeras

12.10.1. Reacción media

Carga distribuida



$$Carga\ total = 3129[kg] \times 2 = 6258[kg]$$

$$R_A = R_B = 3129[kg]$$

Carga dinámica

Para simplificar los cálculos, tomamos el peso total del carro como si estuviera concentrado sobre un apoyo de la viga.

$$R_B = 0[kg]$$

$$R_A = 4P = 4 \times 1775[kg] = 7100[kg]$$

Carga máxima: para la carga máxima, para simplificar el método de cálculo se toma todo el peso del carro cargado sobre un extremo.

Carga mínima: reacción a la carga estática.

$$R_{m\acute{a}x} = (7100 + 3129)[kg] = 10229[kg]$$

$$R_{m\acute{i}n} = 3129[kg]$$

Finalmente, calculamos la reacción media necesaria para el dimensionamiento de las ruedas:

$$R_m = \frac{2 \times R_{m\acute{a}x} + R_{m\acute{i}n}}{3} = \frac{2 \times 10229[kg] + 3129[kg]}{3} = 7862,3[kg] = 77051[N]$$

Como tenemos dos ruedas de cada lado, esta carga media está soportada por ambas, por lo que la reacción media que soporta cada rueda es:

$$R_m = \frac{77051[N]}{2} = 38525,5[N]$$

12.10.2. Presión límite

Ahora necesitamos obtener nuestra presión límite P_{lim} , valor para el cual se recurre a la tabla 1, perteneciente al catálogo de Ruedas ABAD, la cual se extrae a continuación.

Tabla 1		
Tensión de Rotura		P lím
Riel	Rueda	
N / mm ²	N / mm ²	N / mm ²
590	< 330	2,60
	410	3,60
	490	4,50
	590	5,60
≥ 690	≥ 740	7,00

Como la rueda está construida en acero 1045, su tensión de fluencia se extrae de la tabla AT 7 del libro Elementos de Maquinas Faires y es:

$$\sigma_{fluencia} = 4148 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] = 406,5 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

Tomamos la tensión para el riel que aparece en la tabla 1 de ABAD:

$$\sigma_{riel} = 590 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

Tomamos como valor de presión límite el menor valor presente en la tabla de ABAD para nuestro cálculo:

$$P_{lim} = 3,6 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

12.10.3. Ancho efectivo del riel

En nuestro caso, con un hierro macizo cuadrado, no utilizamos la tabla 2 del catálogo, si no que el ancho efectivo del riel resulta igual a su ancho real:

$$b = 1" 1/2 = 38,1[mm] = 0,0381[m]$$

12.10.4. Coeficiente C_1

Nuestro carro porta cabestrante, al ser un M5, nos da un coeficiente:

$$C_1 = 1$$

12.10.5. Coeficiente C_2

Para obtener este segundo coeficiente, primeramente, se adopta un coeficiente $C_2 = 1$, para obtener un diámetro orientativo y con este, un número de revoluciones de la rueda aproximado. Luego, mediante iteración, obtendremos un valor más próximo.

$$D_{aprox} = \frac{R_m}{P_{lim} \times b \times C_1 \times C_2} = \frac{38525,5[N]}{3,6 \left[\frac{N}{mm^2} \right] \times 38,1[mm] \times 1 \times 1} = 280,88[mm]$$

Nuestra velocidad lineal es de:

$$v = 0,5 \left[\frac{m}{s} \right] = 30 \left[\frac{m}{min} \right]$$

$$RPM = \frac{v}{\frac{D_{aprox}}{2}} \times \frac{1}{2\pi \left[\frac{rad}{rev} \right]} = \frac{30 \left[\frac{m}{min} \right]}{\frac{0,28088[m]}{2}} \times \frac{1}{2\pi \left[\frac{rad}{rev} \right]} = 34[RPM]$$

Esta velocidad de rotación nos da un coeficiente $C_2 = 0,99$. Entonces nuestro diámetro nominal nos queda:

$$D = \frac{R_m}{P_{lim} \times b \times C_1 \times C_2} = \frac{38525,5[N]}{3,6 \left[\frac{N}{mm^2} \right] \times 38,1[mm] \times 1 \times 0,99} = 283,72[mm]$$

Como vamos a fabricar nuestras propias ruedas y no seleccionarnos de catálogo, decidimos adoptar un diámetro nominal de:

$$D_n = 285[mm]$$

$$RPM = \frac{v}{\frac{D_n}{2}} \times \frac{1}{2\pi \left[\frac{rad}{rev} \right]} = \frac{30 \left[\frac{m}{min} \right]}{\frac{0,285[m]}{2}} \times \frac{1}{2\pi \left[\frac{rad}{rev} \right]} = 33,5[RPM]$$

12.11. Cálculo de la potencia de traslación

Primeramente, es necesario calcular la fuerza necesaria para el avance:

$$Q \times f = F \times R \rightarrow F = \frac{Q \times f}{R}$$

Tomamos Q como la reacción máxima que calculamos en el paso anterior:

$$Q = \frac{R_{max}}{2} = \frac{10229[kg]}{2} = 5114,5[kg]$$

Y tomamos un $f = 0,02[mm]$, entonces:

$$F = \frac{Q \times f}{R} = \frac{5114,5[kg] \times 0,02[mm]}{142,5[mm]} = 0,72[kg]$$

Por arranques, aumentamos esta fuerza un 30%:

$$F = 0,72[kg] \times 1,3 = 0,936[kg] = 9,2[N]$$

Mediante la expresión de potencia conocida, calculamos su valor adoptando un rendimiento total de 0,68.

$$P_{cv} = \frac{F \times v}{75 \times \eta} = \frac{9,2[N] \times 0,5 \left[\frac{m}{s} \right]}{75 \times 0,68} = 0,1[CV]$$

Potencia total necesaria será:

$$P_{cv\ Total} = 4 \times P_{cv} = 0,4[CV]$$

12.12. Selección de motores y cajas reductoras

Para seleccionar el reductor adecuado a nuestra necesidad, buscamos un reductor con la potencia inmediatamente superior a la calculada, aproximadamente igual a 0,5[HP]. Para ello, nos dirigimos al catálogo de reductores de la marca TRANSPOWER, del cual seleccionamos el siguiente reductor:



Tabla de selección para motores de 1.400 r.p.m.

Datos del Motor		Datos de la Unidad Reductora										
Potencia (HP)	Cuerpo Brida - Eje	n2 (r.p.m.)	187	140	93	70	47	35	28	23	18	14
		Relación (i)	7,5	10	15	20	30	40	50	60	80	100
0,5	Cpo. 71	Tamaño	040	040	040	040	040	050	050	050	063	063
	B5 160-14	Cap. (HP)	1,22	0,94	0,65	0,56	0,50	0,57	0,50	0,47	0,55	0,51
	B14 105-14	M2 (Kgfm)	1,63	2,14	3,16	3,98	5,41	6,94	8,16	9,08	11,73	13,16

El reductor seleccionado tiene una relación de reducción 1:40, lo que nos da una velocidad de giro en el eje de salida de 35[RPM], con una entrada de 1400[RPM]. Vemos que la velocidad de salida es un poco mayor a nuestro anterior cálculo, por lo que nos da una velocidad lineal igual a:

$$v = RPM \times \frac{2\pi}{60} \times R = 35[RPM] \times \frac{2\pi}{60} \times 0,1425[m] = 0,52 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Como vemos, este valor no modifica demasiado todo lo establecido hasta este punto del desarrollo, por lo que se selecciona este reductor.

Para la selección del motor, nos dirigimos al catálogo del fabricante WEG, en donde buscamos un motor trifásico de 1400 rpm, de 4 polos y 50Hz.

MOTORES TRIFASICOS DE EFICIENCIA ESTANDAR



CARACTERISTICAS TIPICAS

Potencia		Carcasa IEC	RPM	Corriente nominal en 380V A	Corriente con rotor bloqueado I _p / I _n	Momento nominal C _n Nm	Momento con rotor bloqueado C _p / C _n	Momento máximo C _{máx.} C _n	Rendimiento η %			Factor de potencia Cos φ			Factor de servicio ES.	Momento de inercia J kgm ²	Tiempo máximo con rotor bloqueado en caliente/frío (S)	Peso aprox. (kg)
HP	kW								% de la potencia nominal									
									50	75	100	50	75	100				
4 Polos - 50 Hz																		
0,16	0,12	63	1415	0,47	3,80	0,81	2,5	2,8	46,0	54,0	58,0	0,48	0,58	0,67	1,00	0,00045	14/31	7
0,25	0,18	63	1400	0,61	4,00	1,23	2,4	2,7	55,0	61,0	64,3	0,50	0,60	0,70	1,00	0,00057	12/26	8
0,33	0,25	71	1400	0,82	4,00	1,71	3,0	3,1	56,0	62,6	65,2	0,52	0,63	0,71	1,00	0,00079	15/33	11
0,5	0,37	71	1390	1,09	4,40	2,54	2,7	2,8	65,0	71,5	73,6	0,53	0,62	0,70	1,00	0,00079	13/29	11

Vemos que tiene una velocidad de salida de 1390[RPM], lo que, con nuestro reductor con relación 1:40 nos da una velocidad de giro en la rueda de 34,75[RPM], una diferencia despreciable en la velocidad de giro antes calculada.

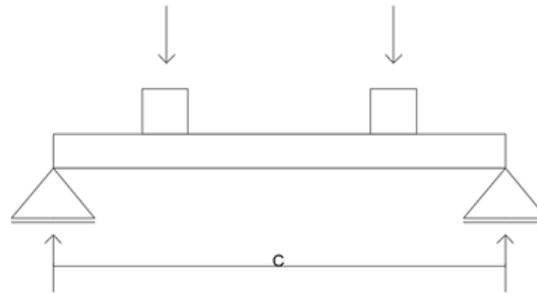
Medidas constructivas del motor eléctrico

Carcasa IEC	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	CA	Punta del eje delantera				Punta del eje trasera				H	HA	HC	HD	K	L	LC	S1	d1	d2	Rodamientos					
											ØD	E	ES	F	G	GD	ØDA	EA											TS	FA	GB	GF	Del.	Tras.
71	112	30	132	141	121	90	38	113,5	45	88	14/6	30	14	5	11	5	11/6	23	14	4	8,5	4	71	12	139	...	7	248	276	2xP613,5"	BN4	EM4	6203-2Z	6202-2Z

Carcasa IEC	DIMENSIONES DE LA BRIDA TIPO "C" DIN							Cantidad
	Brida	C	φ M	φ N	φ P	S	T	
63	C 90	40	75	60	90	M 5	2.5	4
71	C 105	45	85	70	105	M 6		
80	C 120	50	100	80	120	M 8	3	
90 S/L	C 140	56	115	95	140			
100 L	C 160	63	130	110	160	M 8	3.5	
112 M		70						
132 S/M	C 200	89	165	130	200	M 10		

El motor seleccionado, posee una carcasa IEC 71, con una brida C105 B14, compatible con el reductor escogido.

12.13. Dimensionamiento de la viga testera



La carga máxima que deberá soportar la viga testera está compuesta por la suma de la carga a levantar, el carro porta cabestrante y el peso de una viga principal (al ser dos vigas testeras):

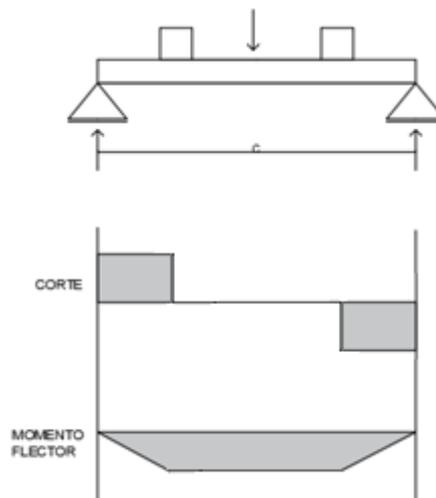
$$P_{sobre\ viga} = 10229[kg]$$

La distancia C de entre los centros de las ruedas de la viga testera la definimos en 3 metros, teniendo en cuenta que las medidas comerciales de la chapa de $\frac{1}{4}$ " son de $3[m] \times 1,5[m]$, abaratando así los costos de producción.

Cada reacción sería entonces este valor de peso sobre viga, dividido dos.

$$R_{RA} = R_{RB} = \frac{10229[kg]}{2} \cong 5115[kg]$$

La distribución del momento flector en la viga queda:



$$M_c = 5115[kg] \times 75[cm] = 383625[kg \text{ cm}]$$

$$I_{nec} = \frac{P_{sobre \ viga} C^3}{48Ef} = \frac{(10229[kg])(300[cm])^3}{48 \times 2100000 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] \times \frac{1}{800} \times 300[cm]} = 7306,4[cm^4]$$

Adoptando el mismo tipo de viga tipo cajón que para las vigas principales, de acuerdo con los resultados del software matemático MATHEMATICA, adoptando una sección con las siguientes dimensiones, se logra obtener una inercia acorde.

$$b_1 = 20[cm]$$

$$h_1 = 0,635[cm]$$

$$b_3 = 0,635[cm]$$

$$h_3 = 30[cm]$$

$$J_T \approx 8818[cm^4]$$

Como podemos apreciar de los cálculos anteriores, la inercia de la sección adoptada es mayor a la mínima necesaria, por lo que cumple con esta condición. A su vez, a continuación, se verifican los módulos resistentes para ver si la sección resiste.

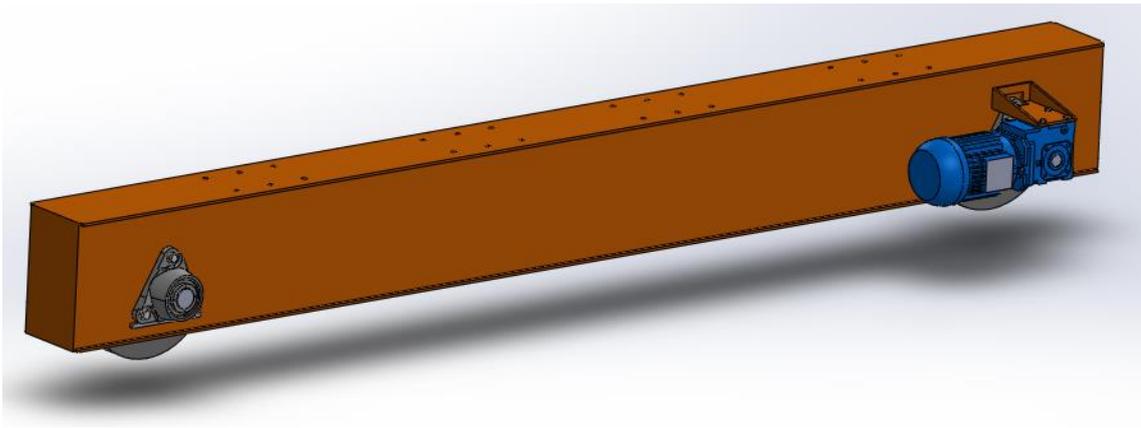
$$W_{xx \ min} = \frac{M_{f \ max}}{\sigma_{adm}} = \frac{383625[kg \ cm]}{1600 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]} \cong 240[cm^3]$$

Fibra neutra a las chapas horizontales

$$y = \frac{30}{2} + \frac{0,635}{2} = 15,3175[cm]$$

$$W_{xx} = \frac{I_{real}}{y} = \frac{8818}{15,3175} = 575,68[cm^3] > W_{xx \ min}$$

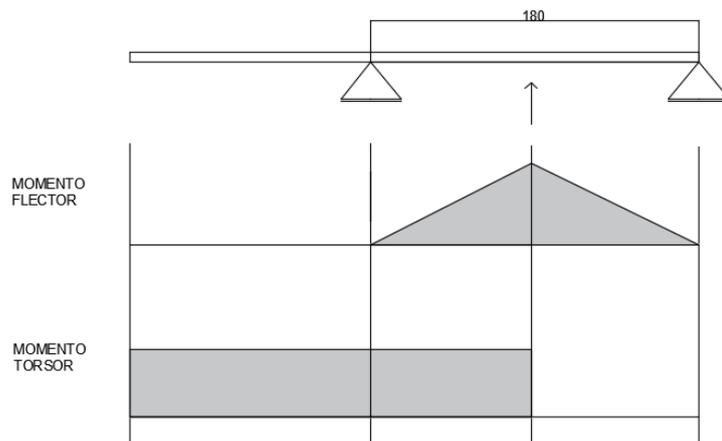
Definidos estos valores, podemos concluir que la sección cajón adoptada para las vigas testeras es correcta para soportar los esfuerzos a las que están sometidas.



12.14. **Cálculo del eje motriz**

$$M_d = \frac{R_{RA}}{2} \times \frac{180[mm]}{2} = \frac{5114,5}{2} [kg] \times 9[cm]$$

$$M_c = 23015,25[kg\ cm]$$



En este caso le agregamos un momento flector horizontal que resulta un 10% de la carga vertical.

$$F = 511,5[kg]$$

Vemos que la sección intermedia es la más solicitada.

El momento torsor es:

$$M_t = 71620 \times \frac{N}{n} = 71620 \times \frac{0,5[HP]}{35[RPM]} = 1024[kg\ cm]$$

Coeficiente Kf chavetero: 1,6

Coeficiente Kfs chavetero: 1,3

Los coeficientes que están dentro de "C" los sacamos de los apuntes de la cátedra brindados elementos de máquinas.

$$C_a = 0,75 ; C_b = 0,90 ; C_c = 0,86 ; C_d = 1$$

$$C = C_a \times C_b \times C_c \times C_d = 0,58$$

Seleccionamos el material a utilizar: Acero SAE 1045 (tabla AT7 Faires)

$$S_u = 6749 \left[\frac{Kg}{cm^2} \right] \rightarrow S'_n = 3375 \left[\frac{Kg}{cm^2} \right] \rightarrow S'_{ns} = 0,5 \times S'_n = 1688 \left[\frac{Kg}{cm^2} \right]$$

$$S_y = 4148 \left[\frac{Kg}{cm^2} \right] \rightarrow S_{ys} = 0,6 \times S_y = 2489 \left[\frac{Kg}{cm^2} \right]$$

Tenemos tensión alternante y tensión media (suponemos que los momentos varían de cero, a su máximo)

$$M_{fa} = M_f = 23015,25[kg cm]$$

$$M_{fm} = 0$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_{Fm\acute{a}x}}{W_x} + \frac{F}{A} = \frac{23015,25 \times 32}{\pi \times d^3} + \frac{F}{\pi \times \frac{d^2}{4}} = \sigma_a$$

$$M_{ta} = M_{tm} = \frac{1024[kg cm]}{2} = 512[kg cm]$$

$$\tau = \frac{M_t}{W_o} = \frac{1024 \times 16}{\pi \times d^3} = \frac{5215}{d^3}$$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{2608}{d^3}$$

Westinghouse:

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{S_y} + \frac{k_f \sigma_a}{C S'_n} \right)^2 + \left(\frac{\tau_m}{S_{ys}} + \frac{k_{fs} \tau_a}{C S'_{ns}} \right)^2}$$

Reemplazamos estos valores y utilizamos el software MATHEMATICA para despejar el diámetro:

Soluciones
$d = -6,55975$
$d = -3,32019 - 5,68091 i$
$d = -3,32019 + 5,68091 i$
$d = 3,27988 - 5,75074 i$
$d = 3,27988 + 5,75074 i$
$d = 6,64039$

$$d = 6,65[cm] \cong 70[mm]$$

Se adopta una sección de 70[mm] en la sección intermedia entre los apoyos.

12.14.1. Verificación de la sección de la espiga del eje a la salida del reductor

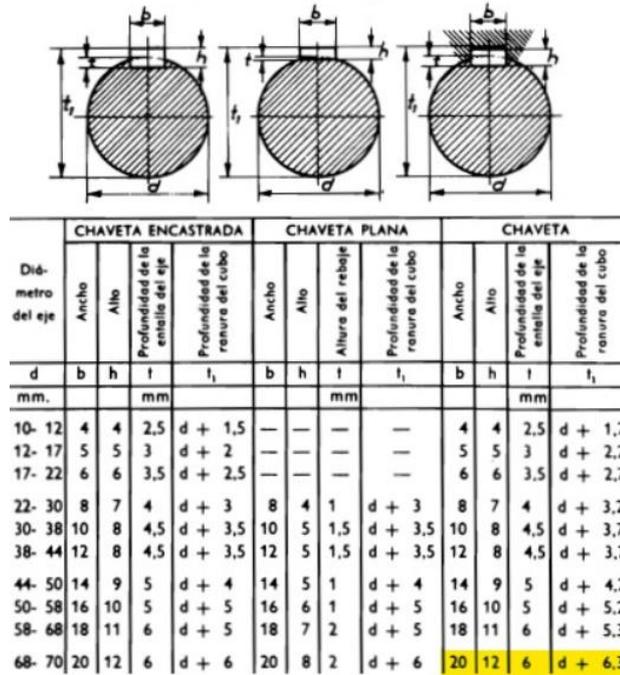
Si tomamos la formula anterior de Westinghouse y le quitamos la expresión referida al momento flector, se tiene:

$$d = \sqrt[3]{1,5 \times \sqrt{\left(\frac{2608}{2489} + \frac{1,3 \times 2608}{0,58 \times 1688}\right)^2}} = 1,89[cm]$$

Vemos que resulta un diámetro menor al que requiere el reductor de fábrica, el cual debe ser de 25[mm] para un correcto acople entre ambas partes, lo cual indica que, fabricándolo de este diámetro en base al reductor, resiste.

Chaveta y ancho de rueda

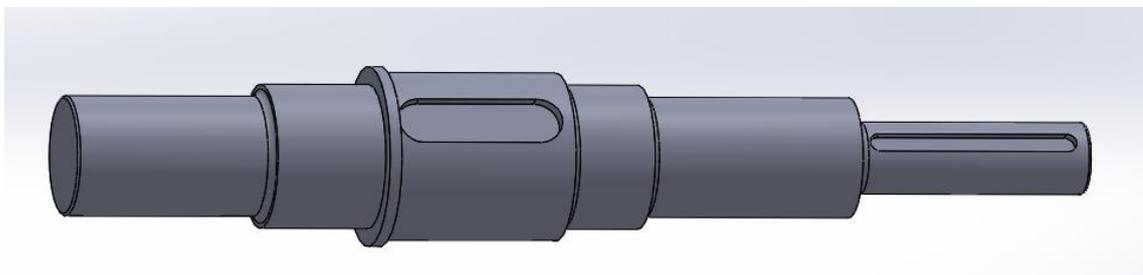
Ranuras, chavetas y chaveteros



Usando una tabla en Excel, y un material SAE 1020 laminado en frío (AT7 Faired) para la chaveta, verificamos la resistencia de esta con el ancho de rueda definido en 60[mm]:

Tabla 20 - verificación resistencia de chaveta en rueda de puente grúa

Chaveta para	b [mm]	h [mm]	t [mm]	L [mm]	A1[cm ²]	A2[cm ²]	Mt [kgcm]
Rueda	20	12	6	50	10	3	1024
	Deje [cm]	Ft [kg]	Sy [kg/cm ²]	τdis [kg/cm ²]	CS (con τdis)	σdis [kg/cm ²]	CS (con σdis)
Rueda	7,00	292,57	3374,00	29,26	115,32	97,52	34,60

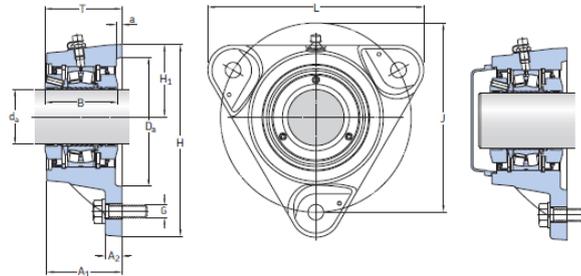


12.15. Selección de rodamientos de viga testera

Del catálogo de rodamiento SKF, se seleccionan rodamientos de caja FYNT 50F, los cuales presentan la posibilidad de abulonar la caja a las chapas laterales del cajón de la viga

testera. Además, por seguridad, se soldarán debajo de cada caja una barra de hierro macizo de sección cuadrada a modo de ayudar a la sustentación de eje.

16.2 SKF ConCentra roller bearing units with a flanged housing, metric shafts
d_a 35 – 100 mm



Housing design for shaft diameters 35 to 60 mm

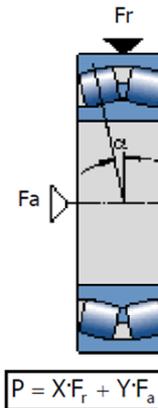
End cover

Shaft diameter d _a	Bearing unit Designation		Bearing Designation	Basic load ratings		Fatigue load limit P _u	Limiting speed	End cover Designation
	Locating	Non-locating		dynamic	static			
mm	-	-	-	C	C ₀	kN	r/min	-
35	FYNT 35 F	FYNT 35 L	22207 E	86,5	85	9,3	4 100	ECY 207
40	FYNT 40 F	FYNT 40 L	22208 E	96,5	90	9,8	3 800	ECY 208
45	FYNT 45 F	FYNT 45 L	22209 E	102	98	10,8	3 500	ECY 209
50	FYNT 50 F	FYNT 50 L	22210 E	104	108	11,8	3 300	ECY 210

$$C = 104[kN] ; C_0 = 108[kN] ; P_u = 11,8[kN]$$

La carga radial equivalente, necesaria para el cálculo del rodamiento, es entonces:

Designación	e	F _a /F _r ≤ e		F _a /F _r > e	
		X	Y	X	Y
21304-21305	0.24	1	2.8	0.67	4.2
21306-21310	0.21	1	3.2	0.67	4.8
22205-22207	0.32	1	2.1	0.67	3.1
22208-22209	0.27	1	2.5	0.67	3.7
22308-22310	0.37	1	1.8	0.67	2.7
22311-22315	0.35	1	1.9	0.67	2.9
23218-23220	0.31	1	2.2	0.67	3.3
23222-23264	0.34	1	2	0.67	3
23024-23068	0.23	1	2.9	0.67	4.4
23120-23128	0.28	1	2.4	0.67	3.6
24024-24080	0.29	1	2.3	0.67	3.5
24122-24128	0.35	1	1.9	0.67	2.9



$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{511,5}{2558} = 0,2$$

$$P = X \times F_r + Y \times F_a = X \times \frac{R_{RA}}{2} + Y \times F_a = 1 \times 2558[kg] + 2,5 \times 511,5[kg]$$

$$= 25068,4[N] + 12531,75[N] = 37600[N] = 37,6[KN]$$

Calculamos la vida útil del rodamiento, con C = 104[KN]:

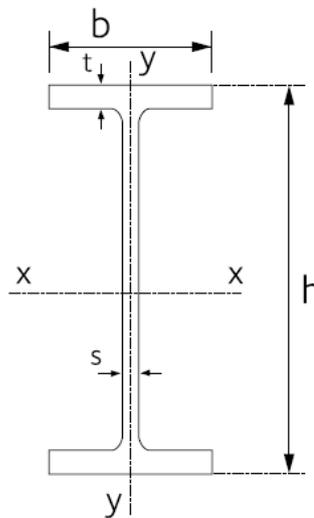
$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^a = \left(\frac{104}{37,6}\right)^{3,33} = 29,60[\text{Millones de revoluciones}]$$

$$L_h = \frac{10^6}{60 \times RPM} \left(\frac{C}{P}\right)^a = \frac{10^6}{60 \times 35} \times 29,60 = 14095,24[h]$$

$\cong 19,6$ Años con 3 h diarias de trabajo

12.16. Dimensionamiento de los perfiles carrileros

Para las vigas se adoptan perfiles W laminados en caliente.

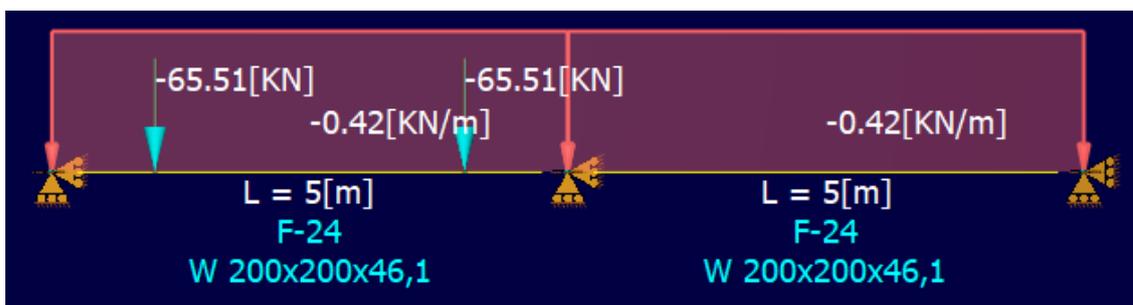


En nuestro caso optaremos por un perfil W 200x200x46,1 como aproximación al cálculo para estimar el peso propio de la viga (consultado de las tablas Acindar). De la tabla de cargas/sobre cargas mínimas de diseño, optamos para estas vigas 0.30 [kN/m]. Haciendo la mayoración de cargas:

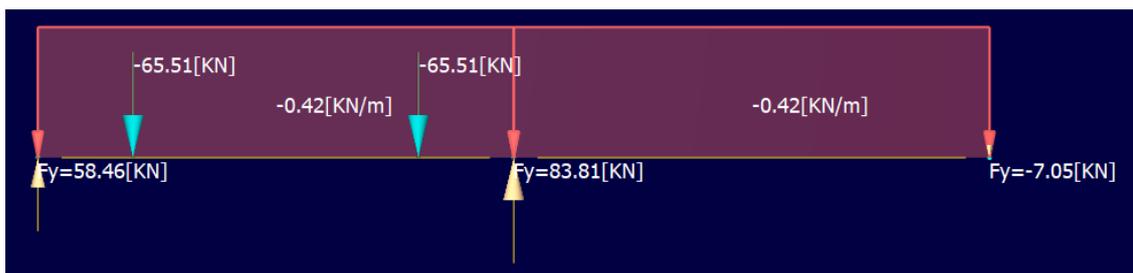
$$E_1 = 1.4 * D = 1.4 * 0.30 \left[\frac{kN}{m} \right] = 0.42 \left[\frac{kN}{m} \right]$$

No se consideran sobrecargas de montaje.

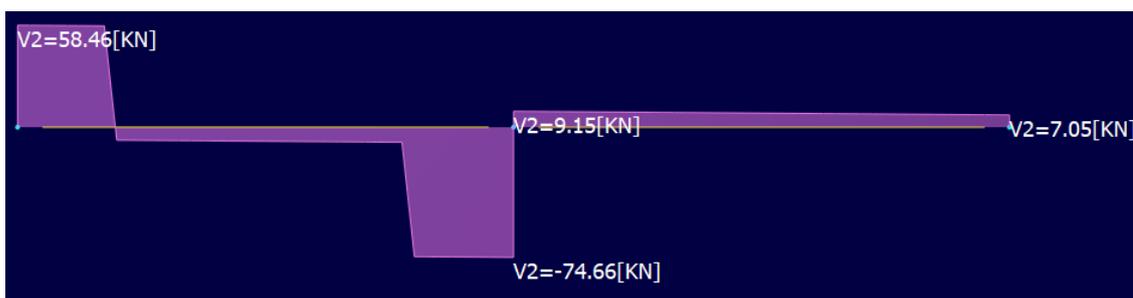
Los esfuerzos obtenidos en el software de cálculo RAM – Elements, con los datos y secciones iniciales, son:



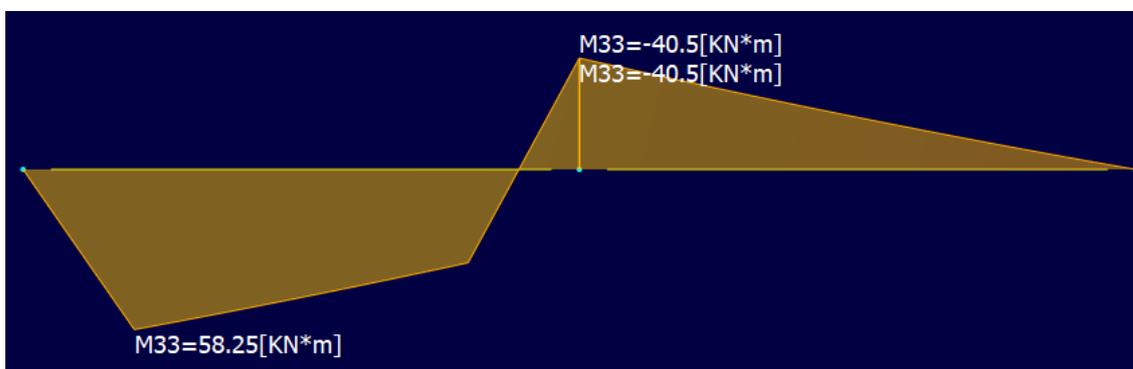
Reacciones obtenidas para las columnas:



Esfuerzos de corte:



Momentos:



A partir del momento en el tramo más desfavorable, calculamos el Módulo Resistente necesario, conociendo la tensión de fluencia del perfil (acero F24), el cual tiene un valor de $F_y = 235\text{ [MPa]}$

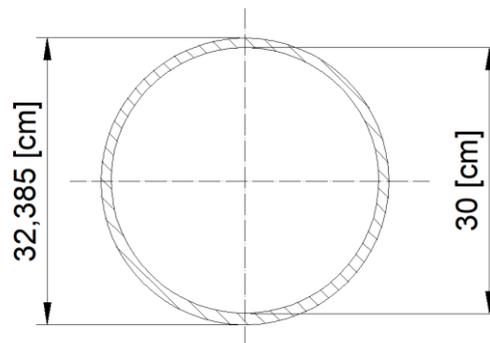
$$W_{nec} = \frac{M_u}{\phi F_y} = \left(\frac{\frac{58.25 [kNm]}{1000}}{0.9 * 235 [Mpa]} \right) * 100^3 = 275.41 [cm^3]$$

Finalmente, necesitamos un perfil W con un módulo resistente mayor al obtenido, por lo tanto, adoptamos de un perfil **W 200x135x31,3**:

W		Dimensiones				Sección	Masa nominal por unidad de longitud	Valores estáticos					
		h	b	s	t			S	ms	I _x	W _x	i _x	I _y
pulg. x pulg. x lb/ft	mm x mm x kg/m	mm	mm	mm	mm	mm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
8x5,25x21	200x135x31,3	210	134	6,4	10,2	3.974	31,3	3.139	298,9	8,87	409,6	61,13	3,20

12.17. Cálculo de las columnas para los perfiles carrileros

Para las columnas se considera un alto de 6[m], suficientes para transportar la carga que sea necesaria y dejar espacio entre la grúa puente y la grúa bandera. Como primer paso se selecciona una columna tubular de 12" sch 40 y se verificará su resistencia.



Datos de la columna:

$$D = 32,385 [cm]$$

$$d = 30 [cm]$$

$$Peso = 79,7 \left[\frac{kg}{m} \right]$$

$$e = 1,031 [cm]$$

$$\text{Área} = A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi(32,385^2 - 30^2)}{4} = 116,85[\text{cm}^2] \approx 0,0117[\text{m}^2]$$

$$\text{Módulo Resistente} = W_x = \frac{\pi \times (32,385^3 - 30^3)}{32} = 684[\text{cm}^3] \approx 6,86 \times 10^{-4}[\text{m}^3]$$

$$\text{Inercia} = I_x = I_y = \frac{\pi \times (32,385^4 - 30^4)}{64} = 14233[\text{cm}^4] \approx 1,42 \times 10^{-4}[\text{m}^4]$$

$$\text{Radio de giro} = i_{\min} = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{32,385^2 - 30^2}{4}} = 3,05[\text{cm}] \approx 0,0305[\text{m}]$$

La columna se encuentra bajo un esfuerzo de compresión y otro esfuerzo de flexión, que combinados conlleva a un esfuerzo de flexo-torsión.

Cálculo de tensión admisible por agotamiento del material

$$\sigma_{adm \text{ compresion}} = \sigma_{adm \text{ flexión}} = \frac{\sigma_{fluencia}}{CS} = \frac{240[\text{MPa}]}{1,7} = 141,2[\text{MPa}]$$

Cálculo de tensión admisible por estabilidad

Condición de Pandeo general

Approximate Values of Effective Length Factor, K

Buckled shape of column is shown by dashed line.	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Theoretical K value	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value when ideal conditions are approximated	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
End condition code						

$$\text{Esbletes} = \lambda = \frac{k \times H}{i_{\min}} = \frac{0,7 \times 600[\text{cm}]}{3,05[\text{cm}]} \cong 138$$

$$\text{Tension critica de pandeo} = \sigma_{cr} = \frac{\pi^2 \times E}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \times 206,8 \times 10^3[\text{MPa}]}{138^2} = 107,2[\text{MPa}]$$

$$\text{Tensión admisible de pandeo} = \sigma_{adm,\lambda} = \frac{\sigma_{cr}}{FS} = \frac{107,2[MPa]}{2} = 53,6[MPa]$$

Condición de Flexotorsión

Teniendo en cuenta que la tensión admisible de pandeo es menor que la tensión admisible por agotamiento del material se debe cumplir que la suma de los esfuerzos asociados a la columna sea menor o igual a la tensión admisible por pandeo.

$$\frac{R_y}{A} + \frac{M_f}{W_x} \leq \sigma_{adm,\lambda}$$

$$\frac{83,81[kN]}{0,01117[m^2]} + \frac{58,25[kN \cdot m]}{6,86 \times 10^{-4}[m^3]} \leq 95,5[MPa]$$

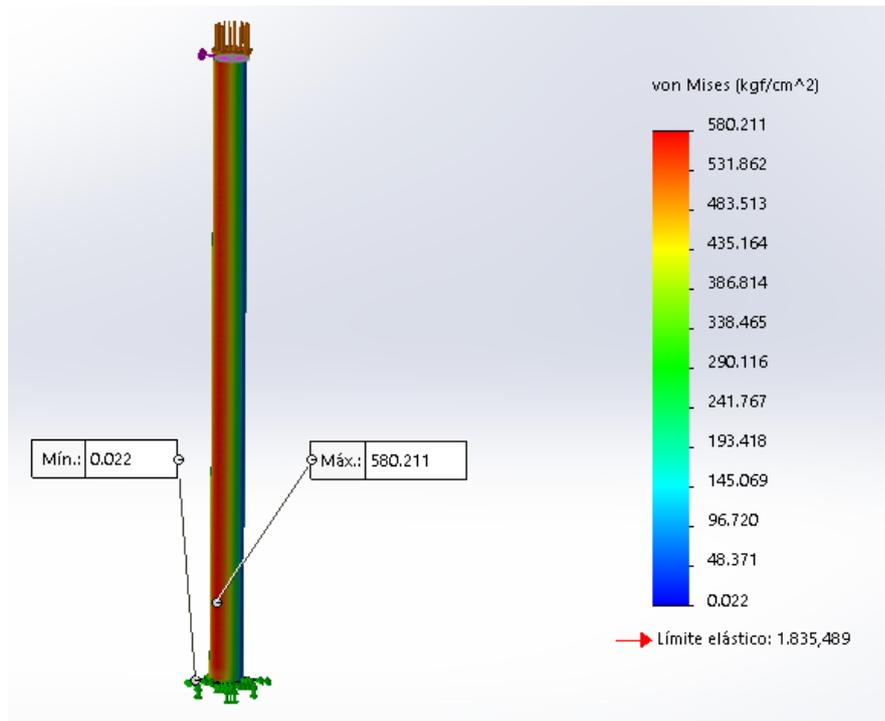
$$71632,5 \left[\frac{kN}{m^2} \right] + 84912,5 \left[\frac{kN}{m^2} \right] \leq 955000 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$$

$$156545 \left[\frac{kN}{m^2} \right] \leq 955000 \left[\frac{kN}{m^2} \right] \rightarrow \text{CUMPLE LA CONDICIÓN}$$

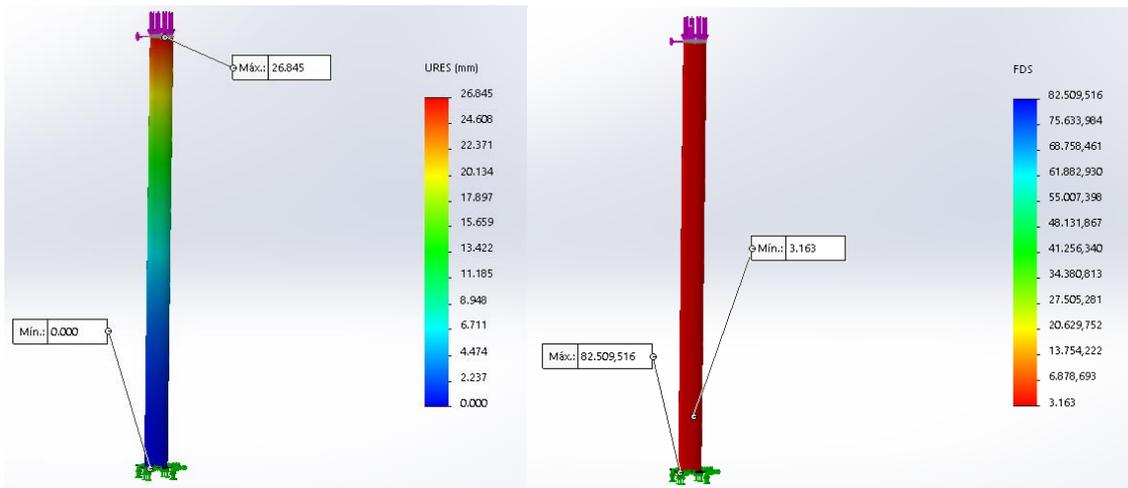
Verificación por SolidWorks Simulation

Para comprobar que la columna seleccionada verifica a los esfuerzos de compresión y pandeo, se realiza un análisis estático mediante el software SolidWorks Simulation, en donde se le asigna a la misma el material acero AISI 1010 y se lo somete a las cargas estipuladas, arrojando los siguientes resultados:

Tensiones de Von Mises

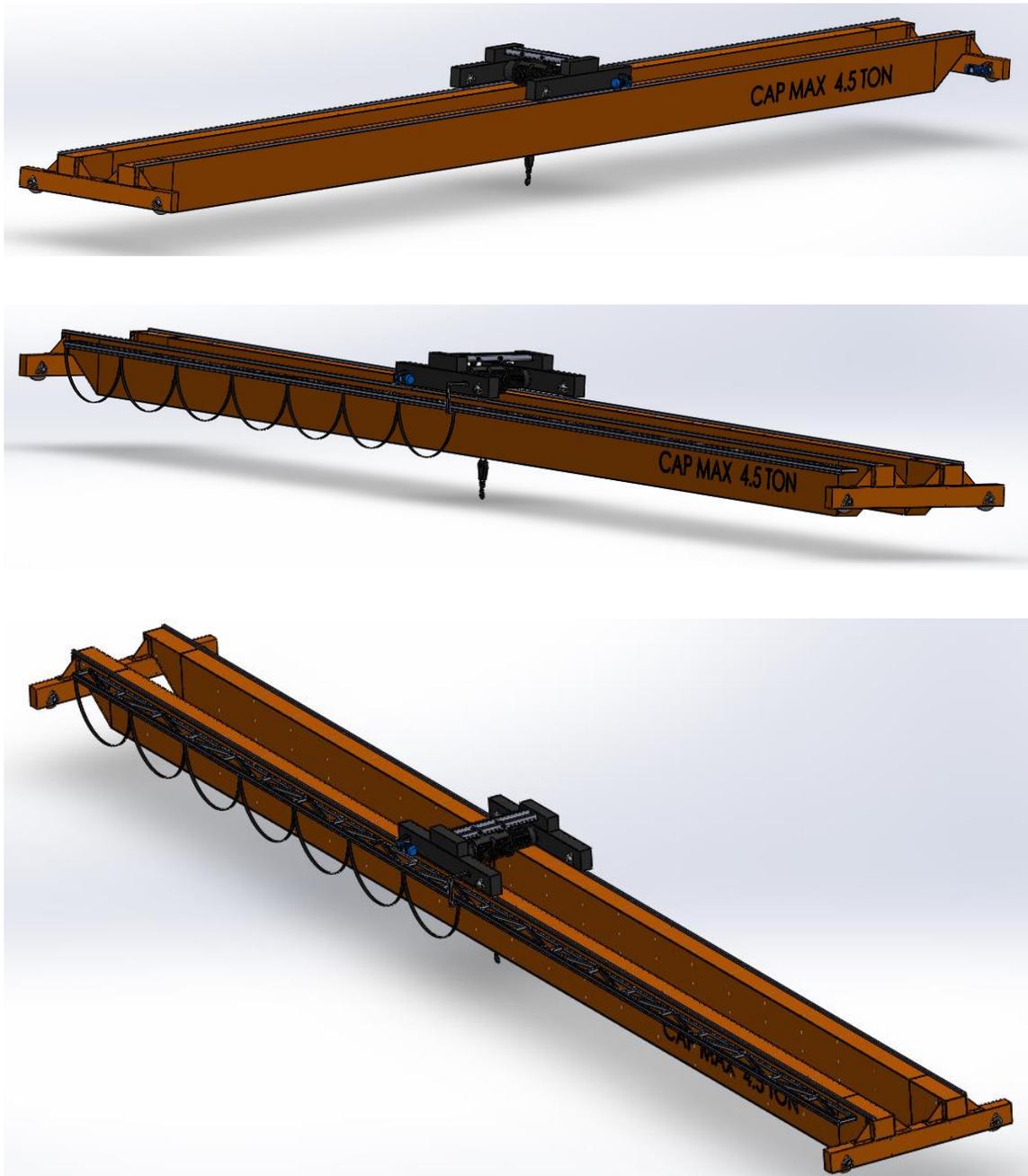


Desplazamientos y factor de seguridad

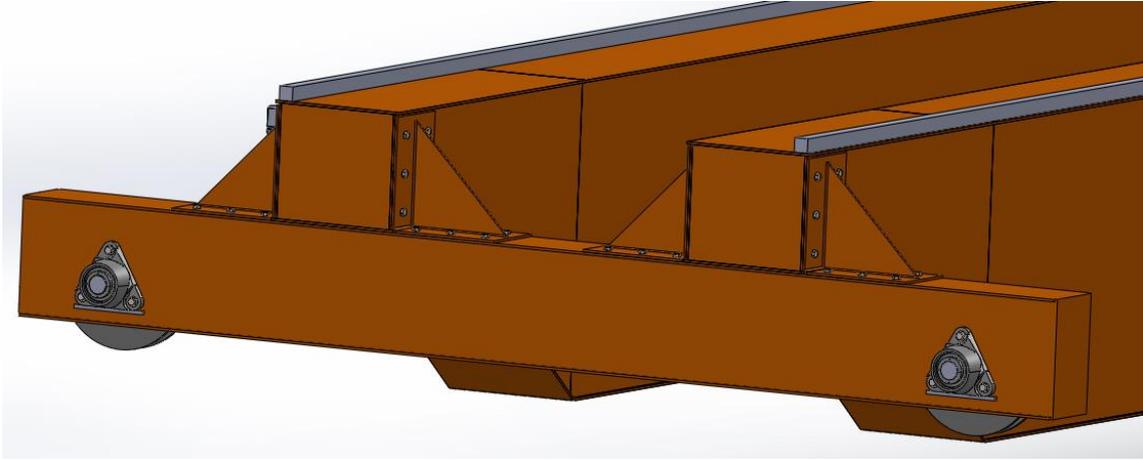


Consideraciones Constructivas

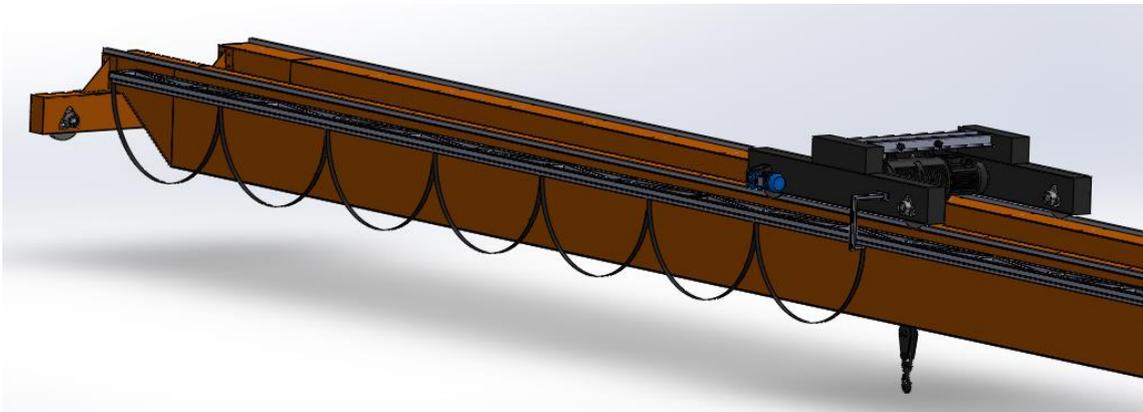
El resultado del diseño del puente grúa se puede ver plasmado en el ensamble realizado en el software SOLIDWORKS, en donde cada pieza interviniente en este sistema de transporte de materiales fue modelada de acuerdo a los cálculos realizados. A continuación, se muestra el sistema completo.



La unión entre la viga principal y la testera debe ser abulonada, utilizando también en estas uniones nervios o alas de refuerzo para aumentar la rigidez del conjunto y facilitar su ensamble.



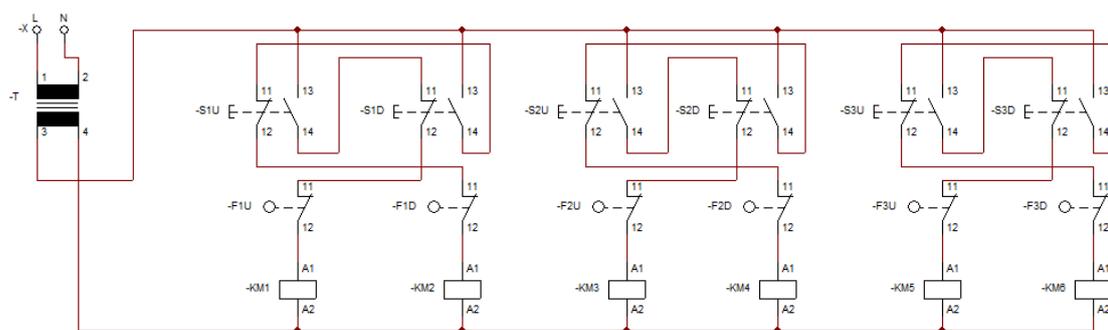
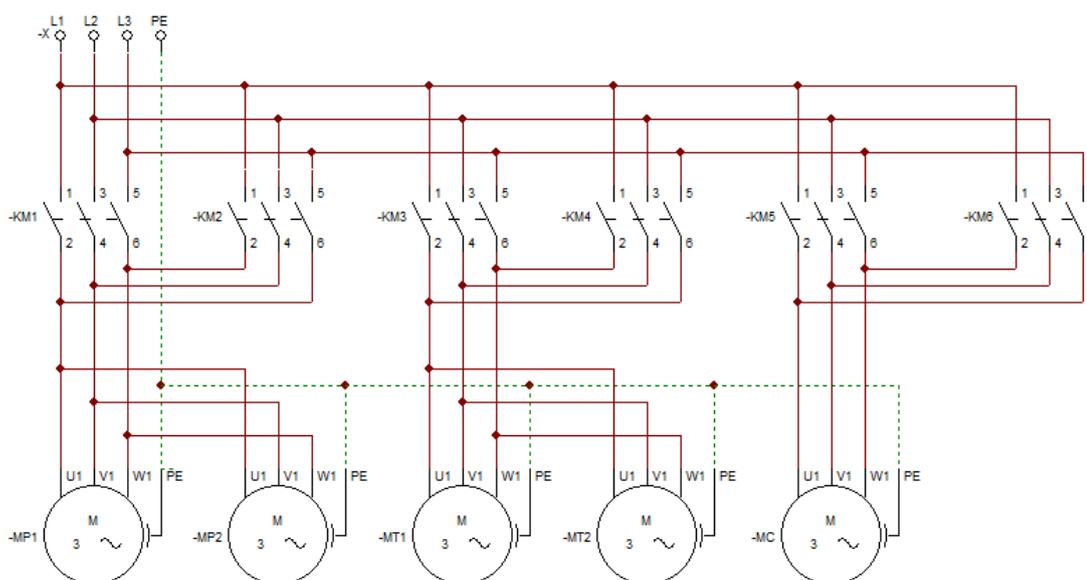
La segunda mejora implementada es la estructura reticulada unida al lateral de una de las vigas principales. La misma, sirve como refuerzo estructural para disminuir los esfuerzos longitudinales a la viga carrilera o en dirección al movimiento del puente grúa. La otra función que cumple es la de soportar las guirnaldas de cables de alimentación del carro cabrestante.



12.18. Circuito eléctrico de potencia y comando

En los siguientes diagramas, los contactores KM- son los encargados de energizar los motores MT correspondientes a ambos motores de las vigas testeras, como así también a los motores MP correspondientes al carro porta cabrestante y al motor MC, el cual corresponde al cabrestante.

Por razones de seguridad, como el control del puente grúa se realizará desde un comando manual eléctrico por parte de los operarios, el mismo debe poseer un nivel de tensión adecuado para que no ocurriera ningún accidente eléctrico en caso de un fallo o desperfecto. Por este motivo, se instala un transformador 220/24V para la alimentación de los pulsadores, finales de carrera y las respectivas bobinas de comando de los contactores antes mencionados.



12.19. Cálculo y diseño de grúa bandera

En el siguiente apartado se realiza el cálculo, dimensionamiento y diseño en 3D de una Grúa tipo bandera. La misma se destina al uso de izaje del equipo de sujeción para la traslación de las planchas de vidrio desde el rack de almacenamiento hasta la mesa de corte. Las condiciones estipuladas para la misma es que posea un brazo de trabajo de máximo 5[m] y soporte cargas de 500[kg]. La altura de esta debe considerarse a criterio del diseñador, por encima del rack de vidrio y considerando que no obstruya el paso del puente grúa que recorrerá la nave por encima de ella.

A partir de estos datos, se resuelve dividir el cálculo en dos partes. En primer lugar, se realizará el cálculo del brazo en voladizo que sostiene la carga y, en segundo término, la columna principal.

12.20. Calculo y diseño de la viga en voladizo

Para comenzar el cálculo se debe realizar el diagrama de fuerzas para la viga.

Donde:

$L = \text{longitud de brazo}$

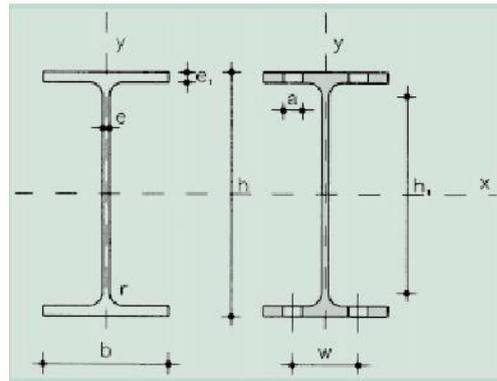
$q_1 = \text{carga distribuida por peso de la viga}$

$P_1 = \text{carga puntual devenida de la carga distribuida}$

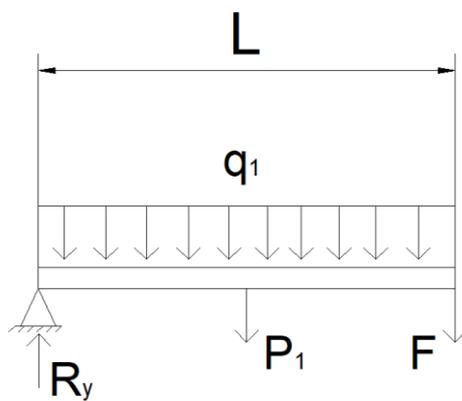
$F = \text{peso máximo de la carga a elevar}$

$R_y = \text{reacción en el apoyo}$

Para realizar un primer modelado, se selecciona una viga IPE 300 y se verificará su resistencia.



Perfil	h	b	e	e1	r1	h1 u	A	Sx	Ix	Wx	ix	Iy	Wy	Iy	It	Ia	w	a	e2	p	C
IPE	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm2	cm3	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm6	mm	mm	mm	kg/m	
IPE 270	270	135	6,6	10,2	15	220 1.040	45,90	242	5.790	429	11,20	420	62,2	3,02	15,40	70.580	72	21	6,6	36,10	P
IPE 300	300	150	7,1	10,7	15	249 1.160	53,80	314	8.360	557	12,50	604	80,5	3,35	20,10	125.900	80	23	7,1	42,20	P
IPE 330	330	160	7,5	11,5	18	271 1.250	62,60	402	11.770	713	13,70	788	98,5	3,55	26,50	199.100	85	25	7,5	49,10	P



$$P_1 = q_1 \times L = 42,2 \left[\frac{kg}{m} \right] \times 5[m]$$

$$P_1 = 211[kg]$$

$$F = 500[kg]$$

$$R_y = F + P_1 = 211[kg] + 500[kg]$$

$$R_y = 711[kg] \approx 7,11[kN]$$

Momento Flector

$$M_f = (F \times L) + \left(P_1 \times \frac{L}{2} \right) = (500[kg] \times 5[m]) + \left(211[kg] \times \frac{5[m]}{2} \right)$$

$$M_f = 2500[kg.m] + 527,5[kg.m]$$

$$M_f = 3027,5[kg.m] \approx 31[kN.m]$$

La tensión de cálculo será

$$\sigma_{calc} = \frac{M_f}{W_x} = \frac{31[kN.m]}{5,57 \times 10^{-4}[m^3]} = 55655 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$$

$$\sigma_{calc} \approx 55,66[MPa]$$

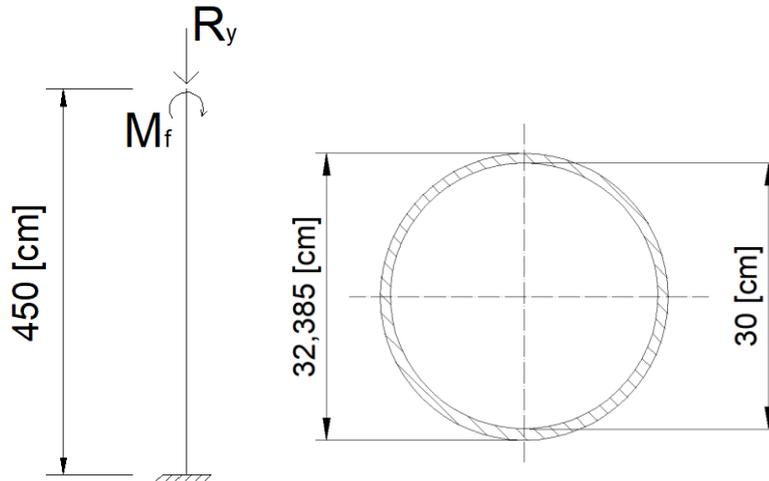
Considerando una tensión de fluencia del acero de 240[MPa], se tiene un coeficiente de seguridad de:

$$CS = \frac{\sigma_{fluencia}}{\sigma_{calc}} = \frac{240[MPa]}{55,66[MPa]}$$

$$CS = 4,31 \rightarrow \text{CONDICIÓN DE ACEPTACIÓN}$$

Calculo y diseño de columna principal

Para la columna principal se considera un alto de 4,5[m], suficientes para transportar el vidrio y dejar espacio entre la grúa puente y la grúa bandera. Como primer paso se selecciona una columna tubular de 12" sch 40 y se verificará su resistencia.



Datos de la columna:

$$D = 32,385[cm]$$

$$d = 30[cm]$$

$$Peso = 79,7 \left[\frac{kg}{m} \right]$$

$$e = 1,031[cm]$$

$$\text{Área} = A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi(32,385^2 - 30^2)}{4} = 116,85[cm^2] \approx 0,0117[m^2]$$

$$\text{Módulo Resistente} = W_x = \frac{\pi \times (32,385^3 - 30^3)}{32} = 684[cm^3] \approx 6,86 \times 10^{-4}[m^3]$$

$$\text{Inercia} = I_x = I_y = \frac{\pi \times (32,385^4 - 30^4)}{64} = 14233[cm^4] \approx 1,42 \times 10^{-4}[m^4]$$

$$\text{Radio de giro} = i_{min} = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \frac{\sqrt{32,385^2 - 30^2}}{4} = 3,05[cm] \approx 0,0305[m]$$

La columna se encuentra bajo un esfuerzo de compresión y otro esfuerzo de flexión, que combinados conlleva a un esfuerzo de flexo-compresor.

Cálculo de tensión admisible por agotamiento del material

$$\sigma_{adm\ compresion} = \sigma_{adm\ flexión} = \frac{\sigma_{fluencia}}{CS} = \frac{240[MPa]}{1,7} = 141,2[MPa]$$

Cálculo de tensión admisible por estabilidad

Condición de Pandeo general

Approximate Values of Effective Length Factor, K

Buckled shape of column is shown by dashed line.

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Theoretical K value	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value when ideal conditions are approximated	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
End condition code						

$$Esbeltes = \lambda = \frac{k \times H}{i_{min}} = \frac{0,7 \times 450[cm]}{3,05[cm]} = 103$$

$$Tension\ critica\ de\ pandeo = \sigma_{cr} = \frac{\pi^2 \times E}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \times 206,8 \times 10^3[MPa]}{103^2} = 191[MPa]$$

$$Tensión\ admisible\ de\ pandeo = \sigma_{adm,\lambda} = \frac{\sigma_{cr}}{FS} = \frac{191[MPa]}{2} = 95,5[MPa]$$

Condición de Flexo-compresión

Teniendo en cuenta que la tensión admisible de pandeo es menor que la tensión admisible por agotamiento del material se debe cumplir que la suma de los esfuerzos asociados a la columna sea menor o igual a la tensión admisible por pandeo.

$$\frac{R_y}{A} + \frac{M_f}{W_x} \leq \sigma_{adm,\lambda}$$

$$\frac{7,11[kN]}{0,0117[m^2]} + \frac{31[kN.m]}{6,86 \times 10^{-4}[m^3]} \leq 95,5[MPa]$$

$$608 \left[\frac{kN}{m^2} \right] + 45190 \left[\frac{kN}{m^2} \right] \leq 955000 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$$

$$45798 \left[\frac{kN}{m^2} \right] \leq 955000 \left[\frac{kN}{m^2} \right] \rightarrow \text{CUMPLE LA CONDICIÓN}$$

Verificación de diseño

Mediante el uso del software de diseño, realizando un análisis estático, se verificará la resistencia de la grúa, cuando en el extremo de la grúa se coloca una carga de 500[kg].

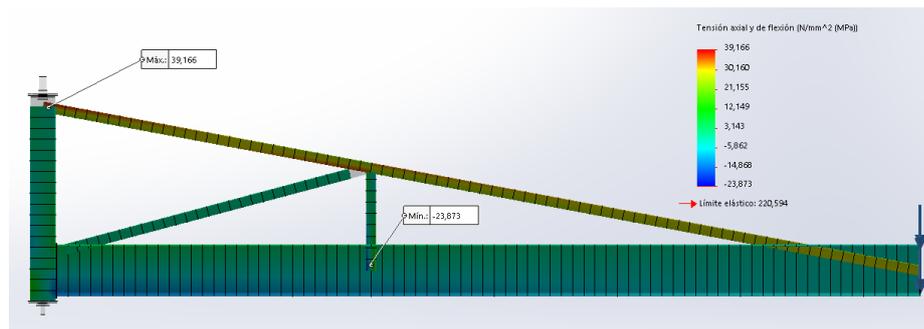
Para comprobar el análisis, los valores de tensiones Von Misses deberán permanecer por debajo de las tensiones máximas de fluencia considerando los coeficientes de seguridad.

Además, se comprueban los desplazamientos generados por la carga considerada en el extremo de la viga en voladizo.

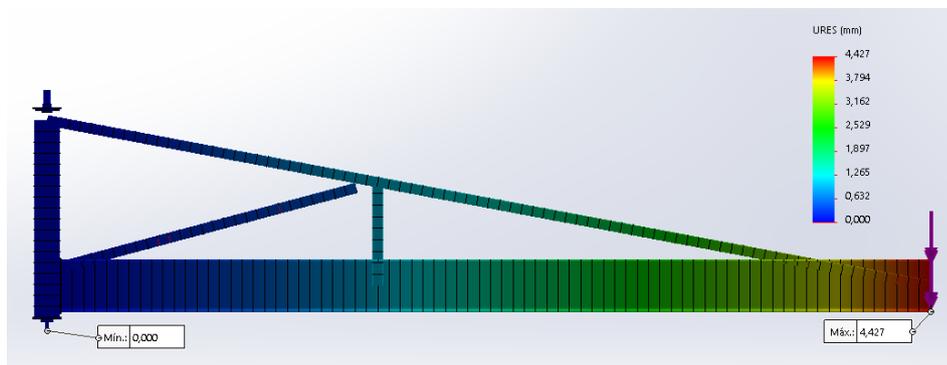
A continuación, se presentan los resultados.

Viga Voladiza

Tensiones Von Misses



Deformaciones



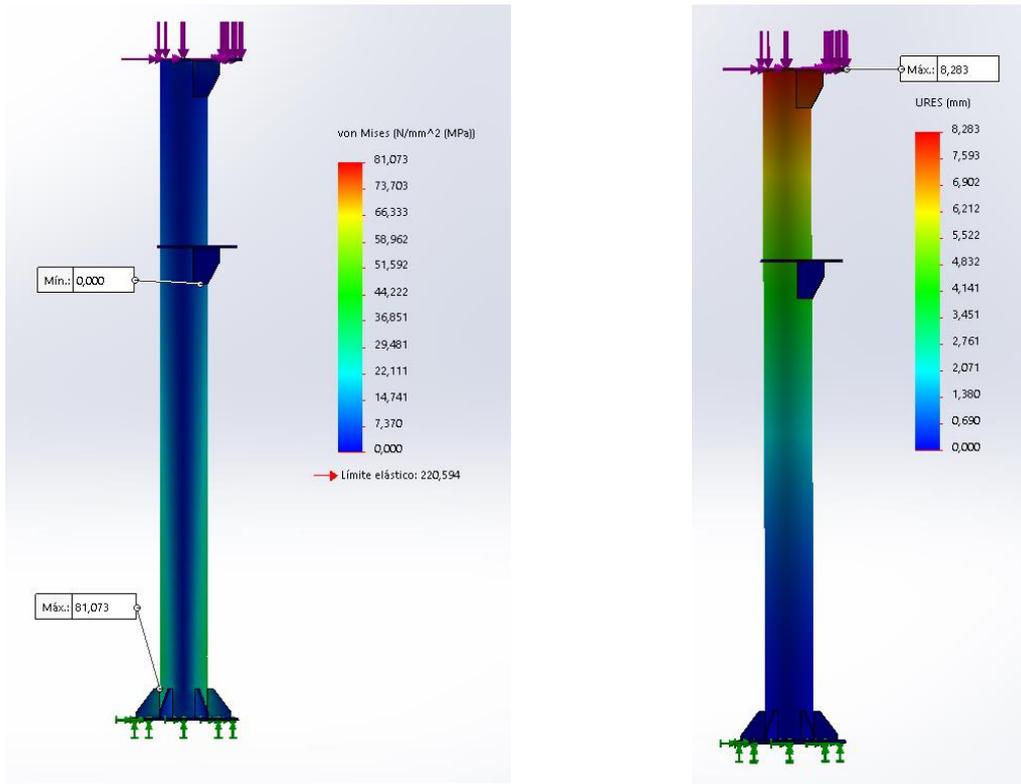
Se comprueba que las tensiones se encuentran por debajo del límite elástico.

Las deformaciones son consideradas dentro de los límites aceptables.

Columna principal

Tensiones Von Mises y desplazamientos.

Se aclara que las fuerzas intervinientes son las reacciones por la carga y el peso de la viga voladiza, y una fuerza que genera un momento igual al generado por ambas cargas anteriores.



Se comprueba que las tensiones se encuentran por debajo del límite elástico.

Las deformaciones son consideradas dentro de los límites aceptables.

Diseño final de Grúa

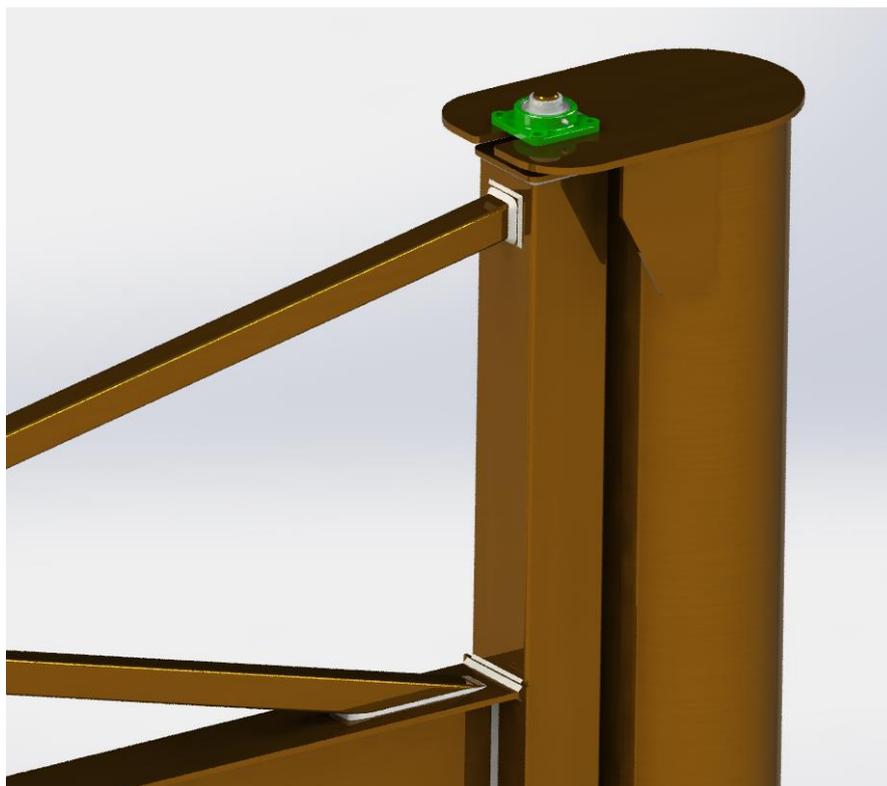


Imagen 43 - Detalle constructivo grúa bandera

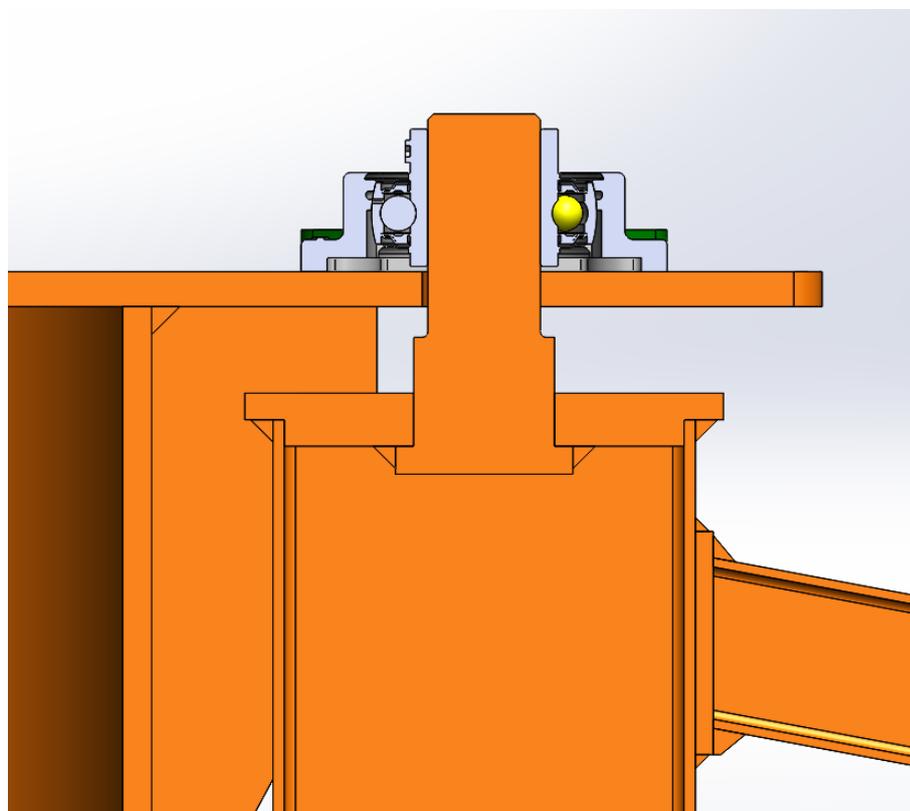


Imagen 44 - Detalle constructivo grua bandera - rodamiento superior

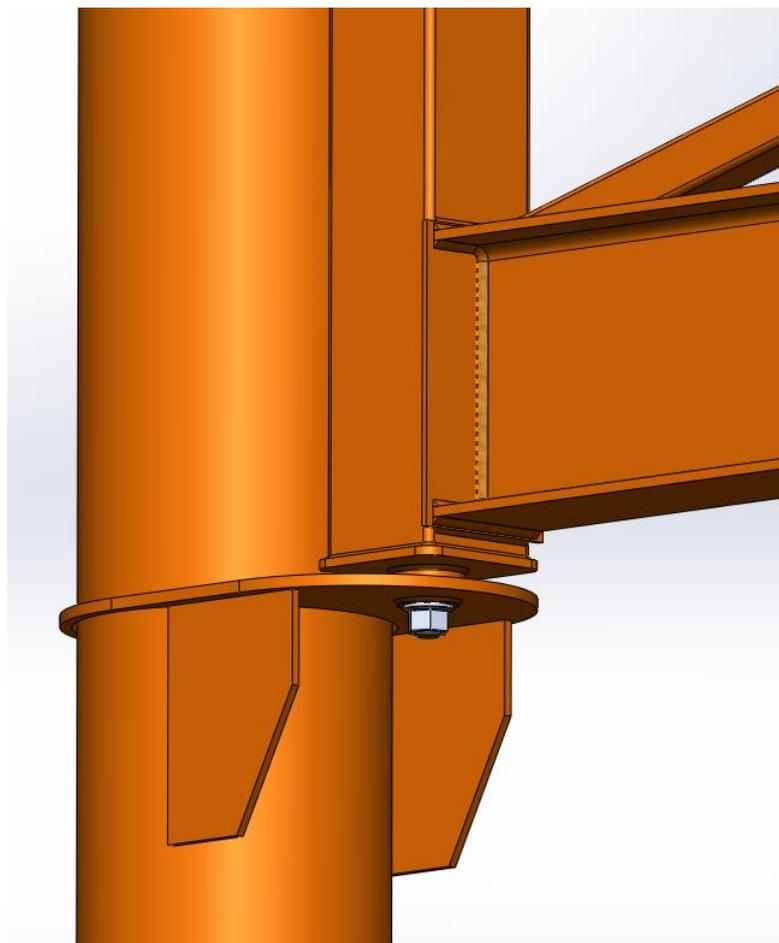


Imagen 45 - detalle constructivo grúa bandera rodamiento inferior

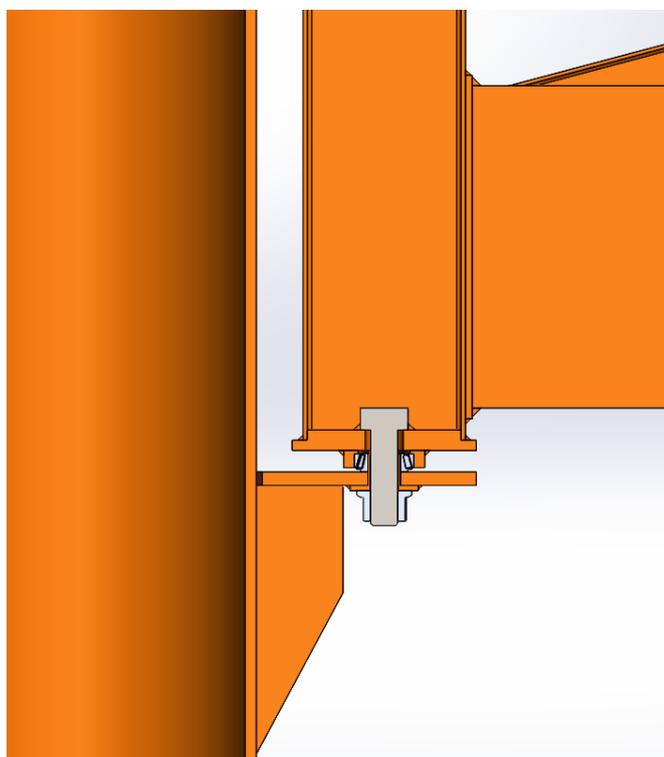
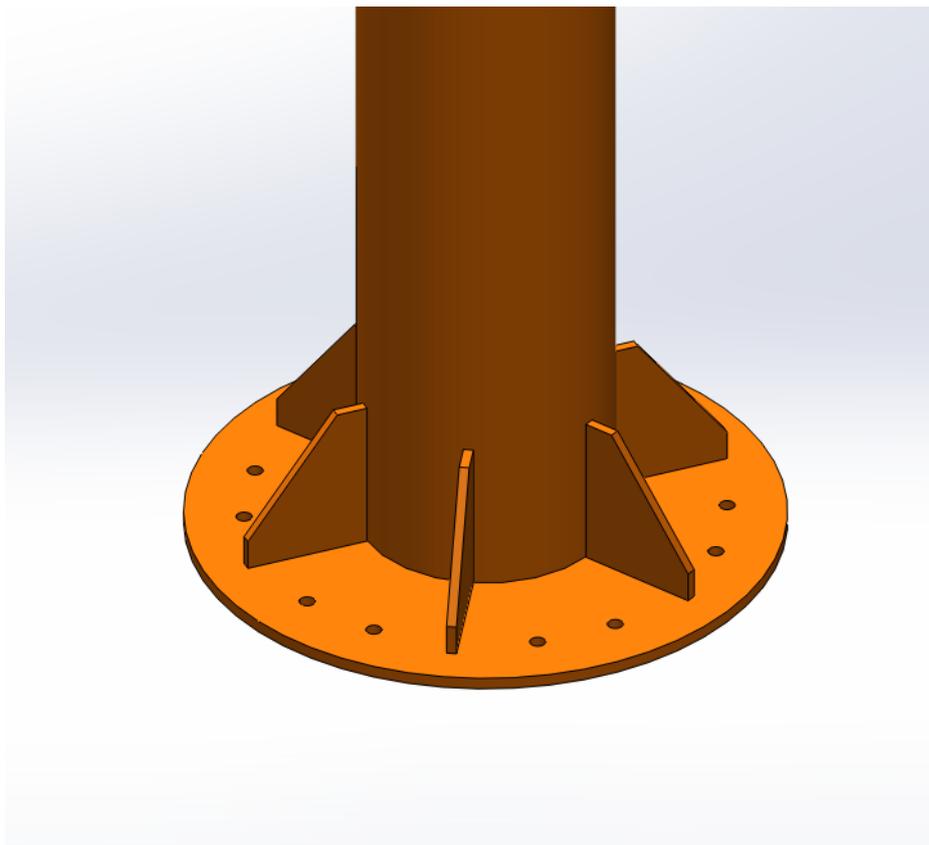
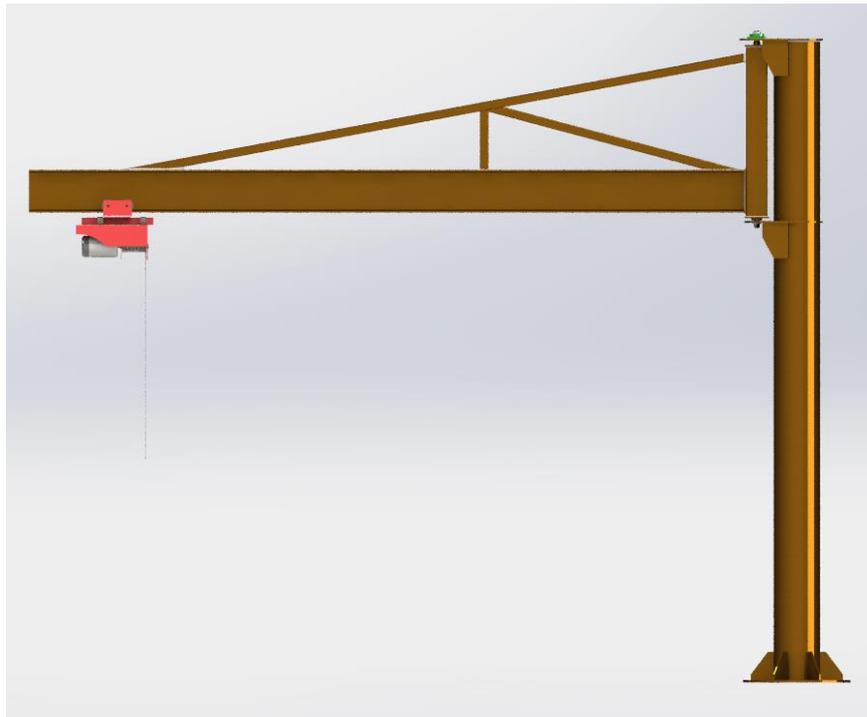
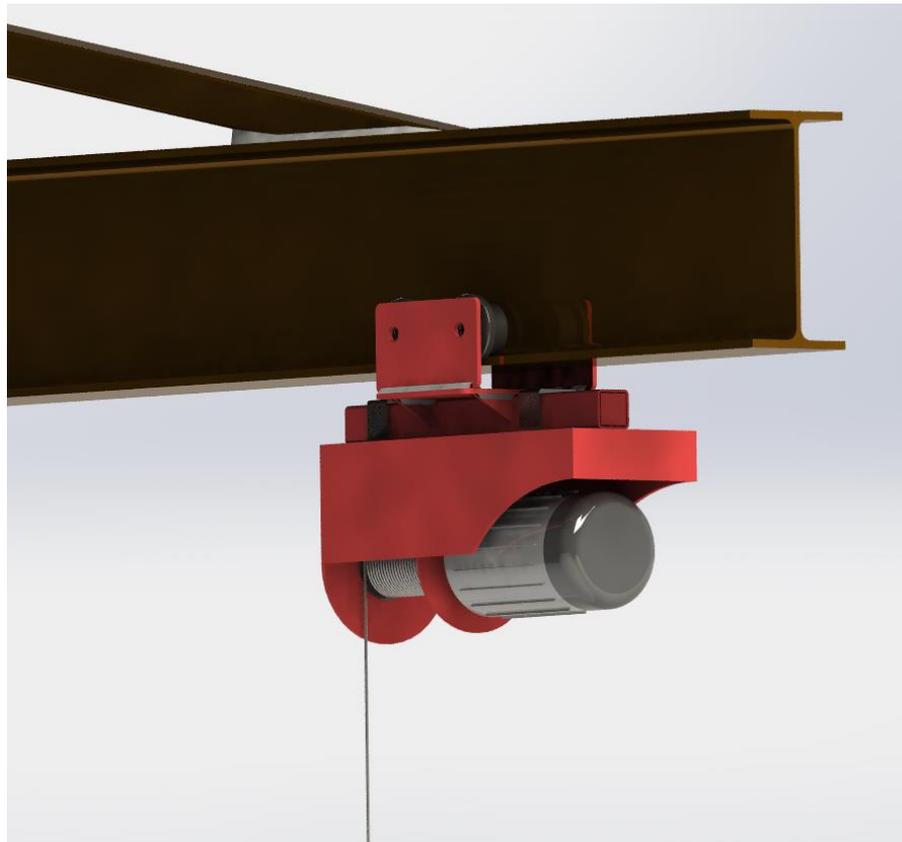


Imagen 46 - detalle constructivo grúa bandera - rodamiento inferior





Cálculo y diseño de Equipo de sujeción para traslado de planchas de vidrios

Paso 1: Calculo de la masa de la pieza a transportar

Las planchas de vidrio a transportar tienen un largo de 3.6[m], un ancho de 2.5[m] y un espesor de 4[mm], siendo su densidad = 2500 [kg/m³]. Por lo tanto, su masa será de:

$$m_v = l \times h \times e \times \rho$$

$$m_v = 3.6[m] \times 2.5[m] \times 0.004[m] \times 2500 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

$$m_v = 90[kg]$$

Paso 2: Selección del tipo de ventosa

En este apartado, se selecciona de catálogo de marca Festo una ventosa cuya construcción esté diseñada para trabajar en las condiciones de nuestro empleo.

En este sentido y bajo el análisis de varias opciones se tiene el siguiente modelo. Su hoja de datos se encuentra en el Anexo B.

Ventosa
OGVM-100-A-N-G14F
Número de artículo: 8073840



Los datos predominantes para los siguientes cálculos son

$$\varnothing_{Ventosa} = 100[mm]$$

$$Presión\ nominal\ de\ funcionamiento = -0.6[bar]$$

$$Fuerza\ de\ separacion\ a\ presion\ nominal\ (F_s) = 379[N]$$

$$Material = NBR$$

Paso 3: Calculo de fuerza de sujeción F_H

Se calcula la fuerza necesaria para mantener sujeta la plancha de vidrio.

$$F_H = \frac{m}{\mu} \times (g * a) \times CS$$

Donde

$m = \text{masa}$

$\mu = \text{coeficiente de fricción entre ventosa y pieza (goma vs vidrio liso)}$

$g = \text{aceleración de la gravedad}$

$a = \text{aceleración del movimiento}$

$CS = \text{coeficiente de seguridad}$

Se tomará una traslación lenta, por lo que no se tendrá en cuenta el factor de la aceleración de movimiento. Además, se establece un coeficiente de seguridad de valor 2 para el cálculo.

Entonces la fuerza de sujeción es:

$$F_H = \frac{90[kg]}{0,5} \times 9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right] \times 2$$

$$F_H = 3532 [N]$$

Paso 4: Fuerza de separación y definición de la cantidad de ventosas

A continuación, se realiza el cálculo de la cantidad de ventosas para que se cumpla la condición de sujeción.

$$F_S \geq \frac{F_H}{n} \rightarrow n \geq \frac{F_H}{F_S}$$

$$n \geq \frac{3532[N]}{379[N]} = 9.32$$

Son necesarias la cantidad de **10 ventosas** para elevar con seguridad la plancha de vidrio.

Diseño del equipo de sujeción

Diseño de circuito neumático

El circuito neumático estará compuesto por una alimentación de red general de la nave industrial, con una salida destinada para este equipo, pasando a través de un filtro regulador (FRL) único para este sistema. Allí se realizará la regulación de la presión de funcionamiento del sistema.

Seguidamente a la alimentación se encuentra una válvula monoestable 3/2 con accionamiento eléctrico y retorno por muelle. Cuando la misma reciba el pulso eléctrico estará dirigiendo el aire al siguiente componente, este es el generador de vacío por efecto Venturi, conocido como Eyector. El mismo tiene su funcionamiento mediante el efecto Venturi, creando una succión por el paso veloz del aire a través de él.

Por último, pero no menos importante, se encuentra la ventosa, que se seleccionó anteriormente, colocada en el extremo de la línea y conectada al eyector en el terminal central, donde se produce la presión de vacío.

Las conexiones entre los equipos se realizan mediante manguera flexible de diámetro 1/8" y/o 1/4" según requiera el componente con terminales racor de conexión rápida, rectos o codos según disponga la instalación del circuito.

El sistema debe contar con uno o varios vacuómetros para medir y visualizar que la presión de vacío es la correcta nominal de funcionamiento en -0.6 [bar]. Puede ser instalado en cada línea de succión para visualizar que cada ventosa tenga la presión de vacío correcta.

Como agregado opcional, existe un componente llamado interruptor de presión diferencial. Este equipo se tara a la presión de vacío deseada y cuando se alcanza el valor acciona un contacto interno. Esta señal eléctrica se puede utilizar para encender un piloto que indique que el equipo alcanzó la presión de vacío con su correcta sujeción asociada, y de esta manera realizar el traslado de la plancha de vidrio de forma segura.

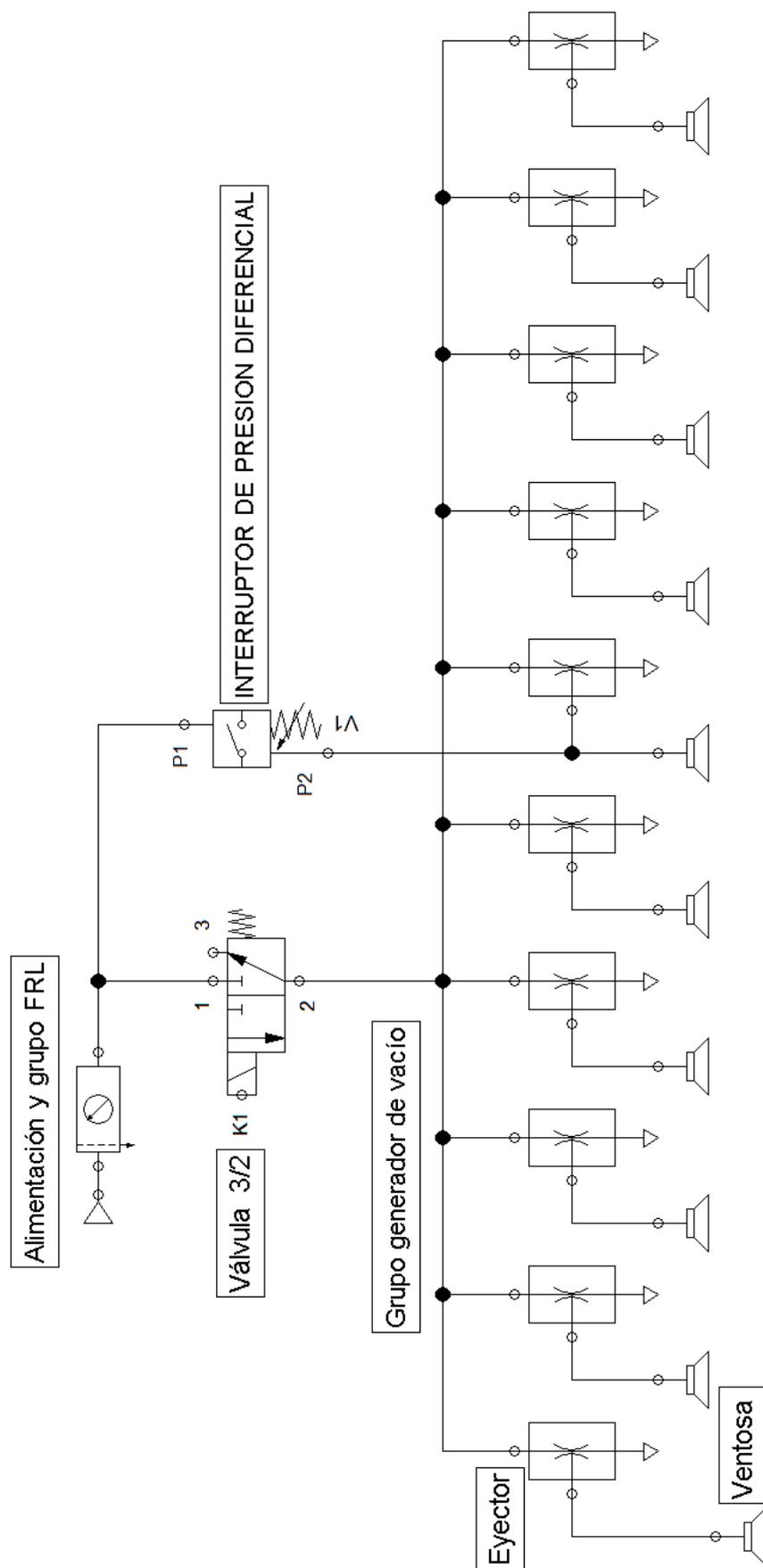


Imagen 47 - Circuito neumático - equipo sujeción

Diseño circuito eléctrico

El circuito eléctrico de comando del sistema neumático posee alimentación mediante una fuente switching de 24v y 10 A. Esta fuente alimentará la electroválvula direccional. La misma será comandada para su estado de succión mediante un botón pulsador [ON] con una configuración de enclave mediante relé auxiliar [S1].

Para cambiar el estado de la electroválvula y detener el efecto de succión, se realiza una configuración de dos pulsadores en conexión paralelo. Esta configuración se debe a que se desea tener un comando con doble seguridad, ya que para detener el efecto de succión se deberá presionar ambos pulsadores, instalados de manera que se deban usar las dos manos. Esta medida de seguridad adhiere a las buenas prácticas de diseño, ya que evita en cierta manera, que el operario presione casualmente el pulsador de cambio de estado para detener la succión y que la plancha de vidrio se suelte del equipo, logrando de esta manera evitar accidentes por roturas de vidrio, como así también el desecho de material.

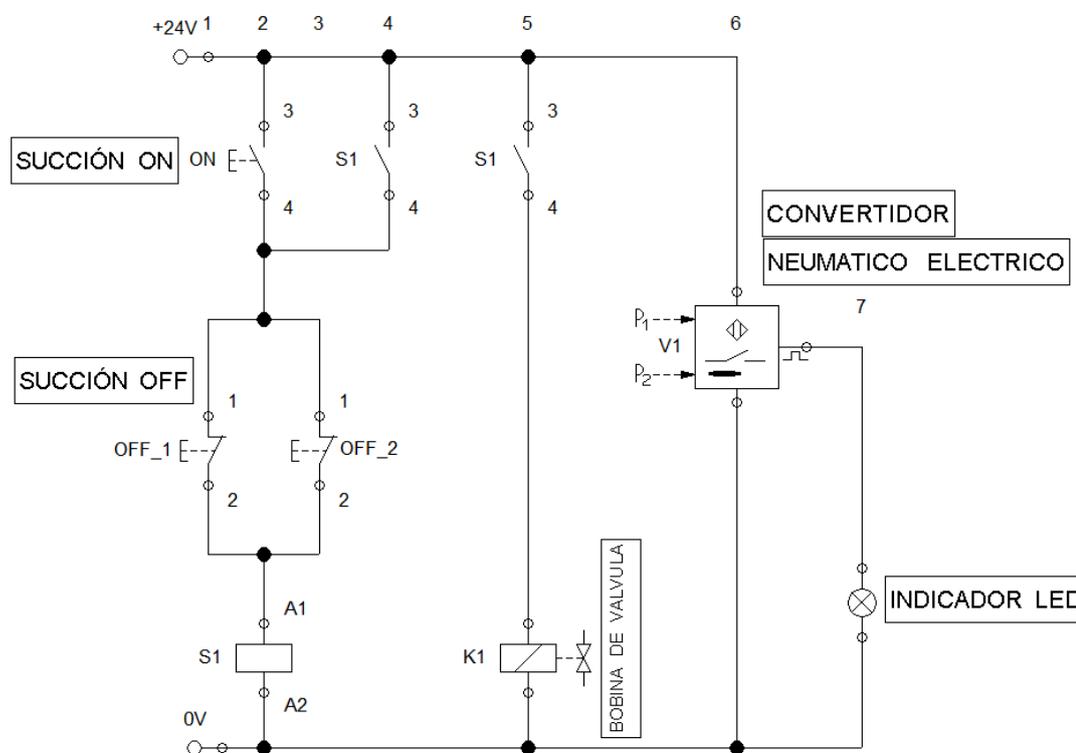
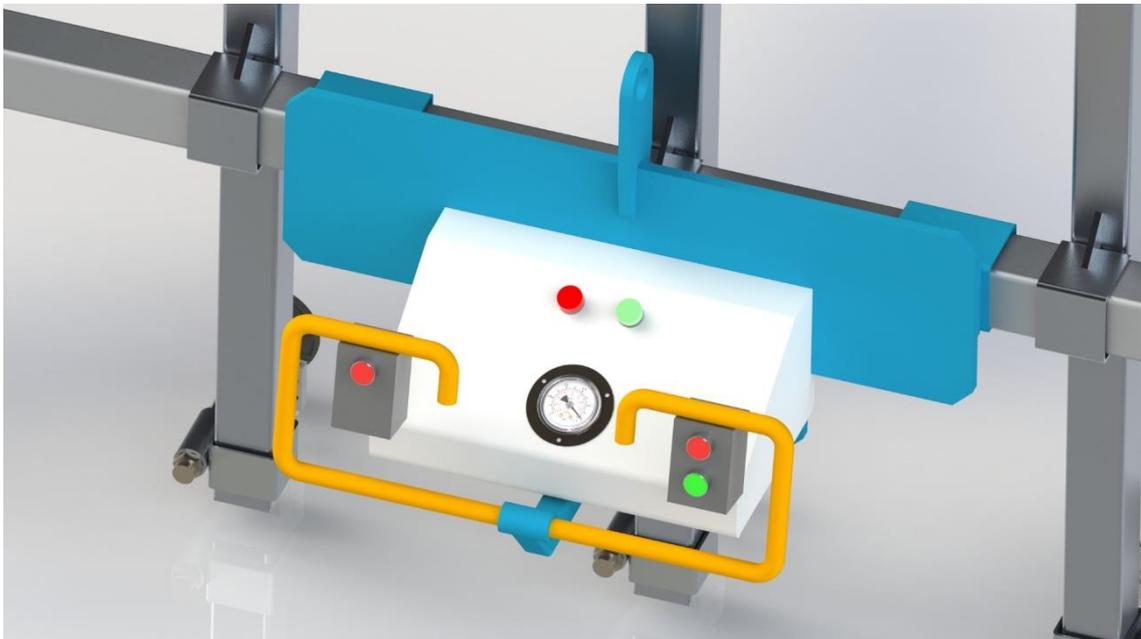
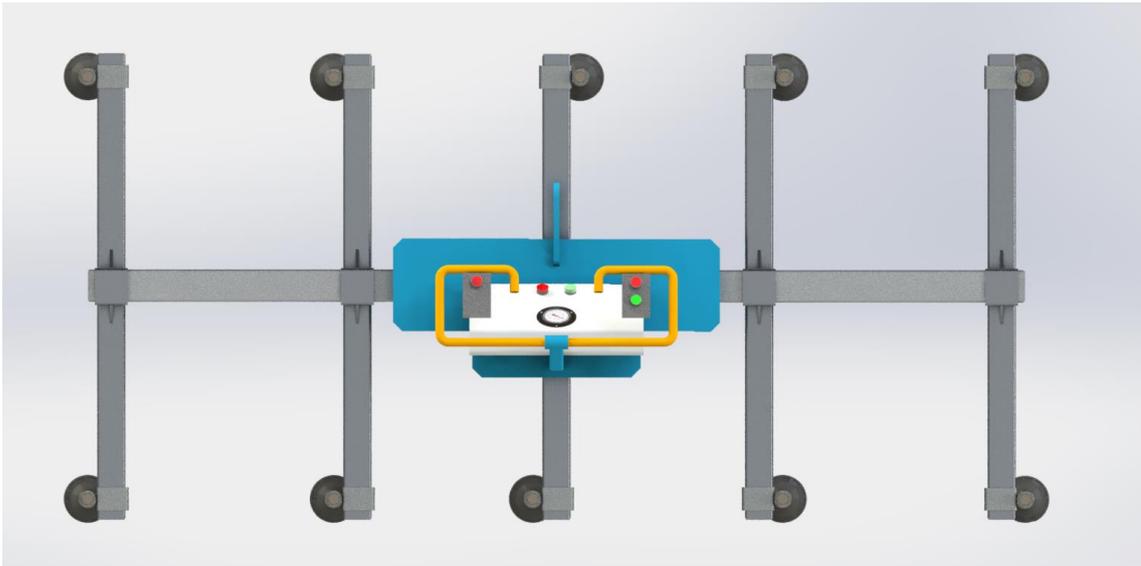
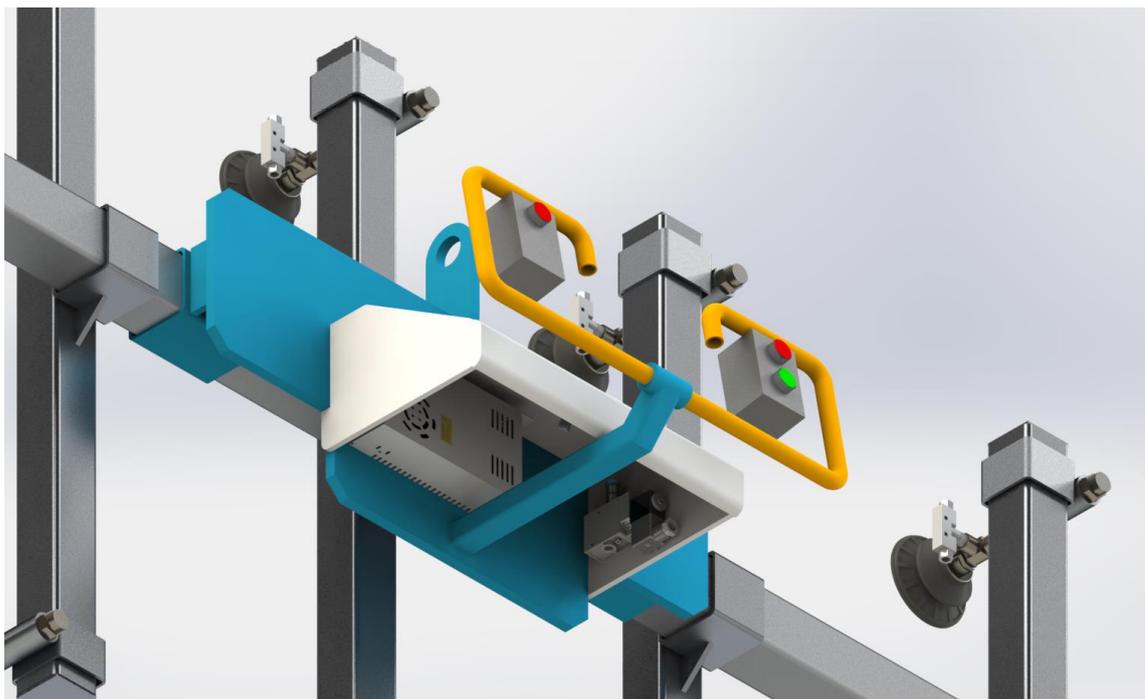
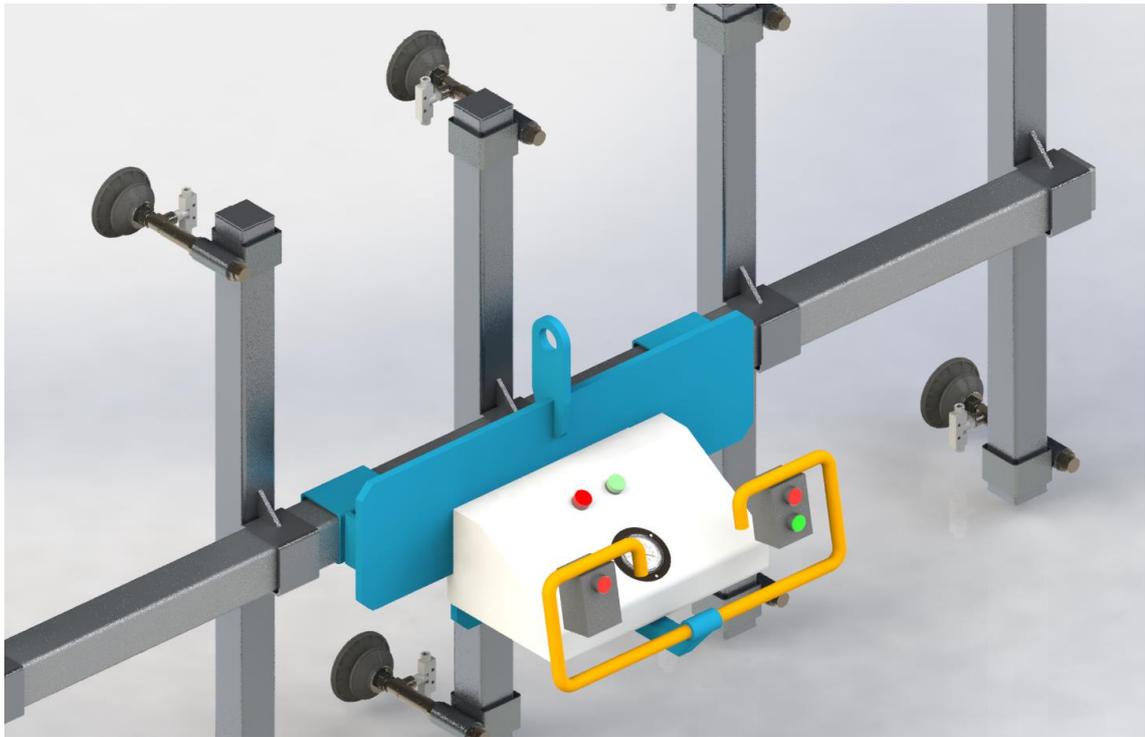


Imagen 48 - Circuito eléctrico - equipo sujeción

Diseño final del equipo de sujeción







13. Cabina de aplicación de pintura en polvo

La cabina de aplicación de pintura en polvo es el recinto especialmente diseñado para que se aplique la pintura en polvo sobre las superficies de los productos una vez que estos se encuentran previamente preparados para tal fin mediante el proceso de limpieza. La cabina que se desarrollará será del tipo "Batch". Este tipo de cabinas de pintura están diseñadas para la aplicación manual de pintura electrostática y cuentan con un diseño especial que permite la recuperación del polvo perdido durante la aplicación, por ello, además de contar con una sección de pintura, tienen una de recuperación. Esta característica las hace adecuadas para emplearse en entornos donde se deben hacer cambios de color, ya que las tareas de limpieza resultan más sencillas reduciendo costos de mantenimiento y operación.

El sistema de recuperación de pintura en una cabina tipo Batch se compone de un ventilador centrífugo de gran potencia, que succiona el aire de la cabina a filtros primarios, donde se captura el material que no se adhirió a la superficie para posteriormente pasar a filtros secundarios y regresar a la pistola de aplicación previamente cargado eléctricamente. La calidad de la pintura recuperada se encuentra garantizada por la limpieza de los filtros y por el volumen y velocidad a la que operan los ventiladores, lo que evita que se incorporen contaminantes que puedan ocasionar un daño al equipo.

Se diseñará la cabina de acuerdo a las necesidades de los productos que la empresa requiere pintar y se seleccionarán del mercado los equipos de recuperación del polvo no aprovechado en el proceso de pintura. Cabe mencionar que los productos permanecerán estáticos mientras se realiza la aplicación de la pintura. Ingresarán a la cabina mediante un sistema de transporte aéreo y luego de ser cubiertos con el polvo, los mismos se retirarán mediante el mismo sistema hacia el próximo proceso, el de curado de la pintura.

13.1. Dimensiones de la cabina de pintura

Los productos a recubrir con la resina epoxi, sumado al espacio necesario para que un operario realice el proceso eficientemente y junto al requerido para el equipo de aplicación, definirán las medidas finales interiores del recinto.

Productos:

Alto máximo de un portón = 2,5[m]

Ancho de una escalera metálica de canto = 0,6[m]

Largo de un perfil de aluminio = 6[m]

Espacio para el operario:

Circulación del operario = 0,8[m]

Espacio para el equipo de aplicación:

Para definir el espacio requerido para el equipo de aplicación es necesario definir y seleccionar que equipo se implementará. Del fabricante de sistemas y equipos para aplicación de pintura en polvo se selecciona el equipo de aplicación manual SPRINT 60L, el cual posee las siguientes características técnicas:



Tensión de entrada de red	85-250 V
Potencia de entrada	40 W
Frecuencia de red	50-60 Hz
Presión de entrada del aire	0,6-0,8 MPa, 6,0-8,0 bar, 87-116 PSI
Entrada de conexión de aire	G 1/4" i
Cantidad de salida de aire	0,05-20,0 N m³/h
Temperatura de funcionamiento	5-45 °C, 41,0-113,0 °F
Peso	38,0 kg, 83,8 lb

El sistema posee un caudal de salida de polvo de 450[g/min].

Dimensiones equipo de aplicación = 0,6 de ancho × 1,12[m]de alto

Finalmente, el espacio interior requerido para la cabina de pintura será:

Alto de cabina = 3[m]

Ancho de cabina = 2,5[m]

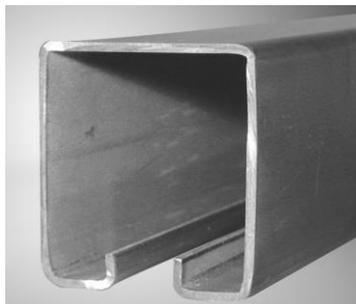
Largo de cabina = 7[m]

13.2. Sistema de transporte de los productos

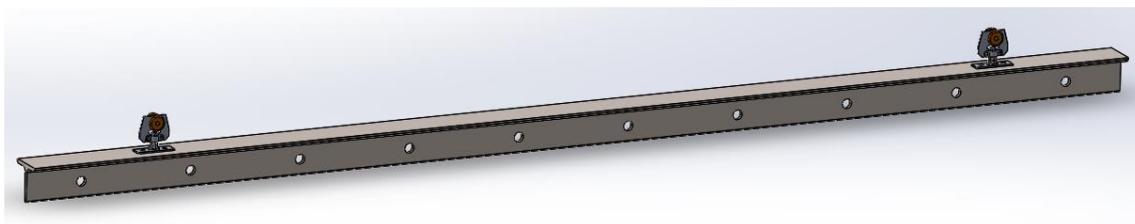
Para el sistema de transporte de los productos hacia la cabina de pintura y el horno, se selecciona del fabricante DUCASSE INDUSTRIAL el carro roma modelo D-150 SR, el cual posee rodamientos sellados que no requieren lubricación y bajo mantenimiento. Estos carros permiten soportar una carga de 150[kg] por carro y por su diseño permiten el desplazamiento plegable o giratorio. Se colorarán 2 unidades por percha de transporte de 3[m] de largo.



Como riel para el carro seleccionado, se selecciona del mismo fabricante el riel U-300, especialmente diseñado para tal carro. El mismo, se provee en largos de 3 y 6[m].



Para la confección de la percha de transporte de los productos entre el sector de limpieza, pasando por la cabina de pintado y finalmente por el horno de curado de pintura, se escoge un perfil T de 100x100 de 3[m], sobre el cual se realizarán perforaciones para colgar los productos a transportar y a su vez, sobre su ala horizontal, se soldarán los carros de desplazamiento.



La estructura de la cabina tendrá en su eje longitudinal un caño estructural lo suficientemente resistente para poder soportar la carga de los productos colgando de él. A su vez, el mismo sirve para sujetar el riel del sistema de transporte firmemente a través de soldaduras o bulones. En el apartado de diseño de la cabina se detallará este punto.

13.3. Sistema de recuperación de polvo

Para confeccionar el sistema de recuperación de polvo, primeramente, es necesario definir los equipos intervinientes en él, para luego definir los parámetros de funcionamiento y finalmente seleccionar los equipos y diseñar los elementos necesarios.

Para lograr una correcta recuperación del polvo y aumentar la eficiencia total del sistema de aplicación, es necesario contar con un medio adecuado de captación del polvo no aplicado,

mediante una campana de captación, la cual se ubicará por debajo del piso de la cabina. Luego, el siguiente paso en la recuperación es realizar un primer filtrado del aire mediante un ciclón, en donde se produce la mayor separación de polvo del aire captado y depositándolo en un contenedor listo para ser reutilizado.

Después de que el aire sale del ciclón, el siguiente paso es realizar una segunda filtración del mismo mediante filtro de mayor poder de filtrado con el objetivo de aumentar la eficiencia total del sistema y reducir los costos de material desaprovechado. Esta segunda unidad de filtrado está compuesta por un colector de polvo a cartuchos, el cual posee el ventilador que genera la corriente de aire del sistema y un sistema "Pulse Jet" (pulso de aire a elevada presión) de autolimpieza de los filtros.

Luego de realizado el segundo filtrado se pueden obtener eficiencias elevadas en la recuperación del polvo y se logra una calidad de aire óptima para ser devuelto al medio ambiente sin generar ningún tipo de contaminación.

13.4. Tolva de recolección

La tolva de recolección es el elemento encargado de recoger el polvo sobrante no aplicado en el proceso de pulverización de la pintura sobre la superficie de los productos. La misma, se encuentra por debajo del suelo, por lo que es necesario fabricar el piso de la cabina de un material que permita el paso del polvo al caer y ser aspirado por el sistema de recuperación. En este caso, se decide utilizar material desplegado en forma de rejillas removibles para constituir el suelo del recinto.

Para diseñar la tolva es necesario conocer el ángulo de reposo o apilado del material, ya que, si la tolva posee un ángulo mayor a este, el polvo logrará deslizarse por las paredes de la misma y no se acumulará. De manera experimental, se logró encontrar un rango de ángulos de reposo que dio como promedio un ángulo de 30°.

$$\alpha_{\text{reposo}} = 30^\circ$$

De acuerdo con este valor y sabiendo que la longitud total de la cabina de pintura es de 7[m], se proceden a diseñar 4 tolvas de recolección con un ángulo de 40°.

13.5. Transporte del polvo

Para diseñar el sistema de transporte neumático para movilizar el polvo desde la cabina de pintura hacia el primer filtro ciclónico, es necesario definir determinados valores para que no se produzcan elevadas pérdidas de cargas o que el material se deposite dentro de la cañería. A su vez, estos valores serán útiles para definir los sistemas de filtrado del aire.

Del fabricante del equipo de aplicación, se definió un caudal de salida de polvo de 450[g/min]. Utilizando una pintura en polvo con una densidad de $\delta_{polvo} = 1,5 \left[\frac{g}{cm^3} \right]$ y con el objetivo de lograr un espesor de pintura de $e_{pintura} = 60[\mu m]$ debido a que los productos pueden encontrarse afectados las condiciones exteriores del medio ambiente, se tiene un rendimiento de esta igual a:

Tabla 21 - rendimiento pintura en polvo en metros cuadrados por kg de polvo

Densidad (g/cm ³)		Espesores (micras)																								
		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
CIFARS	1,0	33	29	25	22	20	18	17	15	14	13	13	12	11	11	10	10	9	9	8	8	8	7	7	7	7
	1,1	30	26	23	20	18	17	15	14	13	12	11	11	10	10	9	9	8	8	8	7	7	7	7	6	6
NEGROS	1,2	28	24	21	19	17	15	14	13	12	11	10	10	9	9	8	8	8	7	7	7	6	6	6	6	6
	1,3	26	22	19	17	15	14	13	12	11	10	10	9	9	8	8	7	7	7	6	6	6	6	5	5	5
GENERALES	1,4	24	20	18	16	14	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5
	1,5	22	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	4
ALTA DENSIDAD	1,6	21	18	16	14	13	11	10	10	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4
	1,7	20	17	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4
ALTA DENSIDAD	1,8	19	16	14	12	11	10	9	9	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4
	1,9	18	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4

$$\eta_{pintura} = 11 \left[\frac{m^2}{kg} \right]$$

$$Q_{equipo} = 450 \left[\frac{g}{min} \right] = 27 \left[\frac{kg}{h} \right]$$

Ingresando a la tabla de valores admisibles para el transporte neumático de materiales comunes brindada por la cátedra Manejo de materiales de la UTN-FRP, se obtendrán los datos de velocidad mínima de transporte y máximos valores admisibles de γ_{polvo} . Como la pintura en polvo no se encuentra en la misma, se adoptan los valores de referencia para un polvo fluidizable de similares características como lo es la harina.

TRANSPORTE NEUMÁTICO - ANEXO II
Valores admisibles para el transporte neumático de materiales comunes

Material	Densidad aparente promedio durante el transporte [Kg/m³]	Tamaño del grano			Velocidad mínima admisible del aire en la tubería transportadora [m/seg.]		Máximo valor admisible de γ Kg de polvo/ m³ aire	
		Porcentaje	Malla (mm de ancho)	B.S.Mesh	vertical	horizontal	vertical	horizontal
Polvos fluidizables								
Porcentajes que pasa los tamices abajo señalados								
Cemento	1050 - 1440	95	0,089	170	1,5	7,5	960	160
Harina	560	64	0,152	100	1,5	4,5	240	80
Carbón pulverizado	720	100 % pasa malla de 0,425	75 % pasa 0,076	200	1,5	4,5	320	112
Ceniza pulverizada	720	90	0,152	100	1,5	4,5	480	160
Tierra de bastan	560 - 880	95	0,104	150	1,5	6	240	80

Tomamos entonces la velocidad de mezcla horizontal, por ser la mayor de ambas. También, seleccionamos el máximo valor admisible de kilogramos de polvo por metro cúbico de aire horizontal, por ser la menor de ambas.

También debemos aumentar este valor de velocidad entre un 35% y un 50%

$$v = v_h \times 1,5 = 4,5 \left[\frac{m}{s} \right] \times 1,5 = 6,75 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Se adopta un peso específico de transporte para el polvo con un valor bajo ya que el caudal a transportar no implica grandes volúmenes.

$$\gamma_{polvo} = 2 \left[\frac{kg}{m^3_{aire}} \right]$$

El caudal de mezcla a transportar para un solo tubo será:

$$Q_{mezcla} = \frac{Q_{equipo}}{\gamma_{polvo}} = \frac{27 \left[\frac{kg_{polvo}}{h} \right]}{2 \left[\frac{kg_{polvo}}{m^3_{aire}} \right]} = 13,5 \left[\frac{m^3_{aire}}{h} \right] = 0,225 \left[\frac{m^3_{aire}}{min} \right]$$

El diámetro de la cañería de transporte será:

$$D = \sqrt{4 \times \frac{Q_{mezcla}}{\pi \times v}} = \sqrt{4 \times \frac{13,5 \left[\frac{m^3}{h} \right] \times \frac{1[h]}{3600[s]}}{\pi \times 6,75 \left[\frac{m}{s} \right]}} = 0,0266[m] = 26,6[mm]$$

Como el caudal tiene un valor bajo, es de esperar que el diámetro de la cañería de transporte sea pequeño. Esta condición es beneficiosa desde el punto de vista económico pero contraproducente a la hora de evaluar las pérdidas de carga del sistema y seleccionar los demás componentes que integran el sistema de recuperación. A su vez, si la instalación

se dimensiona con ciertos márgenes para valores superiores, permite a futuro implementar dos o más equipos de aplicación en caso de ser necesario aumentar los niveles productivos. Por tal motivo, se adopta una solución de compromiso entre ambas condiciones y se selecciona un tubo Schedule 40 de diámetro nominal $D = 6[in]$ recomendado para el transporte de gas y fluidos poco corrosivos como aire, el cual tiene las siguientes características:

Tabla 22 - Datos de tubería para transporte neumático

DIAMETRO NOMINAL NPS	DIAMETRO EXTERIOR (Pulg.)	ESPESOR DE PARED (Pulg.)	PESO TUBO 6m.		LARGO DEL TUBO (m)	GRADO	PRESION DE PRUEBA (psi)	SCH
			NEGRO (kg.)	GALVANIZADO (kg)				
6"	6,625	0,280	169,560	172,271	6,00	B	1780	40

Con el nuevo diámetro de cañería seleccionado, se verificará el nuevo caudal de aire necesario a movilizar por el sistema de aspiración.

$$Q_{aire} = A \times v = \frac{\pi \times D^2}{4} \times v$$

$$Q_{aire} = \frac{\pi \times 0,1524[m]^2}{4} \times 6,75 \left[\frac{m}{s} \right] = 0,123 \left[\frac{m^3}{s} \right] = 443,4 \left[\frac{m^3}{h} \right] = 7,39 \left[\frac{m^3}{min} \right]$$

Cabe mencionar que el sistema puede considerado de fase diluida ya que el caudal de mezcla representa el 3% del caudal de aire transportado por la cañería.

13.6. Pérdidas de presión en el sistema de transporte

Se suman las distintas formas de pérdida de presión de carga en el transporte neumático, cuyas ecuaciones se encuentran en los textos de la mencionada cátedra. Luego se hará la sumatoria de las mismas para poder seleccionar el tipo de filtro secundario, el cual posee el ventilador de aspiración del sistema. Para este tipo de transporte (de aspiración), las pérdidas no deben superar los $0,56 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$.

- Aceleración del polvo desde el estado de reposo:

Debemos seleccionar el valor del coeficiente F1, que considera las pérdidas en la zona de aceleración. Según recomendación del apunte, se sugieren valores comprendidos entre 2 y 3, y que para cálculos aproximados se utiliza un valor de

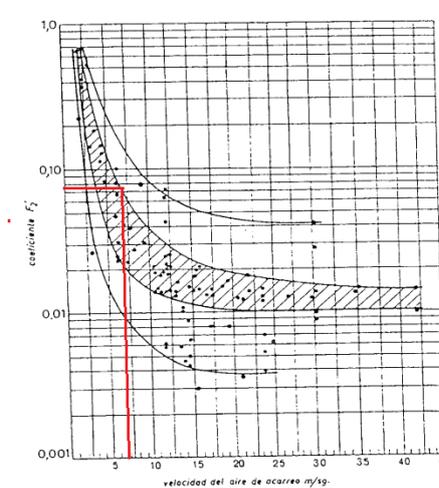
$$F1 = 2,5.$$

$$\Delta P_1 = \frac{F1 \times v^2}{2 \times g} \times \gamma_{polvo} = \frac{2,5 \times 6,75^2}{2 \times 9,81} \times 2 = 11,61 \left[\frac{kg}{m^2} \right] = 0,00116 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

- Rozamiento en la tubería:

Debemos seleccionar el coeficiente F2, para el cual se utiliza un gráfico disponible en el apunte de la cátedra. Debemos tomar como referencia la línea superior a la zona rayada. A su vez, este valor de tabla debe ser aumentado en un 20% por recomendación de buenas prácticas.

$$F2 = 0,075 \times 1,2 = 0,15$$



Asumiendo una longitud total de $L = 8[m]$ de cañería de conducción, las pérdidas de carga por rozamiento en las mismas serán:

$$\Delta P_2 = \frac{F2 \times L \times v^2}{2 \times g \times D} \times \gamma_{polvo} = \frac{0,15 \times 8 \times 6,75^2}{2 \times 9,81 \times 0,1524} \times 2 = 36,57 \left[\frac{kg}{m^2} \right] = 0,003657 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

•Cambios de dirección:

En este caso debemos obtener el coeficiente F3, de rozamiento para codos. Para esto se debe calcular la relación entre el radio de la curvatura y el diámetro de la tubería. Con el objetivo de reducir lo máximo posible el tamaño de la instalación, decidimos adoptar codos con radio de curvatura igual a 2 veces el valor del diámetro de tubería, es decir, con un valor de 12 pulgadas. A su vez, estimando una cantidad total de cambios de dirección igual a 5, se tiene:

Relación Radio de curvatura/ϕ tubería	F3
2	1,5
4	0,75
6 o más	0,5

$$\Delta P_3 = \frac{F3 \times v^2 \times N}{2 \times g} \times \gamma_{polvo} = \frac{1,5 \times 6,75^2 \times 5}{2 \times 9,81} \times 2 = 34,83 \left[\frac{kg}{m^2} \right] = 0,00348 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

•Fuerzas gravitacionales:

Definiendo una altura de elevación aproximada de $H = 3[m]$, las pérdidas de carga debido a la elevación del polvo por la cañería se pueden calcular de la siguiente manera

Fuerzas gravitacionales

$$\Delta P_4 = \gamma_{polvo} \times H = 2 \left[\frac{kg}{m^3_{aire}} \right] \times 3[m] = 6 \left[\frac{kg}{m^2} \right] = 0,0006 \left[\frac{kg}{m^2} \right]$$

•Zona de separación

Este valor sale de catálogo del separador, ya que depende exclusivamente del fabricante. Del catálogo de la marca CASIBA, seleccionamos el separador utilizando el caudal nominal unitario, que en nuestro caso es:

$$Q_{aire} = 450 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Con el objetivo de no exceder la pérdida de carga total admisible, el primer filtro del sistema de recuperación no deberá sobrepasar el valor de:

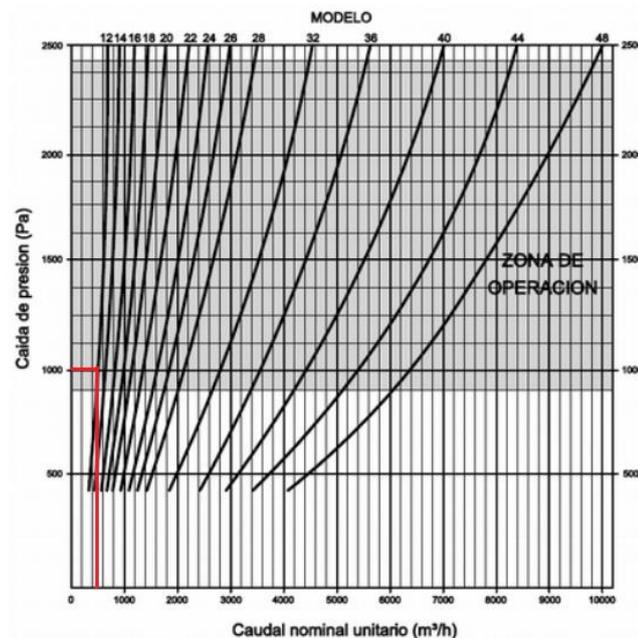
$$\Delta P_5 = \Delta P_T - (\Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4)$$

$$\Delta P_5 = 0,56 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] - \left(0,00116 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] + 0,003657 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] + 0,00348 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] + 0,0006 \left[\frac{kg}{m^2} \right] \right)$$

$$\Delta P_{5 \text{ disponible}} = 0,551 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

Debido a que nuestro caudal es muy bajo, se adopta el ciclón CASIBA CH85-1, el cual para un caudal de 450[m³/h] genera una pérdida de carga aproximada de

$$\Delta P_5 = 1000[Pa] = 0,01 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$



La pérdida total de carga del sistema será:

$$\Delta P_T = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5$$

$$\Delta P_T = 0,0189 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] \cong 189[mmc_{H2O}]$$

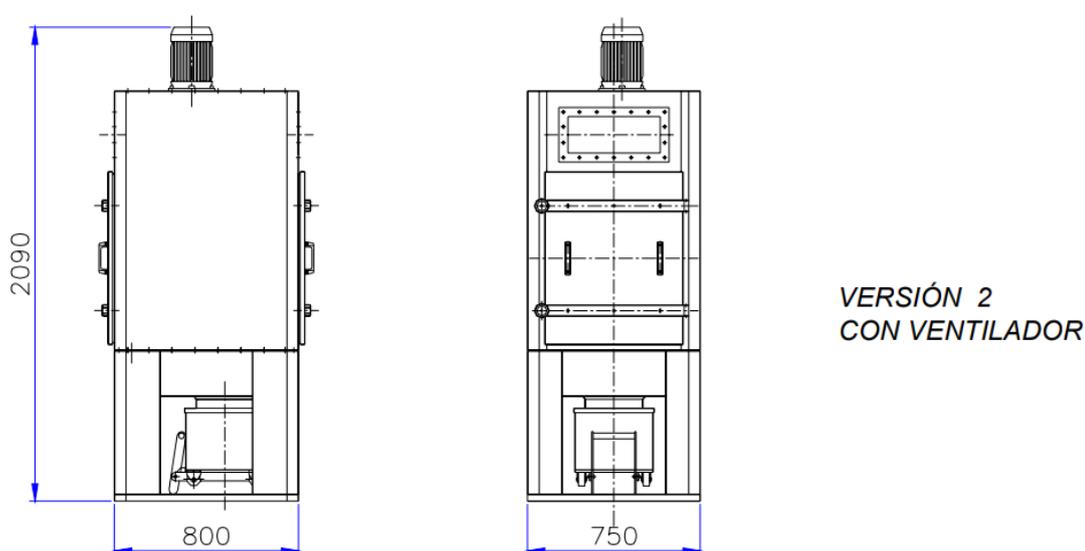
Este valor de pérdidas totales en el sistema es inferior a 500[mmc_{H2O}], valor establecido como referencia máxima para sistemas de transporte neumático con ventiladores centrífugos.

Para la última etapa de filtración del sistema de recuperación, se selecciona del fabricante INFESA el filtro de cartuchos planos nacionales CPCM-2, apto para trabajar hasta

una presión $500[mmc_{H2O}]$, tanto positiva como negativa y su tolva de recolección de polvo de 40° de inclinación. Posee sistema de autolimpieza "Pulse Jet" y ventilador incorporado.

Características técnicas :

Modelo	Cant. de cartuchos	Superficie Filtrante m^2	Motor Ventilador (HP)	Caudal de aire (*) (m^3/min)
CPCM- 1	1	18	1 HP	10
CPCM-2	2	36	2 HP	20
CPCM-3	3	54	3 HP	30



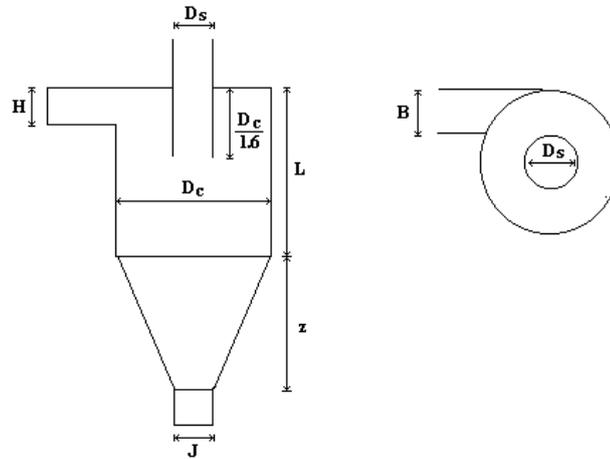
En caso de que se requiera aumentar el nivel de producción y se instalen dos equipos de aplicación que funcionen dentro de la cabina en simultaneo, el caudal de aire necesario será de $27 \left[\frac{m^3}{h} \right] = 0,45 \left[\frac{m^3}{min} \right]$, el cual se ve ampliamente superado por el sistema implementado.

Al adoptar este sistema de filtración, el cual el ventilador aspira un caudal de aire de $20 \left[\frac{m^3}{min} \right]$, con una cañería de 6", la velocidad de transporte será de $18,27 \left[\frac{m}{s} \right]$, velocidad que se encuentra dentro de los valores recomendados para los sistemas de separación ciclónicos. Si se recalculan las pérdidas del sistema para verificar que no se sobrepase el límite admisible para el ventilador centrífugo, se tiene una pérdida de carga total de:

$$\Delta P_T = 472[mmc_{H2O}]$$

Resultado con el cual aún se cumplen con las condiciones de funcionamiento óptimo del sistema.

Si se verifican las condiciones del ciclón, se tiene:



Boca de entrada:

$$A_{boca} = H \times B$$

A su vez:

$$H = \frac{D_c}{2} \text{ y } B = \frac{D_c}{4}$$

$$A_{boca} = \frac{D_c}{2} \times \frac{D_c}{4}$$

$$D_c = \sqrt{8 \times A_{boca}}$$

$$A_{boca} = \frac{Q_{aire}}{v} = \frac{0,33 \left[\frac{m^3}{s} \right]}{18,27 \left[\frac{m}{s} \right]} = 0,018 [m^2]$$

$$D_c = \sqrt{8 \times 0,018 [m^2]} = 0,38 [m] = 380 [mm]$$

$$L = 2 \times D_c = 760 [mm]$$

$$Z = L = 2 \times D_c = 760 [mm]$$

$$D_s = \frac{D_c}{2} = 190 [mm]$$

$$J = \frac{D_c}{4} = 95[mm]$$

$$H = \frac{D_c}{2} = 190[mm]$$

$$B = \frac{D_c}{4} = 95[mm]$$

Cantidad de vórtices:

$$N = \frac{1}{H} \times \left(L + \frac{Z}{2} \right) = \frac{1}{190} \times \left(760 + \frac{760}{2} \right) = 6$$

Diámetro de partícula crítico capaz de filtrar:

$$D_{Pcritico} = \sqrt{\frac{9 \times \mu \times B}{2\pi \times N \times \rho_s \times v}} = \sqrt{\frac{9 \times 1,96 \times 10^{-4} \left[\frac{gr}{cm \times s} \right] \times 9,5[cm]}{2\pi \times 6 \times 1,5 \left[\frac{gr}{cm^3} \right] \times 1827 \left[\frac{cm}{s} \right]}}$$

$$D_{Pcritico} = 0,00036[cm] \cong 4[\mu m]$$

Sabiendo que las partículas promedio de las pinturas en polvo para recubrimiento electrostático se encuentran entre $15[\mu m]$ y $70[\mu m]$, el ciclón cumplirá con la separación del mismo de la corriente de aire de transporte. Junto con el filtro secundario, el cual asegura un filtrado de 99% de las partículas de $0,5[\mu m]$ según el catálogo del fabricante seleccionado, el sistema de recuperación asegurará una óptima recuperación del polvo no aplicado en el proceso de pintura.

La pérdida de carga en el ciclón será:

$$\Delta P_5 = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \times k \times \frac{H \times B}{D_s^2}$$

$$\Delta P_5 = \frac{1}{2} \times 1,09 \times 18,27^2 \times 16 \times \frac{0,19 \times 0,095}{0,19^2} = 1455[Pa] \cong 146[mmc_{H_2O}]$$

Como vemos, el resultado de las pérdidas ocasionadas por el ciclón calculado es muy similar a las obtenidas del gráfico del fabricante seleccionado para este equipo, las cuales eran de aproximadamente $100[mmc_{H_2O}]$ para el caudal de trabajo.

13.7. Diseño de la cabina de pintura en polvo

Para el diseño de la estructura de la cabina se utilizó caños estructurales 80x80x1,6[mm] y refuerzos de caños 40x40x1,2[mm]. Sobre el eje longitudinal de la misma se coloca un caño 80x80x1,6[mm] que sirve de soporte del riel roma para el ingreso y sustentación de los productos dentro de la cabina.



Imagen 49 - Estructura cabina de pintura

Como ya se mencionó anteriormente, el piso está constituido por rejillas de ángulos de 1" y material desplegado con el objetivo de dejar pasar el polvo que no es aplicado y que cae por gravedad. Estas rejillas son desmontables para una fácil limpieza y recambio en caso de deterioro. Bajo estas se encuentran las 4 tolvas que depositan el polvo captado en el caño principal de transporte de 6" calculado.

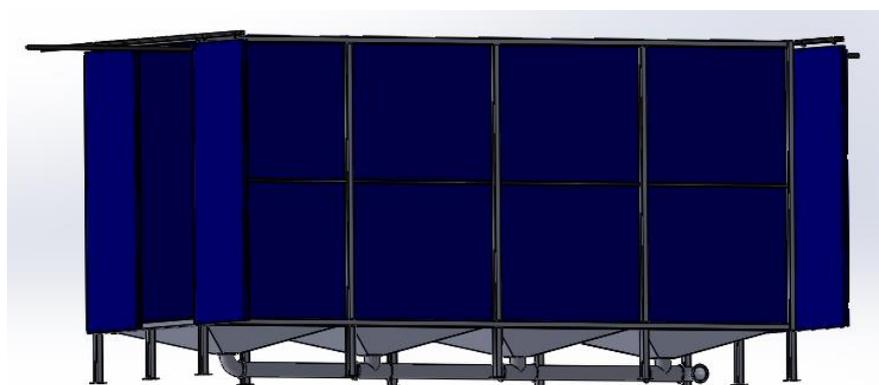
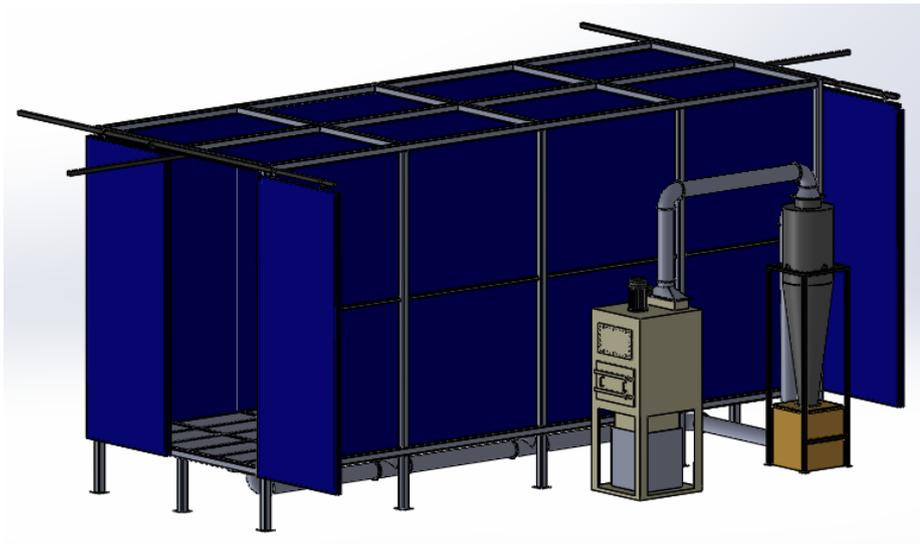


Imagen 50 - Detalle constructivo cabina de pintura

Luego, mediante codos y tramos de cañería se conectan los equipos pertenecientes al sistema de recuperación.



14. Horno de curado de pintura en polvo

El horno de curado de pintura en polvo es el segundo equipo que atraviesan los productos para terminar de obtener el acabado final en sus superficies y es el paso final del proceso de fabricación de los productos fabricados en acero. Luego de que los productos fueron pintados con pintura en polvo e ingresados dentro del horno, este debe ser capaz que elevar la temperatura de los mismo hasta los 200[°C] aproximadamente por 20 minutos, temperatura a la cual se produce la plastificación de la pintura y se adhiere a la superficie metálica de los productos o perfiles.

El horno tendrá las dimensiones necesarias para poder cumplir con los requerimientos de producción. Para ello, el mismo tendrá 1,2[m] de ancho en su abertura o puerta de ingreso, permitiendo el ingreso de la escalera (producto más ancho), 3[m] de alto, ya que esta altura contempla lo necesario para poder ingresar los portones fabricados y finalmente, 6[m] de largo, ya que esta longitud posibilita el ingreso y curado de perfiles completos en su longitud comercial.

Para su fabricación, se utilizarán perfiles estructurales y chapas laminadas de acero 1010, con lana de vidrio entre las paredes interiores y exteriores como aislante térmico. A su vez, para la generación del calor necesario para elevar la temperatura del aire de la cámara, se utilizará un quemador de gas natural y para forzar al aire a circular dentro de esta, se implementará un ventilador tipo caracol. Los cálculos necesarios, la selección de los equipos y el diseño resultante para el horno de curado será el tema a desarrollar en este apartado.

14.1. Cálculo de la razón de transferencia de calor en el horno

14.1.1. Calor necesario para calentar los productos

El horno de curado de la pintura en polvo se dimensionará bajo la condición de que se introducirá dentro del mismo un solo producto por vez. Bajo esta condición de diseño, es necesario establecer cuál de todos los productos es que posee mayor masa de metal a calentar. Para ello, recurrimos a las tablas confeccionadas en donde se encuentran las

descripciones de los productos con las cantidades de perfiles y revestimientos necesarios por unidad, sus pesos unitarios y demás datos necesarios para el cálculo.

Realizados los cálculos pertinentes para los productos de mayor volumen, se expresan los resultados obtenidos:

Escalera con peldaños de material desplegado: 117[kg]

Portón con revestimiento tubular: 86,81[kg]

Portón con revestimiento de chapa: 78,10[kg]

Finalmente, el horno de curado se dimensionará de acuerdo a la masa de la escalera con peldaños de material desplegado, ya que este producto es el que posee mayor masa y será el que demande una mayor cantidad de calor para elevar su temperatura hasta la requerida para el curado de la pintura en polvo.

$$m_{Esc} = 117[kg]$$

Asumiendo que el sistema de transporte de los productos entre la cabina de pintura y el horno de curado tiene un peso de 40[kg], su masa será:

La masa total a calentar a 200[°C] que es la temperatura de curado, será:

$$m = m_{Esc} + m_{Trans} = 117[kg] + 40[kg] = 157[kg] \cong 160[kg]$$

Asumiendo que ingresa 1,125 productos por hora de trabajo, la masa por unidad de tiempo que ingresa al horno será:

$$m_{productos} = 160[kg] \times 1,125 \left[\frac{\text{productos}}{\text{hora}} \right] = 180 \left[\frac{kg}{\text{hora}} \right]$$

Siendo el calor específico del acero 1010 que se usa para fabricar los productos:

$$C_{pAc1010} = 468 \left[\frac{J}{kg \times K} \right]$$

Y que el rango de temperatura es de 15[°C] en que se encuentra el ambiente hasta aproximadamente la temperatura de curado 200[°C], entonces la razón de transferencia de calor necesaria es:

$$q_{productos} = m \times C_{pAc1010} \times \Delta T = 180 \left[\frac{kg}{hora} \right] \times 468 \left[\frac{J}{kg \times K} \right] \times (473[K] - 288[K])$$

$$q_{productos} = 15585 \left[\frac{kJ}{hora} \right] = 4,33[kW]$$

14.1.2. Calor necesario para calentar las paredes, piso y techo del horno de curado

Como el horno contendrá lana de vidrio como aislante entre las paredes internas y las externas, la temperatura de la chapa exterior de las paredes, piso y techo se mantendrá prácticamente a temperatura ambiente. Los datos que se tienen son:

- Espesor de la chapa interior:

$$e = 0,7[mm] = 0,0007[m]$$

- Calor específico del acero:

$$C_{pAc1010} = 468 \left[\frac{J}{kg \times K} \right]$$

- Densidad del acero:

$$\delta_{chapa} = 7850 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

- Coeficiente de transferencia de calor por convección forzada

$$h = 100 \left[\frac{W}{m^2 \times K} \right]$$

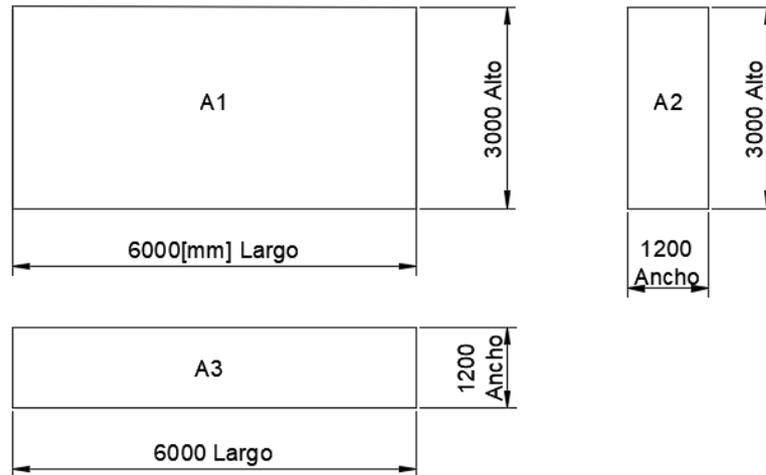
- Temperatura de ingreso de los productos junto con el sistema de transporte

$$T_i = 15[°C]$$

- Temperatura de salida de los productos junto con el sistema de transporte

$$T_f = 200[^\circ\text{C}]$$

El área de calentamiento será el doble del área de la placa lateral más el doble del área del techo, ya que simétricos los lados opuestos, más el área de la puerta de entrada y salida, las cuales también son iguales:



$$A_T = A1 \times 2 + A2 \times 2 + A3 \times 2$$

$$A_T = 18[m^2] \times 2 + 3,6[m^2] \times 2 + 7,2[m^2] \times 2 = 57,6[m^2]$$

El volumen será:

$$V = A_T \times e = 57,6[m^2] \times 0,0007[m] = 0,0403[m^3]$$

La masa de chapa a calentar será:

$$m_{chapa} = \delta_{chapa} \times V = 7850 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \times 0,0403[m^3] = 316,5[kg]$$

Con el objetivo de obtener el tiempo que el horno tarda en entrar el régimen, en donde se mantiene a 200[°C], es necesario aplicar la siguiente expresión del cálculo:

$$t = \frac{\ln\left(\frac{T - T_\infty}{T_i - T_\infty}\right)}{-\frac{h \times A_s}{m \times C_p}}$$

Asumiendo que la temperatura en las paredes internas en régimen de trabajo es de aproximadamente 170[°C], la temperatura inicial interior es de 15[°C] y que la temperatura final del horno es de 200[°C], el tiempo necesario para que las paredes alcancen la temperatura de trabajo será:

$$t = \frac{\ln\left(\frac{170 - 200}{15 - 200}\right)}{\frac{100 \times 57,6}{316,5 \times 468}} = 47[\text{min}] = 2820[\text{s}]$$

El calor que absorben las paredes para elevar su temperatura hasta el valor final, considerando que el tiempo de calentamiento del horno es de 47 minutos (2820 segundos), será de:

$$q_{\text{paredes}} = \frac{m_{\text{chapa}} \times C_{pAc1010} \times \Delta T}{t} = \frac{316,5[\text{kg}] \times 468 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \times \text{K}}\right] \times (473[\text{K}] - 288[\text{K}])}{2820[\text{s}]}$$

$$q_{\text{paredes}} = 9,72[\text{kW}]$$

14.1.3. Calor necesario para calentar el aire de infiltración

Cada vez que las puertas del horno son abiertas, como así también por los intersticios de estas aberturas, ingresa aire a temperatura ambiente dentro del horno y este debe ser calentado, consumiendo calor del equipo. Se considera que ingresan 25 $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{hora}}\right]$ de aire a condiciones estándar. De la table A-15 del libro “Transferencia de calor y masa”, en la página 884, se obtienen los siguientes datos:

TABLA A-15

Propiedades del aire a la presión de 1 atm

Temp., T, °C	Densidad, ρ, kg/m ³	Calor específico, c _p , J/kg · K	Conductividad térmica, k, W/m · K	Difusividad térmica, α, m ² /s ²	Viscosidad dinámica, μ, kg/m · s	Viscosidad cinemática, ν, m ² /s	Número de Prandtl, Pr
10	1.246	1 006	0.02439	1.944 × 10 ⁻⁵	1.778 × 10 ⁻⁵	1.426 × 10 ⁻⁵	0.7336
15	1.225	1 007	0.02476	2.009 × 10 ⁻⁵	1.802 × 10 ⁻⁵	1.470 × 10 ⁻⁵	0.7323
20	1.204	1 007	0.02514	2.074 × 10 ⁻⁵	1.825 × 10 ⁻⁵	1.516 × 10 ⁻⁵	0.7309
25	1.184	1 007	0.02551	2.141 × 10 ⁻⁵	1.849 × 10 ⁻⁵	1.562 × 10 ⁻⁵	0.7296

$$m_{\text{infiltraciones}} = 1,225 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right] \times 25 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{hora}}\right] = 30,625 \left[\frac{\text{kg}}{\text{hora}}\right]$$

$$q_{infiltraciones} = m_{infiltraciones} \times C_{p15^{\circ}C} \times \Delta T$$

$$q_{infiltraciones} = 30,625 \left[\frac{kg}{hora} \right] \times 1,007 \left[\frac{kJ}{kg \times K} \right] \times (473[K] - 288[K])$$

$$q_{infiltraciones} = \frac{5705,2 \left[\frac{kJ}{hora} \right]}{3600[s]} = 1,58[kW]$$

14.1.4. Calor necesario para calentar el aire interno de la cámara del horno

Para calentar el aire interno del horno y llevarlo a la temperatura de curado de la pintura, es necesario determinar los siguientes parámetros:

$$V_{horno} = 1,2[m] \times 3[m] \times 6[m] = 21,6[m^3]$$

Sabiendo que la temperatura inicial promedio del aire dentro de la cámara es de 15[°C] y que su densidad a esa temperatura es de 1,225 $\left[\frac{kg}{m^3} \right]$, la masa de aire a calentar será:

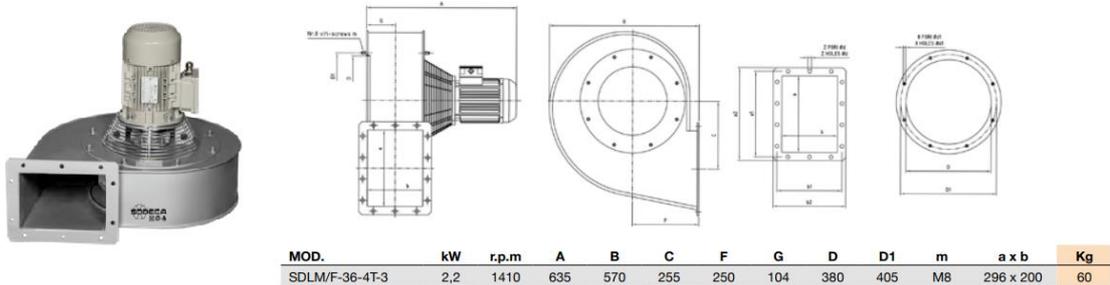
$$m_{aire} = 21,6[m^3] \times 1,225 \left[\frac{kg}{m^3} \right] = 26,46[kg]$$

Para determinar el calor requerido para calentar esta masa de aire circulante, es necesario fijar el nivel de circulación del mismo dentro de la cámara del horno. Estableciendo que el volumen completo del aire pasará a través del intercambiador de calor una vez por minuto, tendremos un caudal igual a:

$$Caudal = \frac{21,6[m^3]}{60[s]} = 0,36 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Con el dato del caudal de aire a circular, se selecciona el ventilador industrial específico para este tipo de instalaciones en donde el aire a impulsar se encuentra a temperaturas elevadas. De la marca SODECA se selecciona el ventilador de la línea especialmente diseñados para hornos de tratamientos de superficies con una temperatura máxima de

300[°C] y un caudal de $0,37 \left[\frac{m^3}{s} \right]$. Del tipo de salida de aire horizontal, se selecciona el modelo SDLM/F-36-4T-3, el cual posee las siguientes características:



MOD.	kW	r.p.m	A	B	C	F	G	D	D1	m	a x b	Kg
SDLM/F-36-4T-3	2,2	1410	635	570	255	250	104	380	405	M8	296 x 200	60

BOCA DE IMPULSIÓN

MOD.	a x b	a1	b1	a2	b2	Z	d	d1
SDLM/F-36-4T-3	299 x 205	325	230	349	255	14	12	10

Características

MOD.	kW	r.p.m	dB/A	CAPACIDAD (m³/s)											
				0,12	0,13	0,15	0,17	0,18	0,2	0,23	0,27	0,3	0,33	0,37	0,42
				PRESIÓN TOTAL (mmH₂O)											
SDLM/F-36-4T-3	2,2	1410	61												
				71 71 72 74 75 75 76 77											

El ventilador forzador tendrá en su boca de aspiración un sistema colector de admisión en donde se reunirán los gases calientes que ya fueron utilizados en el horno y que ahora se encuentran en su parte superior. Este colector será construido con tubos de acero comercial que se conectarán trayendo el aire caliente en desuso del horno.

El volumen del intercambiador se establece en $V_{intercambiador} = 0,5[m^3]$

La masa de aire dentro del intercambiador que deberá ser calentado será:

$$m_{airecaliente} = 0,5[m^3] \times 1,225 \left[\frac{kg}{m^3} \right] = 0,6125[kg]$$

El calor necesario a aportar para calentar el aire en el intercambiador será:

$$q_{aire} = 0,6125[kg] \times 1,007 \left[\frac{kJ}{kg \times K} \right] \times (473[K] - 288[K])$$

$$q_{aire} = 114,1[kJ]$$

Al poseer un forzador de $0,37[m^3/s]$ y se sabe que el horno tiene $21,6[m^3]$, entonces se necesitan aproximadamente $\frac{21,6[m^3]}{0,37 \left[\frac{m^3}{s} \right]} = 58,38[s]$ para que circule todo el volumen de aire del

horno por la cámara. Entonces, la razón de transferencia de calor necesaria para que el aire en el horno de curado entre en régimen es:

$$q_{aire} = \frac{114,1[kJ]}{58,38[s]} = 1,95[kW]$$

14.1.5. Calor necesario para mantener a temperatura el aire

El ventilador captará el aire caliente que ya fue utilizado y que se encuentra en la parte superior del horno a una temperatura aproximada de 160[°C] y lo impulsara hacia el intercambiador de calor, el cual debe reestablecer su temperatura a los 200[°C]. Para ello es necesario aportar calor al aire.

La masa de aire dentro del intercambiador que deberá ser calentado será:

$$m_{airecaliente} = V_{intercambiador} \times \delta_{aire160[°C]}$$

$$m_{airecaliente} = 0,5[m^3] \times 0,8148 \left[\frac{kg}{m^3} \right] = 0,4074[kg]$$

El calor necesario será:

$$q_{airecaliente} = m_{aire} \times C_{paire160[°C]} \times \Delta T$$

$$q_{airecaliente} = 0,4074 \times 1,016 \left[\frac{kJ}{kg \times K} \right] \times (473[K] \times 433[k])$$

$$q_{airecaliente} = 16,56[kJ]$$

Como esta masa de aire atraviesa el intercambiador en 58,38[s], la razón de transferencia de calor será:

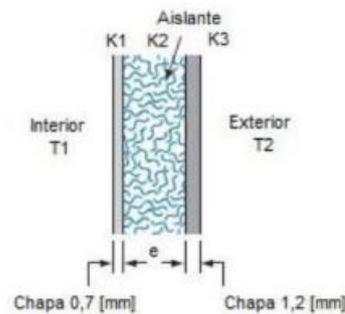
$$q_{airecaliente} = \frac{16,56[kJ]}{58,38[s]} = 0,28[kW]$$

14.2. Determinación del espesor del aislante térmico de las paredes del horno

Para el cálculo de espesores se utiliza un modelo equivalente de resistencias eléctricas en un proceso de transferencia de calor donde se representa que la razón de transferencia de calor entre dos puntos de estudio que están sometidos a distintas temperaturas es el salto térmico sobre la sumatoria de resistencias equivalente entre esos puntos.

$$q_{i-j} = \frac{(T_i - T_\infty)}{\sum R_{i-j}}$$

En caso del horno tendremos convección forzada en el interior del horno, conducción a través de la placa delgada de acero, del aislante y la placa gruesa de acero, y por último habrá convección al aire libre en el exterior del horno. Se considerará dos tipos de chapas o placas de acero, una para el interior y otra para el exterior del horno como se muestra en la siguiente figura:



Habiendo mencionado las distintas transferencias de calor que tendremos en el horno podemos obtener la sumatoria de resistencias:

$$R_{total} = \sum_{i-j} R_i = \frac{1}{h_{int.} * A} + \frac{e_{int.}}{k_{int.} * A} + \frac{e_{aisl.}}{k_{aisl.} * A} + \frac{e_{ext.}}{k_{ext.} * A} + \frac{1}{h_{ext.} * A}$$

Los datos que tenemos son:

$A =$ Area de transferencia de calor

$h_{int} =$ Coeficiente de convección forzada en el interior del horno

K_{int} = Conductividad termica de la pared interior del horno

k_{aisl} = Conductividad termica del aislante

k_{ext} = Conductividad termica de la pared exterior del horno

h_{ext} = Coeficiente de conveccion forzada en el exterior del horno

e_{int} = Espesor de la placa interior (delgada) de acero

e_{aisl} = Espesor del aislante e_{ext} = Espesor de la placa (gruesa) de acero

- Pared lateral del horno de 6[m] × 3[m]

Las paredes en esta etapa estarán sometidas en su cara exterior a la convección al aire libre por lo tanto se adopta el siguiente coeficiente y se tienen los siguientes datos:

$$h = 7 \left[\frac{W}{m^2 \times K} \right]$$

$$A = 18[m^2]$$

$$T_{\infty} = 200[^\circ C] = 473[K]$$

$$T_{amb} = 15[^\circ C] = 288[K]$$

$$T_{paredext} = 30[^\circ C] = 303[K]$$

Considerando que se colocará lana mineral de roca como aislante entre las paredes, su conductividad térmica es:

$$K_{aisl} = 0,036 \left[\frac{W}{m \times K} \right]$$

Al considera que la temperatura exterior o ambiente y de la chapa son de 15[°C] y de 30[°C] respectivamente, podremos obtener la razón de transferencia de calor que se pierde hacia el exterior por esta pared:

$$q_{extpared} = h_{ext} \times A \times (T_{paredext} - T_{amb})$$

$$q_{extpared} = 7 \left[\frac{W}{m^2 \times K} \right] \times 18[m^2] \times (303[k] - 288[K]) = 1890[W]$$

Conociendo el valor de la razón de transferencia de calor se puede determinar el espesor del aislante:

$$e = \frac{(T_{\infty} - T_{amb}) \times K_{aisl} \times A}{q_{extpared}} = \frac{(473[k] - 288[K]) \times 0,036 \left[\frac{W}{m \times K} \right] \times 18[m^2]}{1890[w]}$$

$$e = 63,43[mm]$$

Del fabricante de lana mineral de roca TERMOLANA se selecciona para utilizar un fieltro de lana sin revestimiento de 10[m] × 1,2[m] en un espesor de 50[mm]. Si bien el espesor adoptado es menor que el obtenido en el cálculo, por recomendación del fabricante y por consideraciones de experiencia y costos económicos, se adopta este espesor.



NORMA ASTM C592- CLASE I : COLCHONETAS :

TEMP. CARA CALIENTE	ESPESOR
100°C	1"
200°C	2"
300°C	3"
400°C	4"
500°C	5"
600°C	6"

Debido a que el cálculo es el mismo para el techo y la entrada y salida del horno y, considerando que sus áreas son menores a las de la pared anterior, como así también que la construcción de los paneles será la misma para todo el horno, se adopta este espesor de aislante para todo el horno.

14.3. Pérdidas de calor a través de las paredes del horno

- Pérdidas de calor a través de las paredes laterales
- Pérdidas de calor a través del techo
- Pérdidas de calor a través de la entrada y la salida

- Pérdidas de calor a través de las paredes laterales

Para calcular las pérdidas de calor en las paredes tendremos los siguientes datos:

Coeficiente de transferencia de calor por aire libre: $h_{ext} = 7 \left[\frac{W}{m^2 \times K} \right]$

Área de una pared: $A = 6[m] \times 3[m] = 18[m^2]$

Temperaturas: $T_{\infty} = \text{temperatura en el horno para el curado} = 200[^\circ C] = 473[K]$

$T_{amb} = \text{temperatura ambiente} = 15[^\circ C] = 288[K]$

$T_{pared} = \text{temperatura en la pared exterior} = 30[^\circ C] = 303[K]$

Coeficiente de transferencia de calor por convección forzada: $h = 100 \left[\frac{W}{m^2 \times K} \right]$

Coeficiente de conductividad térmica de la lana mineral de roca: $K_{aisl} = 0,036 \left[\frac{W}{m \times K} \right]$

Coeficiente de conductividad térmica del acero: $K_{acero} = 50 \left[\frac{W}{m \times K} \right]$

Espesor de la lana de vidrio: $e_{aisl} = 50[mm] = 0,05[m]$

Espesor de la placa exterior de acero: $e_{acero} = 1,2[mm] = 0,0012[m]$

La razón de transferencia de calor a través de las paredes:

$$q_{paredes} = h_{ext} \times A \times (T_{pared} - T_{amb})$$

$$q_{paredes} = 7 \left[\frac{W}{m^2 \times K} \right] \times 18[m^2] \times (303[K] - 288[K]) = 1890[W]$$

Para verificar que la temperatura en la pared del horno de curado es la prevista ($T_{pared} = 30[^\circ C] = 303[K]$) se hace el siguiente cálculo:

$$T_{pared} = T_{\infty} - \frac{q_{paredes}}{A} \times \left(\frac{1}{h} + \frac{e_{acero}}{K_{acero}} + \frac{e_{aisl}}{K_{aisl}} + \frac{1}{h_{ext}} \right)$$

$$T_{pared} = 473[k] - \frac{1890[W]}{18[m^2]} \times \left(\frac{1}{100 \left[\frac{W}{m^2 \times K} \right]} + \frac{0,0012[m]}{50 \left[\frac{W}{m \times K} \right]} + \frac{0,05[m]}{0,036 \left[\frac{W}{m \times K} \right]} + \frac{1}{7 \left[\frac{W}{m^2 \times K} \right]} \right)$$

$$T_{pared} = 311,11[K] = 38[^\circ C]$$

Se puede ver que es un valor mayor al valor que se considera de $T_{pared} = 30[^\circ C]$ pero no presenta una discrepancia que genere inconvenientes en los cálculos realizados ni en la selección de los elementos hasta el momento.

Finalmente, el calor total perdido en ambas paredes laterales será:

$$q_{paredes} = 1890[W] \times 2 = 3,8[kW]$$

- Pérdidas de calor a través del piso y el techo

$$q_{piso/techo} = h_{ext} \times A \times (T_{pared} - T_{amb})$$

$$q_{piso/techo} = \left(7 \left[\frac{W}{m^2 \times K} \right] \right) \times 7,2[m^2] \times (303[K] - 288[K]) \times 2 = 1,51[kW]$$

- Pérdidas de calor a través de la puerta y la salida

$$q_{puerta/salida} = h_{ext} \times A \times (T_{pared} - T_{amb})$$

$$q_{puerta/salida} = \left(7 \left[\frac{W}{m^2 \times K} \right] \right) \times 3,6[m^2] \times (303[K] - 288[K]) \times 2 = 0,76[kW]$$

Finalmente, el calor que deberá ser aportado para suplir las pérdidas de calor a través de todas las paredes del horno debido a la convección con el aire exterior será:

$$q_{ext} = q_{paredes} + q_{piso/techo} + q_{puerta/salida}$$

$$q_{ext} = 3,8[kW] + 1,51[kW] + 0,76[kW] = 6,07[kW]$$

14.4. Cargas térmicas totales en el horno de curado de pintura

Con los cálculos realizados anteriormente podemos obtener la carga térmica total a fin de poder seleccionar el quemador correcto para el horno que se quiere diseñar. Los datos son:

Q_{curado} = Razón de transf. de calor total para el horno de curado

$q_{productos}$ = Razón de transf. de calor necesaria para calentar los productos y el sist. de transp.

$q_{paredes}$ = Razón de transf. de calor necesaria para calentar las paredes del horno

$q_{infiltraciones}$ = Razón de transf. de calor necesaria para calentar el aire de infiltraciones

q_{aire} = Razón de transf. de calor necesaria para que aire del horno llegue a la temp. de régimen

$q_{airecaliente}$ = Razón de transf. de calor necesaria para mantener el aire del horno a temp. de régimen

q_{ext} = Razón de transf. de calor necesario para suplir las pérdidas en las paredes del horno

$$Q_{curado} = q_{productos} + q_{paredes} + q_{infiltraciones} + q_{aire} + q_{airecaliente} + q_{ext}$$

$$Q_{curado} = 4,33[kW] + 9,72[kW] + 1,58[kW] + 1,95[kW] + 0,28[kW] + 6,07[kW]$$

$$Q_{curado} = 23,93[kW] \cong 24[kW]$$

Cambiando las unidades de este resultado, se tiene:

$$Q_{curado} = 24[kW] = 20636,29 \left[\frac{kcal}{hora} \right]$$

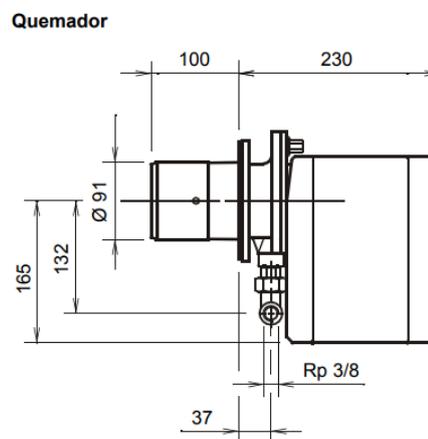
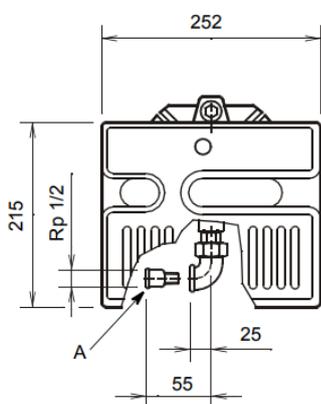
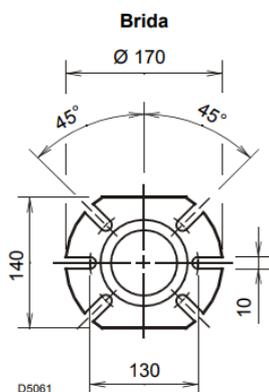
$$Q_{curado} \cong 20700 \left[\frac{kcal}{hora} \right]$$

14.5. Quemador de gas

Con el valor calculado anteriormente de la cantidad de calor necesario para el curado de la pintura se podrá adoptar el quemador de gas de modo tal que se cumpla con los requerimientos caloríficos previstos y que a su vez los superen, debido a cualquier otra pérdida

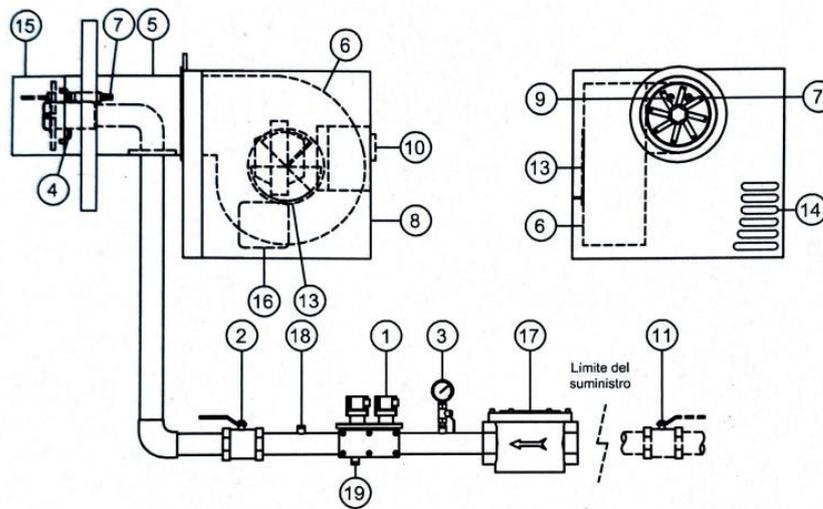
fortuita que pueda ocurrir y, a su vez, contemplar las posibles discrepancias entre los valores calculados y los reales, motivo por el cual se selecciona un quemador de capacidad mayor a la calculada.

Del fabricante RIELLO se selecciona el quemador monotobera a gas modelo RIELLO 40 FS3, el cual posee una alimentación de 220[V] 50[Hz] y una potencia térmica nominal mínima y máxima de 11 y 35 [kW] respectivamente, por lo cual se ajusta a los requerimientos necesarios de nuestro horno y nos permite tener un margen para contemplar las pérdidas que no fueron tenidas en cuenta y demás motivos que fueron mencionados anteriormente. Del catálogo del fabricante, se extraen la siguiente información del quemador:



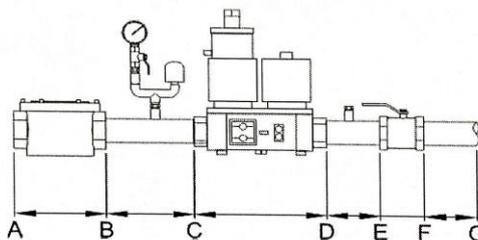
4.4 Datos técnicos

Modelo			RIELLO 40 FS3
Tipo			565 M
Potencia térmica (Hi) ₁	mín - máx	kW kcal/h	11 ÷ 35 9.500 ÷ 30.000
Combustible		Familia 2	Pci 8 ÷ 12 kWh/m ³ – 7.000 ÷ 10.340 kcal/m ³
Funcionamiento			Intermitente (FS1)
Empleo			Calderas: con agua o aceite diatérmico
Temperatura ambiente		°C	0 - 50
Temperatura aire comburente		°C máx	60
Alimentación eléctrica			1/230V/50Hz
Motor ventilador		rpm - rad/s V - Hz W A	2800 - 294 230 - 50 90 0,75
Transformador de encendido			Principal 230V – Secundario 18 kV / 11 mA
Condensador		µF	2
Potencia eléctrica absorbida		kW	0,15
Grado de protección			IP40
Peso		kg	11
Nivel sonoro ⁽²⁾	Presión sonora	dB(A)	53,8
	Potencia sonora		



19	1	Toma para prueba de hermeticidad	3,2	Aluminio	0,2 kg/cm ²	Jefferson
18	1	Toma para prueba de hermeticidad	3,2	Bronce	2 kg/cm ²	EQA
17	1	Filtro (40µm)	13	Aluminio	5 kg/cm ²	Helmont
16	1	Presostato de aire	---	Varios	0,5 kg/cm ²	Dungs
15	1	Tobera	---	Inoxidable	---	Riello
14	1	Toma de aire	---	Hierro	---	Riello
13	1	Registro de aire	---	Hierro	---	Riello
12	1	Control límite (opcional) (no provisto)	---	---	---	---
11	1	Válvula gral. corte de gas (no provista)	---	---	---	---
10	1	Control electrónico de llama mod. TGRD61	---	Varios	---	Brahma
9	1	Bujía de encendido alta tensión	---	Kanthal	---	Riello
8	1	Carcasa protectora	---	Hierro	---	Riello
7	1	Electrodo detector de llama a ionización	---	Kanthal	---	Riello
6	1	Ventilador centrífugo 0,09 kW (2 m ³ /min)	---	Varios	---	Riello
5	1	Quemador monotobera	---	Hierro	---	Riello
4	1	Difusor de quemador	---	Inox. - Hierro	---	Riello
3	1	Manómetro con esférica	---	Varios	0,06 kg/cm ²	EQA
2	1	Válvula esférica de bloqueo de gas	13	Latón	25 kg/cm ²	Klinger
1	1	Válvula a solenoide (doble) mod. 3030D	13	Aluminio	0,2 kg/cm ²	Jefferson
Pos.	Cant.	Denominación	Diam. [mm]	Material	Presión max. trabajo	Fabricante

Esquema del manifold



Tiempo de apertura de válvula solenoide: 1 seg.
 Tiempo de cierre de válvula solenoide: 1 seg.

Tramo	Caudal	Longitud (m.)		P1 mBar	P2 mBar	P1 - P2 mBar	Diámetro		Unión	Elemento
		real	calc.				Calc.	Adop.		
A-B	4			18,00	17,20	0,80	13	13	Rosc.	Filtro
B-C	4	0,1		17,20	17,15	0,05	13	13	Rosc.	
C-D	4			17,15	15,75	1,40	13	13	Rosc.	Válvula Solenoide
D-E	4	0,1		15,75	15,69	0,05	13	13	Rosc.	
E-F	4		1,3	15,69	14,99	0,70	13	13	Rosc.	Válvula Esférica
F-G	4	0,1		14,99	14,94	0,05	13	13	Rosc.	

14.6. Cálculo del intercambiador de calor

En el intercambiador de calor es donde se produce la elevación de la temperatura del aire interior de la cámara del horno captado y forzado por el ventilador hasta el valor de curado de la pintura en polvo. Mediante el calor proporcionado por la llama del quemador de gas y los gases calientes provenientes de la combustión, se calienta toda la superficie interna del intercambiador, la cual a su vez transfiere este calor al aire limpio de la cámara que circula en sentido contrario entre ella y la superficie externa. A su vez, esta superficie externa se encuentra aislada del ambiente exterior por la misma lana de roca aislante de la pared exterior del horno. Por este motivo, el intercambiador será del tipo a contraflujo.

El material de la superficie de intercambio será acero inoxidable 304 con el objetivo de lograr una mayor resistencia a la corrosión y resistencia a las elevadas temperaturas. El espesor de la chapa de intercambio para la cual se calculará el área necesaria será de 1[mm].

Para el cálculo del intercambiador se tomará en cuenta el calor total necesario para que el horno entre en régimen de trabajo y se mantenga en él, es decir, el $Q_{curado} = 24[kW]$

Conductividad térmica del Acero Inoxidable 304:

$$K = 15 \left[\frac{W}{m \times K} \right]$$

Adoptando un coeficiente total global de transferencia de calor para este tipo de equipos:

$$U = 30 \left[\frac{W}{m^2 \times K} \right]$$

El área de la superficie de intercambio de calor será:

$$Q_{curado} = A \times U \times \Delta T_m$$

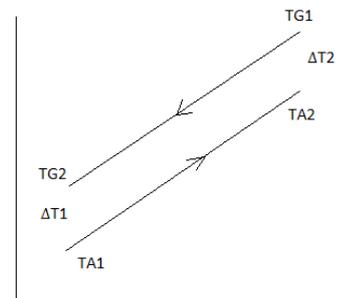
$$A = \frac{Q_{curado}}{U \times \Delta T_m}$$

Donde ΔT_m es la temperatura media logarítmica entre los fluidos del intercambiador

$$\Delta T_1 = T_{G1} - T_{A2}$$

$$\Delta T_2 = T_{G2} - T_{A1}$$

$$\Delta T_m = \frac{(\Delta T_2 - \Delta T_1)}{\ln \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)}$$



Asumiendo una temperatura de flama adiabática de $T_f = T_{G1} = 1173[K] = 900[°C]$, temperatura que se asume igual para los gases de combustión entrantes al intercambiador, la temperatura de los gases a la salida del intercambiador se puede determinar de la siguiente manera:

$$C_{pgas} = 12 \left[\frac{kW}{m^3 \times h} \right]$$

Del poder calorífico del gas natural se deduce que se necesita 1 $[m^3]$ de gas para producir 12[kW] de potencia térmica en 1[h]. A su vez, sabiendo que la relación de aire/gas para la combustión en el quemador es de 10:1 y que, a su vez se aporta un 30% de exceso de aire en la misma para mejorar la temperatura de combustión, se tiene:

$$1[m_{gas}^3] \rightarrow 12 \left[\frac{kW}{h} \right]$$

$$m_{gas} = 1[m_{gas}^3] \times 0,74 \left[\frac{kg}{m^3} \right] = 0,74[kg]$$

$$m_{aire} = 0,74[kg] \times 10 \times 1,3 = 9,62[kg]$$

$$m_t = m_{gas} + m_{aire} = 10,36[kg]$$

Se configura el control propio del quemador para que trabaje a una potencia térmica de 30[kW], potencia por encima de los 24[kW] necesarios, se logra cubrir las perdidas no contempladas en los cálculos y la diferencia de temperatura debido al espesor de aislante seleccionado para las paredes del mismo. Al configurar en este valor el quemador, se procede de la siguiente manera:

$$\frac{30[kW]}{12 \left[\frac{kW}{h} \right]} = 2,5 \left[\frac{1}{h} \right]$$

$$m_T = 10,36[kg] \times 2,5 \left[\frac{1}{h} \right] = 25,9 \left[\frac{kg}{h} \right] = 0,0072 \left[\frac{kg}{s} \right]$$

$$T_{gcomb} = T_{G2} = 1173[K] - \frac{24 \left[\frac{kJ}{s} \right]}{0,0072 \left[\frac{kg}{s} \right] \times 4,8 \left[\frac{kJ}{kg \times K} \right]}$$

$$T_{G2} = 478,56[K] = 205,6[°C]$$

Tomando de los cálculos previos la temperatura de ingreso del aire circulante de curado de la pintura dentro del horno $T_{A1} = 160[°C]$ y teniendo en cuenta que los mismos salen del intercambiador a la temperatura de curado $T_{A2} = 200[°C]$, finalmente el área de la superficie de intercambio será:

$$\Delta T_1 = 1173[K] - 473[K] = 700[K]$$

$$\Delta T_2 = 478,6[K] - 433[K] = 45,6[K]$$

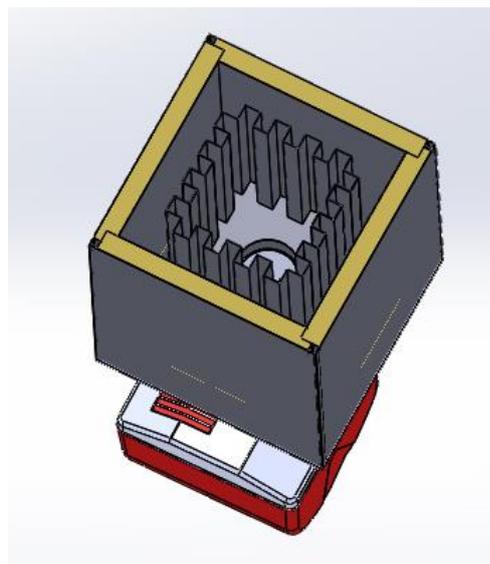
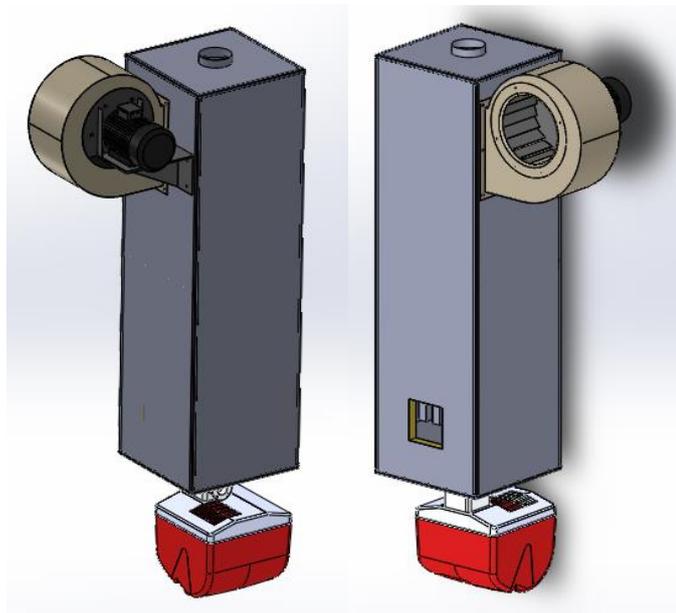
$$\Delta T_m = \frac{(45,6 - 700)}{\ln \left(\frac{45,6}{700} \right)} = 239,6[K]$$

$$A = \frac{Q_{curado}}{U \times \Delta T_m} = \frac{24000[W]}{30 \left[\frac{W}{m^2 \times K} \right] \times 239,6[K]} = 3,34[m^2]$$

En los cálculos de las etapas anteriores para la carga térmica total del horno, se estableció que el volumen del intercambiador para la circulación del aire caliente fijada es de:

$$V_{intercambiador} = 0,5[m^3]$$

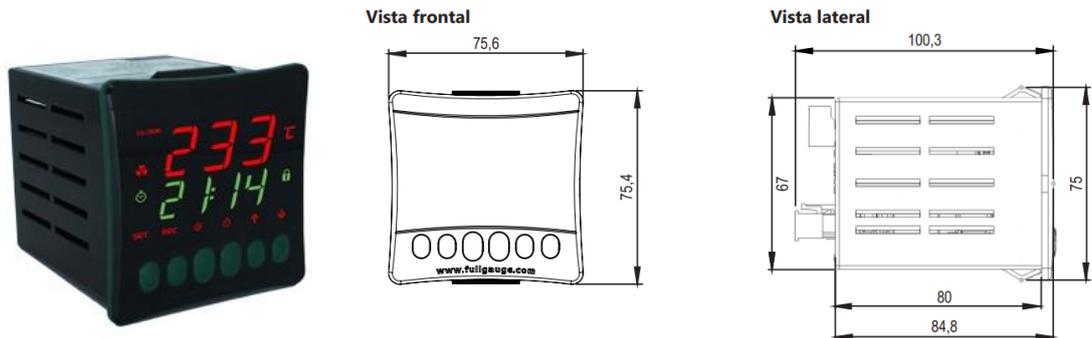
Respetando este valor, junto con el nuevo dato del área necesaria, se propone el siguiente diseño para el intercambiador del horno de curado.



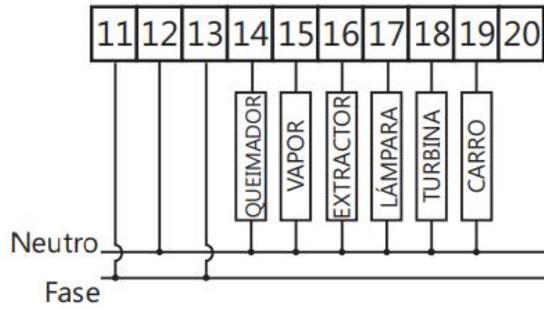
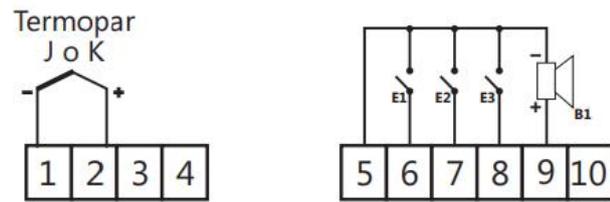
14.7. Control de temperatura del horno

Para el control de la temperatura interior del horno se selecciona un control digital de temperatura diseñado para tal fin, el cual posee control del quemador de gas, control de generación de vapor (en caso de ser necesario), extractor, iluminación interior, ventilador de recirculación de aire y accionamiento de sistema de movimiento o transporte. A su vez, este control posee entradas de señales de termocupla para sensar la temperatura interior del horno, micro llave de puerta de ingreso, micro llave de posición del sistema de movimiento o transporte, señal del quemador de gas y una salida para conectar un buzzer externo de aviso de finalización del tiempo seteado.

Del fabricante de controles digitales para hornos FULLGAUGE CONTROLS se selecciona el modelo TO-76IB, el cual permite controlar la temperatura y programar el tiempo deseado de curado, el cual al finalizar emitirá un sonido de finalización de proceso.



10.1.2 Horno: quemador a gas



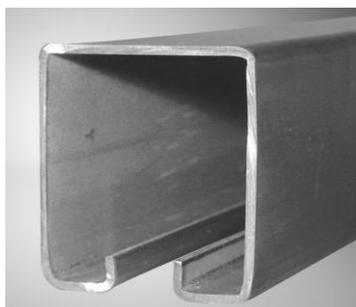
- E1:** Micro-llave de la puerta
- E2:** Micro-llave fin de curso del carro
- E3:** Señal del quemador
- B1:** Salida para buzzer externo

14.8. Sistema de transporte de los productos

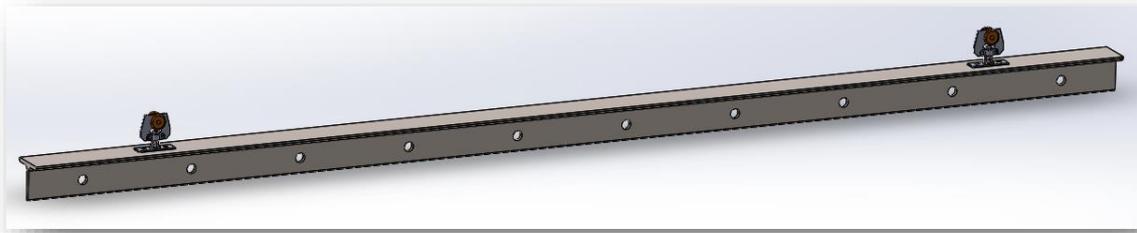
Para el sistema de transporte del horno se selecciona del fabricante DUCASSE INDUSTRIAL el carro roma modelo D-300 S, el cual posee rodamientos sellados que no requieren lubricación y bajo mantenimiento. Estos carros permiten soportar una carga de 150[kg] por par de carros y por su diseño permiten el desplazamiento plegable o giratorio. Se colorarán 3 unidades por percha de transporte de 3[m] de largo.



Como riel para el carro seleccionado, se selecciona del mismo fabricante el riel U-300, especialmente diseñado para tal carro. El mismo, se provee en largos de 3 y 6[m].



Para la confección de la percha de transporte de los productos entre el sector de limpieza, pasando por la cabina de pintado y finalmente por el horno de curado de pintura, se escoge un perfil T de 100x100 de 3[m], sobre el cual se realizarán perforaciones para colgar los productos a transportar y a su vez, sobre su ala horizontal, se soldarán los carros de desplazamiento.



14.9. Diseño del horno de curado de pintura en polvo

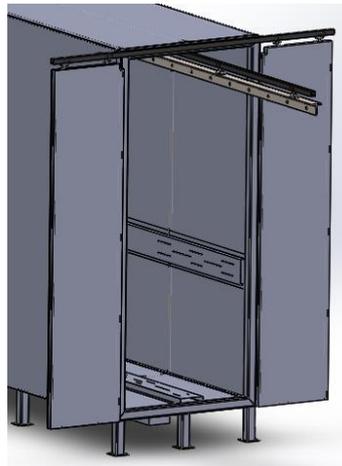
Para la confeccionar la estructura o bastidor del horno se decidió utilizar caños estructurales, de 80x80x1,6[mm] para las columnas principales, patas y travesaños del piso y techo y caños estructurales 50x50x1,6[mm] para reforzar la estructura y a su vez para sujetar las chapas tanto interiores como exteriores del horno junto con el aislante. La estructura tendrá así mismo, un caño 80x80,1x6[mm] en el eje longitudinal del horno que servirá para soldar el riel de transporte de los productos.



Imagen 51 - Detalle estructura Horno Curado

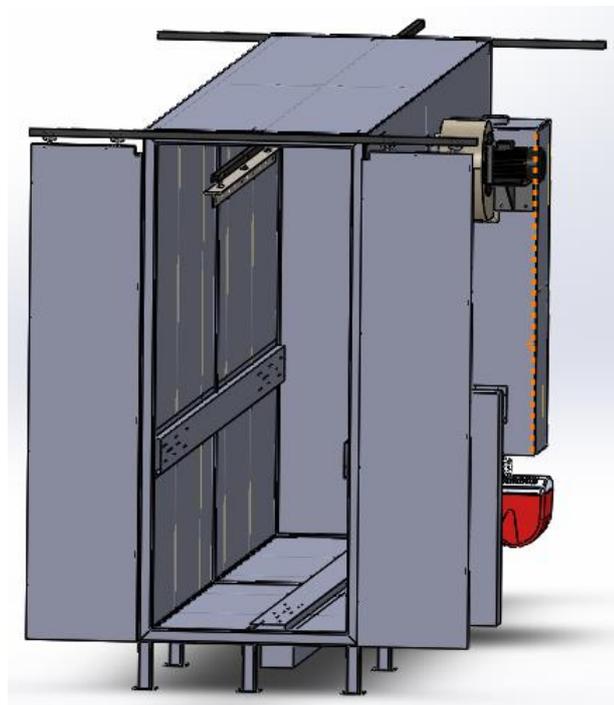
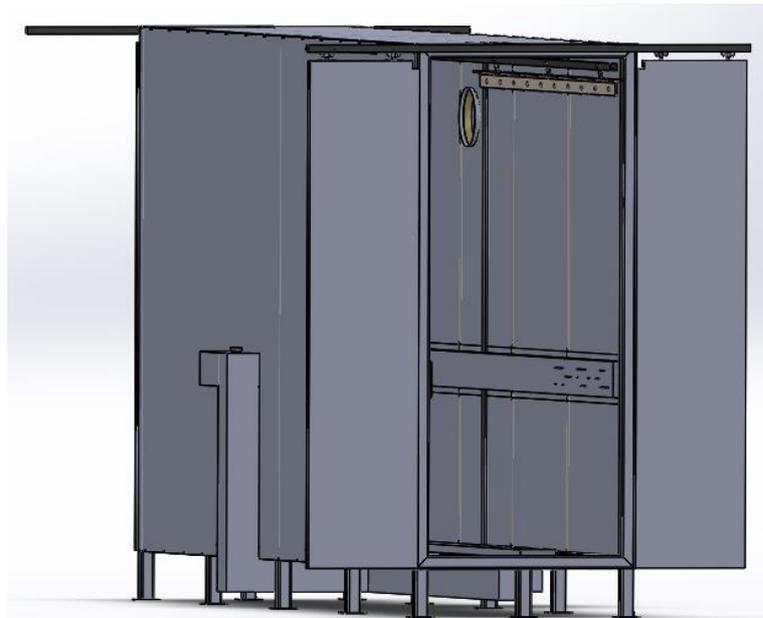
Como se describió en los apartados de cálculo, las paredes se constituyen de una chapa exterior de espesor 1,2[mm], una capa de lana mineral de roca como aislante térmico y una chapa interior de espesor 0,7[mm].

Para las puertas de entrada y salida de productos en el horno, el método de fabricación fue el mismo, utilizando caños estructurales de 50x50x1,6[mm] con el objetivo con contener el mismo espesor de aislante, se ensamblan un total de 4 puertas. Dos de ellas para la entrada y dos para la salida, siendo estas del tipo corredizas suspendidas mediante los mismos carros roma seleccionados para el sistema de transporte de los productos.

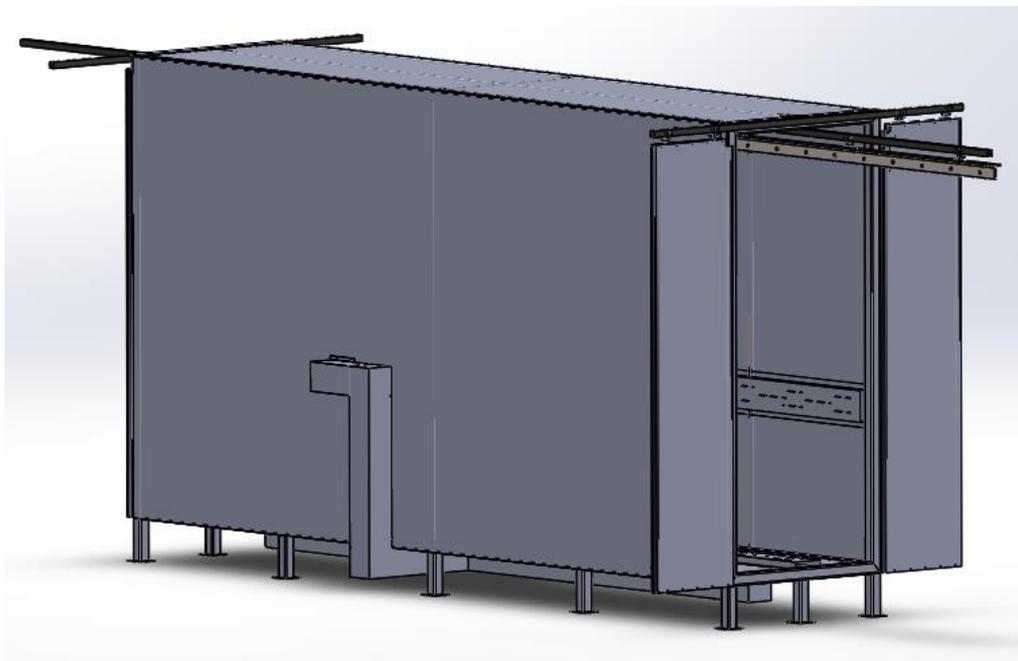
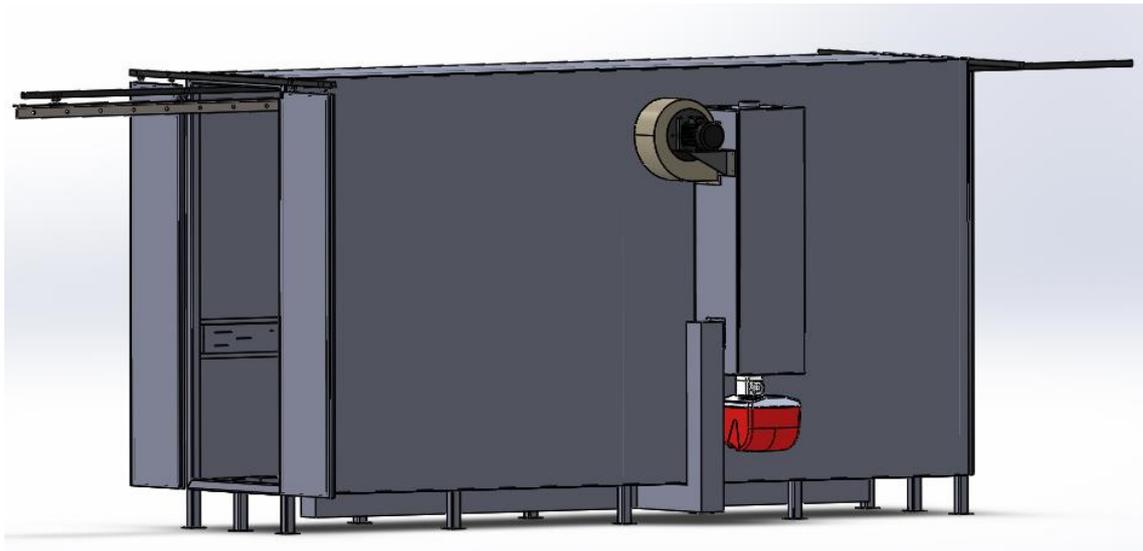


Con el objetivo de captar el aire interior del horno y forzarlo a circular por el interior del intercambiador de calor, se realizó un corte sobre la pared donde se instala este equipo del diámetro de la boca de aspiración del ventilador. A su vez, se decide fabricar una cañería de chapa de espesor 1,2[mm] de 200x200[mm] para comunicar la salida de aire caliente del intercambiador de calor con la cámara interna del horno.

Para que la distribución del ingreso del aire caliente sea la adecuada, se realizaron cuatro cortes de las mismas dimensiones que la cañería de transporte de aire, una en cada una de las paredes laterales y dos en el piso. Mediante deflectoras con aberturas, se logra que el aire ingrese desde diferentes puntos y que la temperatura y circulación del mismo sea homogénea dentro del horno, a la vez de que se evita un cortocircuito térmico del aire entre la boca de entrada y la de captación.



Finalmente, el diseño completo del horno se puede apreciar en las siguientes imágenes.



15. Cálculo y diseño de Mesa Basculante

La mesa basculante está destinada a ser el apoyo donde se realizarán los cortes a medida de las planchas de vidrio. Esta mesa tiene la característica de realizar un movimiento basculante en un pivote situado en la estructura de la mesa con el cual se logra colocar la tabla de manera casi vertical, aproximadamente a unos 85° con respecto al piso. Este movimiento ayuda a la colocación de la plancha de vidrio, para luego de manera suave, volver a su posición horizontal. El movimiento basculante es comandado por actuadores neumáticos de simple vástago y doble efecto, con amortiguamiento en los finales de carrera. Esto es así ya que se está realizando el manejo y transporte de un material muy frágil como lo es el vidrio, tratando de esta forma, evitar movimientos bruscos que sean propensos a una desestabilización de la mesa o el vuelco de la plancha de vidrio, con el consiguiente riesgo de accidente laboral que eso implica.

15.1. Cálculo de pistones neumáticos para el movimiento basculante

La mesa se compone de una estructura metálica formando un cuadro y cuatro perfiles que acompañan, para lograr rigidez y resistencia. A esta estructura se le coloca un cajón de madera MDF, revestida con un paño de tela facilitando el movimiento del vidrio por encima de esta. A su vez, el cajón está perforado en la parte superior para dejar pasar un flujo de aire, logrando pequeños empujes al vidrio depositado, para aumentar la facilidad de movimiento arriba de la mesa.

Diagrama de fuerzas

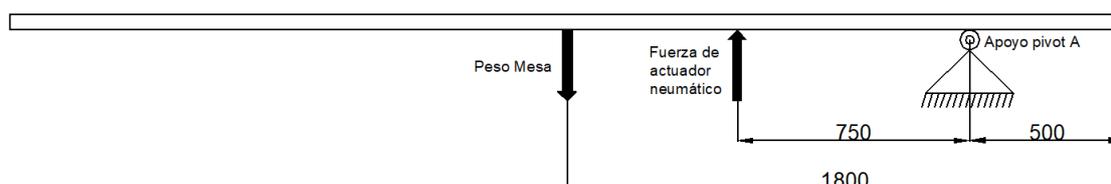


Imagen 52- Diagrama de fuerzas - mesa basculante

Para hallar el diámetro de los dos pistones que irán colocados para realizar el movimiento basculante, debemos encontrar la fuerza necesaria para vencer el levantamiento de la mesa.

$$Peso\ Mesa = 400\ [kg]$$

$$M_A = -300[kg] \times (180 - 50)[cm] + 2 \times F \times 75[cm] = 0$$

$$F = \frac{300[kg] \times (180 - 50)[cm]}{2 \times 75[cm]} = 260 \approx 300[kg]$$

Cada actuador deberá realizar una fuerza algo mayor que 260 [kg]. Lo situaremos en 300[kg]. A este valor le debemos sumar el peso de una plancha de vidrio de 90[kg], ya que, en el momento del descenso, la mesa está cargada.

Si tenemos en cuenta que la una buena práctica de trabajo es realizar las instalaciones con baja presión, entonces debemos aumentar el diámetro del pistón para lograr la misma fuerza, debido a la ecuación: $Fuerza = Presion \times \acute{A}rea$

$$300\ [kg] + 90[kg] = 4 \left[\frac{kg}{cm^2} \right] \times \frac{\pi \times D^2[cm^2]}{4}$$

$$D^2 = \frac{390[kg]}{\pi} [cm^2] \rightarrow D \approx 11.2[cm]$$

Teniendo en cuenta el resultado obtenido para una $P_1 \approx 4[bar] \approx 4 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$ se tiene que los actuadores seleccionados son de marca Festo, con un diámetro de pistón de 125[mm]. En cuento a la carrera, establecemos la selección según diseño, en 500[mm].

Por otra parte, un sistema que se coloca en la mesa basculante es la salida de unos topes para apoyar la plancha de vidrio cuando se le deposita de manera vertical en la mesa. Estos topes harán su trabajo de apoyo mientras la mesa se vuelca a su posición original.

Este sistema de topes es comandado por un par de actuadores neumáticos de simple vástago doble efecto, con el fin de esconderlos nuevamente una vez la mesa llega a su posición horizontal.

15.2. Diseño del circuito Neumático

Se dispone de dos válvulas direccionales biestables que manejarán los cilindros de basculación y de los topes de la plancha de vidrio. Ambas comandadas mecánicamente.

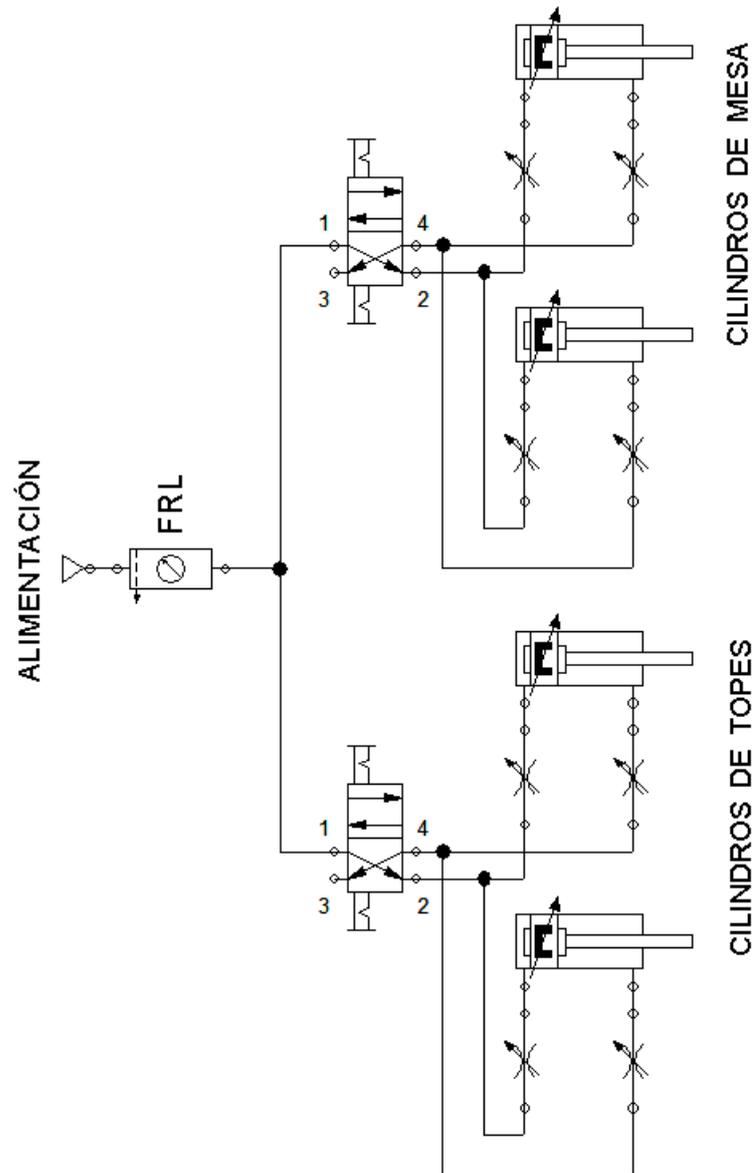
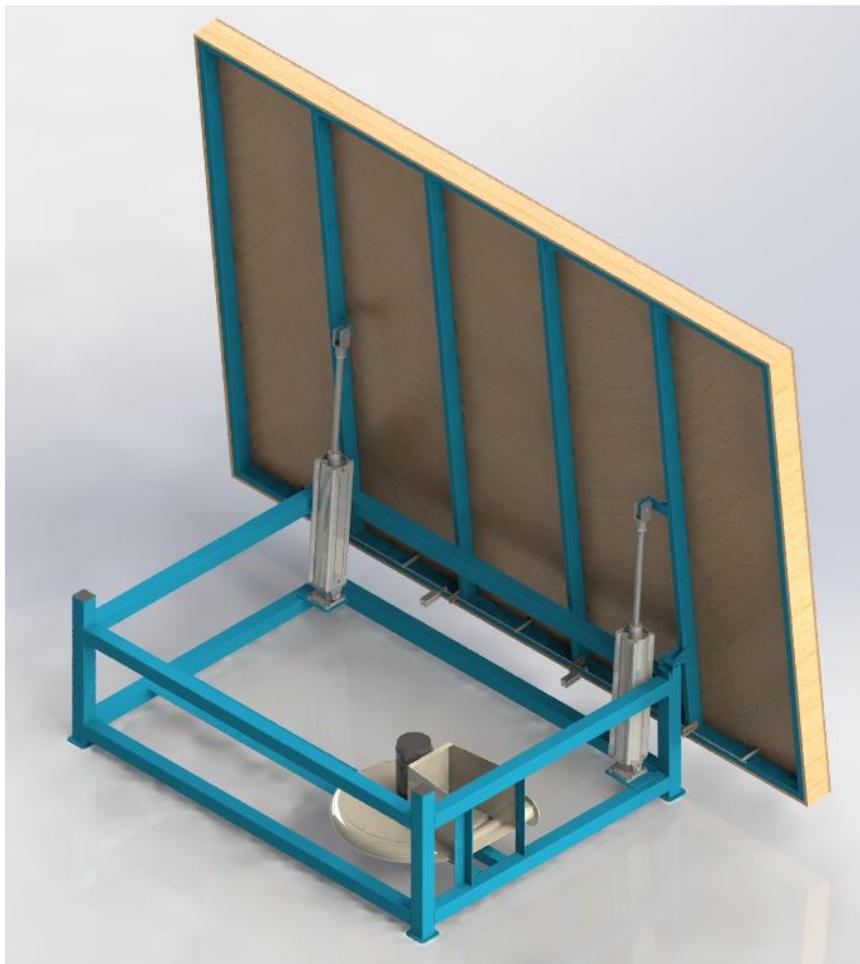
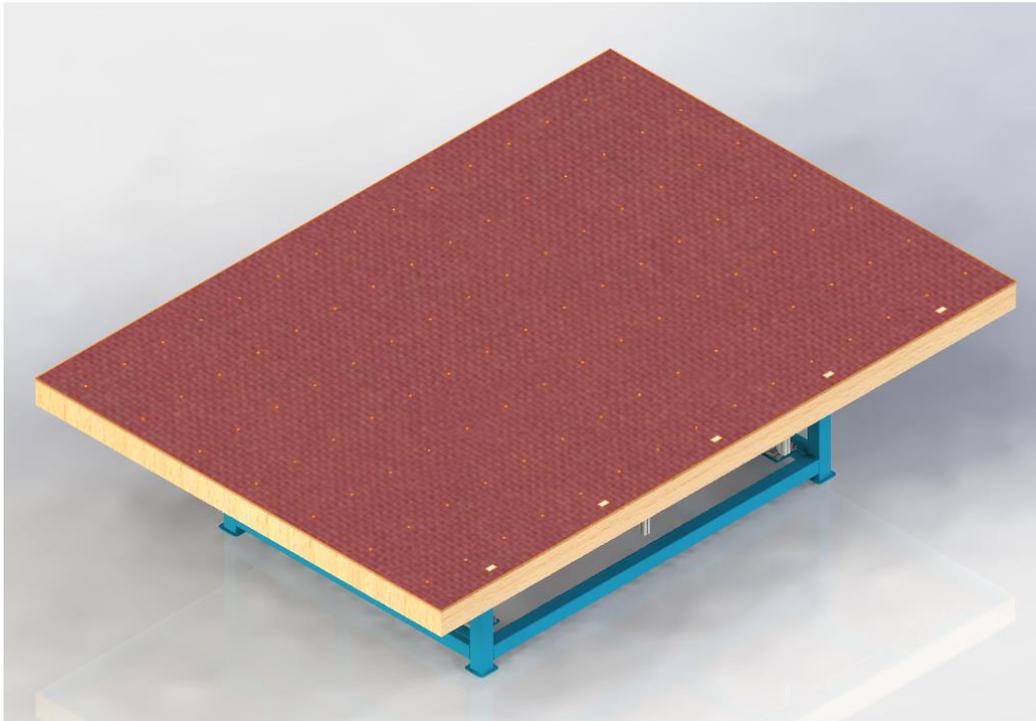
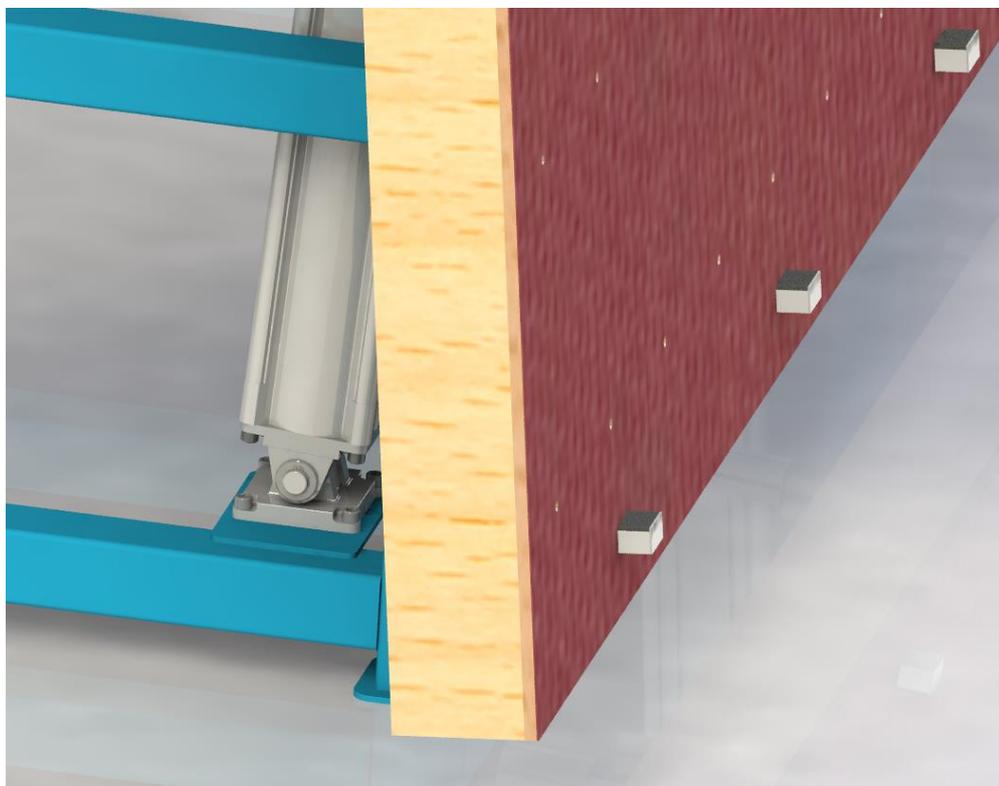
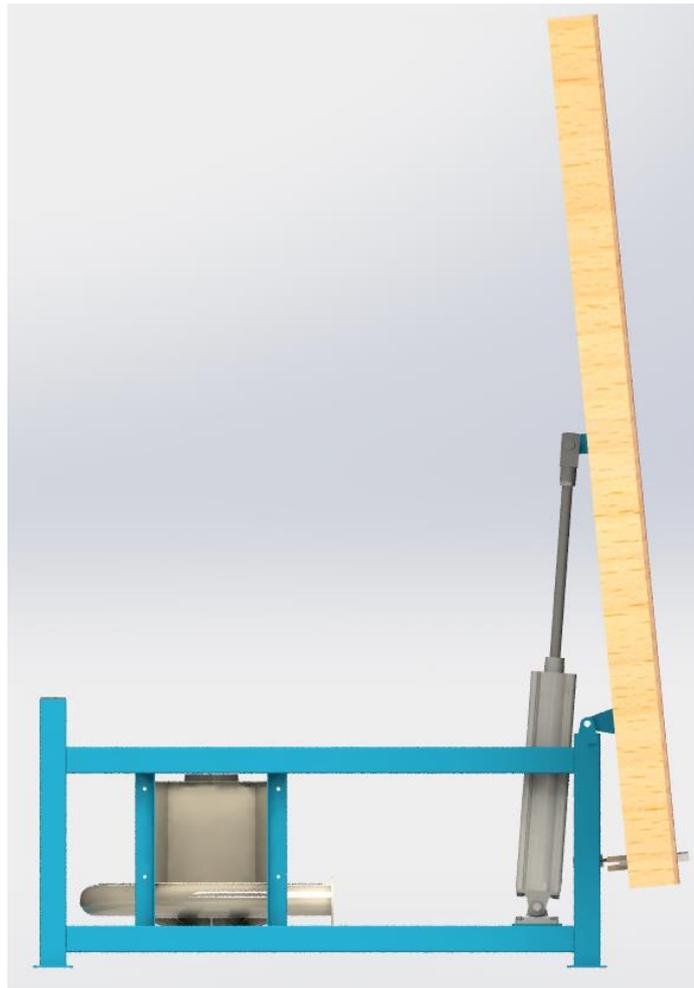


Imagen 53 - Circuito neumático - Mesa basculante

15.3. Diseño de la mesa basculante





16. Servicio de aire comprimido

La red de distribución de aire comprimido se diseña para alimentar a los equipos que requieran de su servicio para operar, otorgando una calidad y cantidad de aire, de determinada característica para cumplir con los requisitos de cada máquina.

El diseño de una red de aire comprimido busca minimizar las pérdidas de presión ocasionadas por los cambios de dirección y restricciones en las cañerías, evitando el traslado de condensaciones de humedad desde la red hasta los puntos de consumo, con puntos de extracción de humedad, y priorizando además la facilidad de mantenimiento.

Las pérdidas de presión para los puntos de consumo no deben superar el 5% del valor de la presión de trabajo. Estas pérdidas dependen fundamentalmente de la velocidad del aire en la tubería, que en todo caso debe estar entre 6 y 10[m/s] en la principal y entre 12 y 20[m/s] en las de servicio.

La velocidad de circulación del aire depende del caudal volumétrico del punto de consumo y del diámetro interno de la tubería. Esto se traduce a la siguiente ecuación de la continuidad:

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Volumen}[m^3]}{\text{Tiempo}[s]} \rightarrow Q = \frac{v}{t} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Caudal} \left[\frac{m^3}{s} \right]}{\text{Área}[m^2]} \rightarrow v = \frac{Q}{S} \left[\frac{m}{s} \right] = \frac{4 \times Q}{\pi \times D_i^2} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$\text{Sección calculada} \rightarrow D_i = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}} [m]$$

Existen dos tipos de configuraciones de diseño en el trazado de tuberías de aire comprimido:

- Final en línea muerta o Red Abierta
- Conducto principal en anillo o Red Cerrada

Red Abierta

Se dispone de una sola línea principal de la cual se desprenden las secundarias. La ventaja principal es su baja inversión inicial. Por otro lado, su desventaja radica en la imposibilidad de aislar circuitos para realizar mantenimientos, dejando sin servicio a toda el área aguas debajo del corte, provocando pérdidas en tiempos productivos.

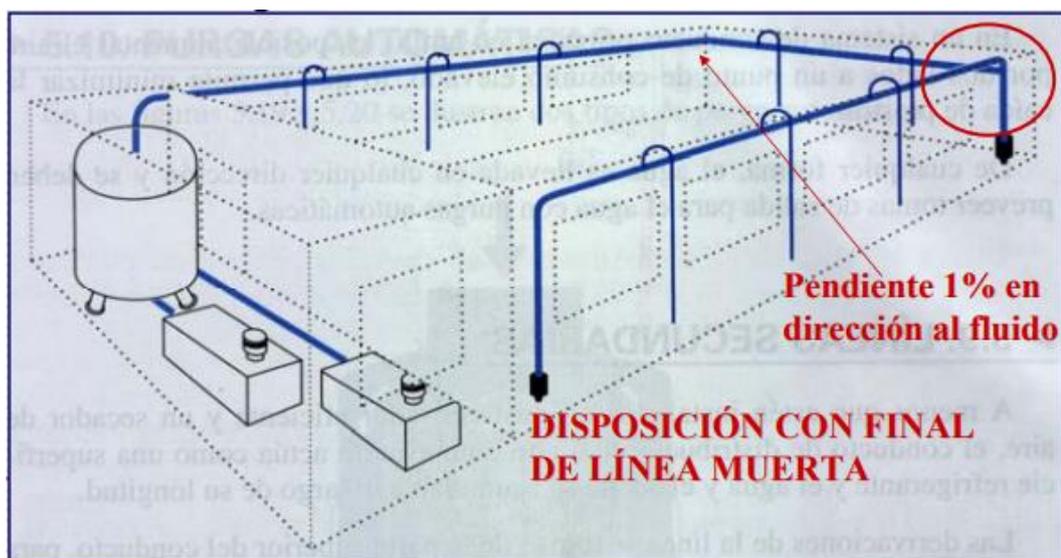
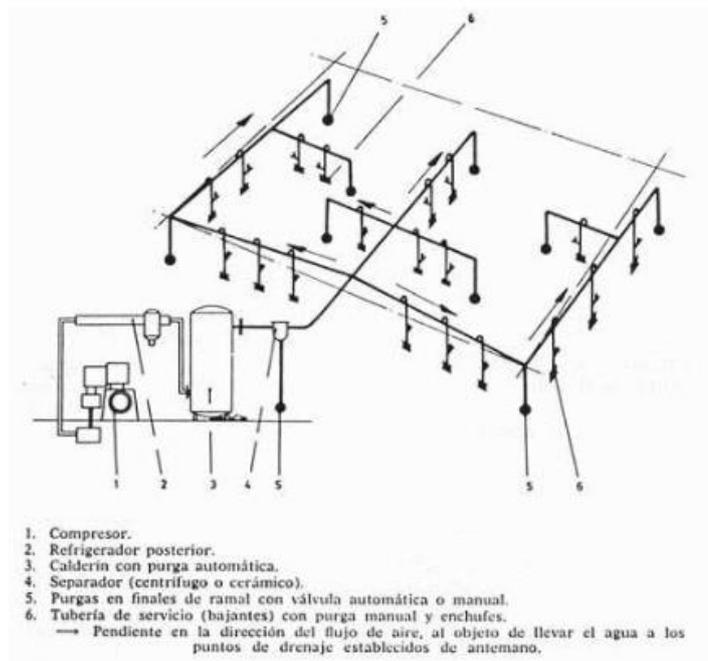


Imagen 54 - Diagrama circuito abierto - Red neumática

16.1. Red Cerrada

La configuración de la línea principal se asemeja a un anillo. Las derivaciones secundarias se ubican cercanas a los puntos de consumo. La ventaja principal radica en la utilidad al momento de realizar mantenimientos, logrando cortes de secciones sin deshabilitar el uso en otras áreas. La desventaja está en una inversión inicial mayor.

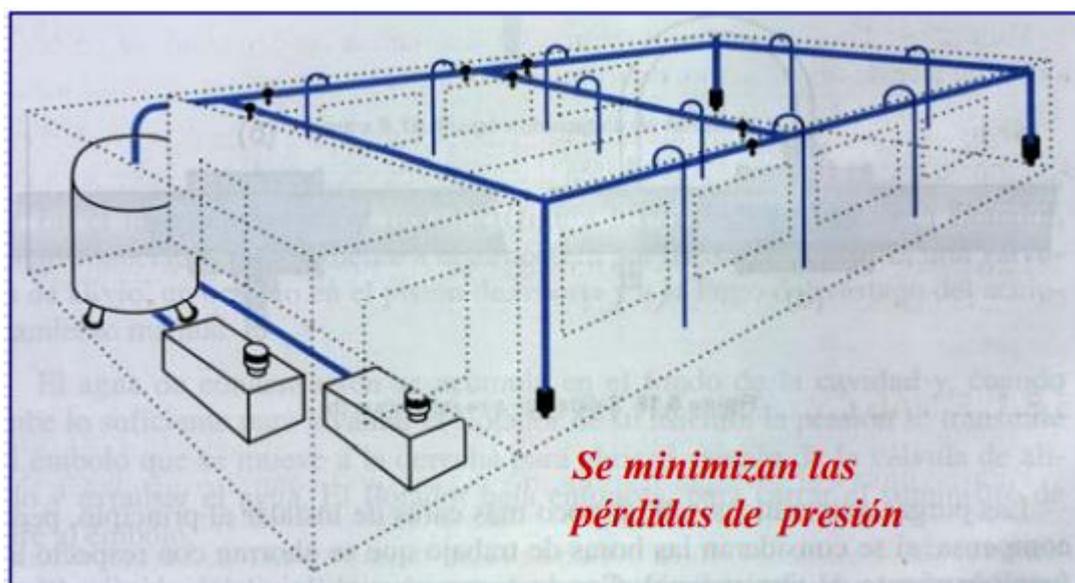
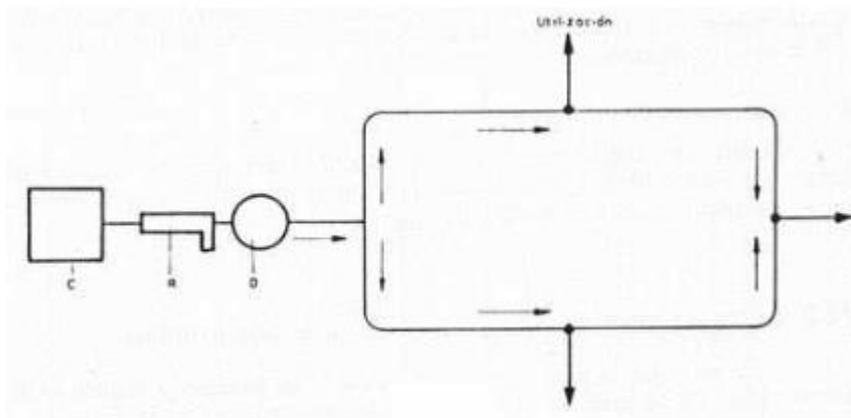


Imagen 55 - Diagrama circuito cerrado - Red neumática

16.2. Conjunto de componentes del grupo compresor

La calidad de aire en una red neumática debe cumplir con los requisitos dispuestos de los fabricantes de los equipos a instalar. Estas características están enunciadas en la Norma

ISO 8573-1:2010. La clase asociada establece valores admitidos en el servicio de aire comprimido.

Compresor – Filtro – Secador - Tanque Almacenamiento – Purga de agua

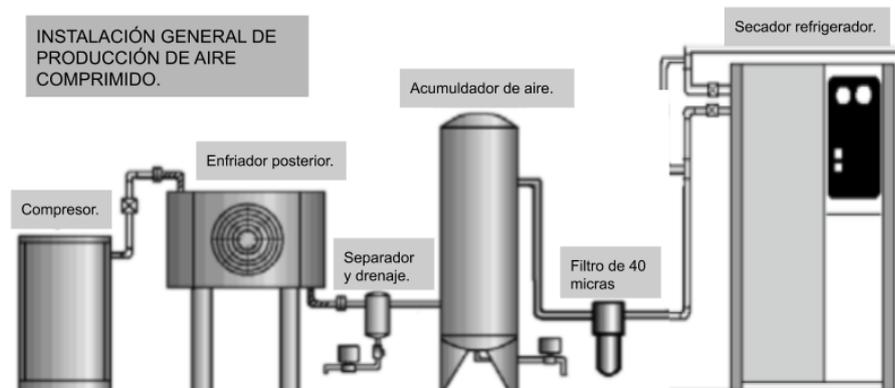


Tabla de consumos

Tabla 23 - Consumo de aire de los equipos

Componente	Consumo unitario [m ³ /min]	Cantidad	Consumo Total [m ³ /min]	Presion de trabajo [bar]
Cilindro D-125 C-500	0,08	2	0,16	4 ~ 6
Cilindro D-25 C-50	0,001	2	0,002	4 ~ 6
Equipo Plasma	0,3	1	0,3	6 ~ 7
Generador de Vacío [eyector]	0,013	10	0,13	-0,7
Pistola Pintura en polvo	0,2	1	0,2	4 ~ 7
Cilindro sujeción	0,1	2	0,2	3 ~ 4
Cilindro sujecion	0,1	2	0,2	3 ~ 4
Cilindro sujeción	0,1	2	0,2	3 ~ 4
Copiadora Fresadora	0,1	1	0,1	3 ~ 4
Sierra Basculante Acero	0,1	1	0,1	3 ~ 4
Otros	0,1	2	0,2	3 ~ 4

Consumo Parcial [m³/min]	-	1,79
Ampliaciones	20%	0,36
Consumo total [m³/min]		2,15
Consumo total [L/min]		2150,40

16.3. Selección del equipo compresor

Se realiza la selección de los componentes del grupo compresor, teniendo en cuenta lo expuesto con anterioridad. Para ello recurriremos a la marca Kaeser, la cual ofrece modelos de equipos integrados, compresor + secador + tanque almacenamiento.

Como notamos en la tabla de consumos y presiones, el modelo elegido debe cumplir no solamente con la capacidad del caudal sino también con la presión a la que trabaja el grupo compresor, con lo cual nos dirigimos al catálogo que ofrece la marca para realizar la selección.

Concluimos en adquirir un grupo central integrado, modelo AIRCENTER 25 SFC. El mismo posee las siguientes características técnicas.

Modelo	AIRCENTER 25 SFC	Potencia nominal de motor[kW]	15
Presión de servicio [bar]	10	Secador refrigerativo	ABT 25
Caudal de instalación [m ³ /min]	0,84~2,25	Cap. Tanque [L]	350
Presión máx. [bar]	11	Peso [kg]	604

Además, contiguo al grupo compresor, y con un conexionado en serie, se agrega otro pulmón de almacenamiento, para contemplar una exigencia de uso en caso de simultaneidad de trabajo.

Según la recomendación de Kaeser para la selección de tanque de almacenamiento, se tiene lo siguiente:

Parámetros de operación:

Ciclo de carga-descarga en compresores de hasta 25hp de potencia nominal: 72 ciclos/hora

$$VR = \frac{V_1 \times (DF - DF^2)}{(Z \times D_p)}$$

Donde:

VR : Volumen real del tanque en [m³]

V_1 : Flujo de aire del compresor en [m³/h]

V_2 : Volumen real del tanque en $[m^3/h]$

Z : Número de ciclos de carga – descarga permitidos por hora del compresor

D_p : Diferencial de presión de compresor $[bar]$

DF : $V_2/V_1 =$ factor de carga

Para el caso donde se desconoce la demanda de aire de la planta (V_2), el valor de factor de carga (DF) de 0.5 representa el caso crítico, lo que representa que la demanda de la planta es del 50% de la capacidad del compresor. Sin embargo, en base a la experiencia y como valor empírico, el valor de factor de carga (DF) se puede considerar de 0.5 para equipos de 3-25 hp, 0.79 para equipos de 30-100 hp, y 0.88 para equipos de 125-450 hp.

Con lo cual, el volumen real del tanque para este caso es:

$$VR = \frac{2,25 \left[\frac{m^3}{min} \right] \times \frac{60 [min]}{1 [h]} \times (0.5 - 0.5^2)}{72 \times 0.69} = 0.67 [m^3]$$

$$VR = 700 [L]$$

Considerando que el grupo compresor posee un tanque de 350 [L] de capacidad, se adhiere a él un tanque de 350 [L] para abarcar la demanda planteada.

16.4. Cálculo de diámetros de tubería

16.4.1. Cálculo del tramo principal

En primer lugar, se calcula el consumo de la tubería principal, y la longitud de ésta sin contar las longitudes equivalentes del cambio de dirección. Esto dará un diámetro de tubería primario que luego se recalcula con los accesorios. Se acepta una caída de presión de 5%.

Consumo tubería principal = $129 [m^3/h]$

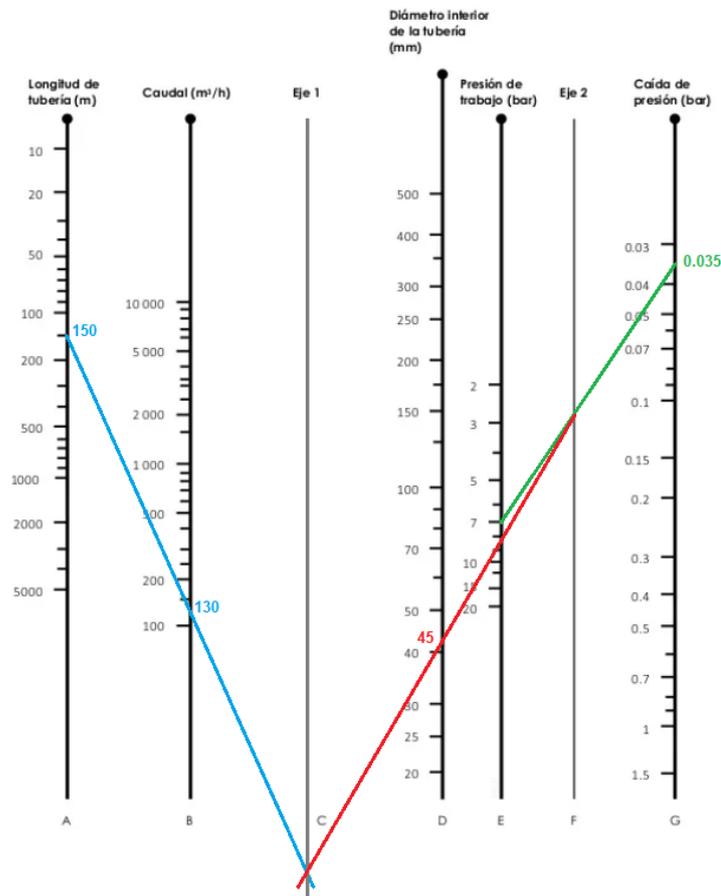
Longitud primaria de la tubería = $150 [m]$

$Presión\ de\ trabajo = 7[bar]$

$Caida\ de\ presión\ admisible = 5\% = 0,035[bar]$

Se utiliza el siguiente nomograma para hallar el diámetro de tubería. Se traza una recta desde la longitud de tubería que pase por el valor del caudal y corte el eje 1. Luego se realiza la misma operación para los valores de presión de trabajo y caída de presión, cortando el eje 2. La recta que une ambos cortes de los ejes 1 y 2, e intercepte el diámetro interior de la tubería, indicará el valor aproximado para la misma.

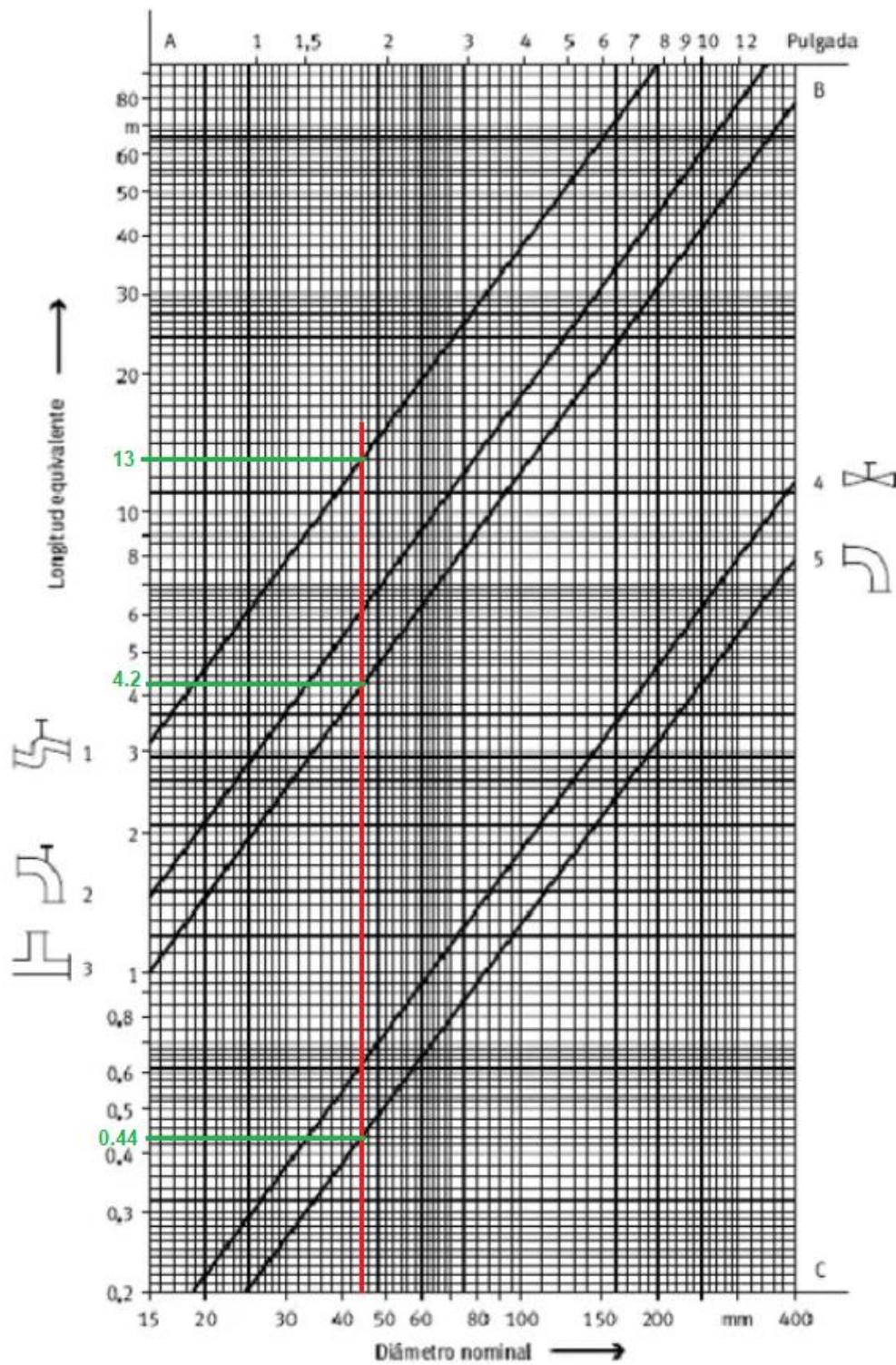
NOMOGRAMA PARA DIAMETRO DE TUBERIA:



A continuación, se hallan los valores de longitudes equivalentes de los accesorios en el tramo principal. Según diseño se cuenta con 9T's, 2 codos 90° y una válvula de cierre.

Se utiliza el siguiente nomograma, interceptando el accesorio con el diámetro y hallando la longitud equivalente de los mismos.

NOMOGRAMA "DETERMINACIÓN DE LONGITUDES EQUIVALENTES"



Se presenta la longitud equivalente de los accesorios

$$Le_T = 4,2[m] \times 9 = 37,8[m]$$

$$Le_{codo} = 0,44[m] \times 2 = 0,88[m]$$

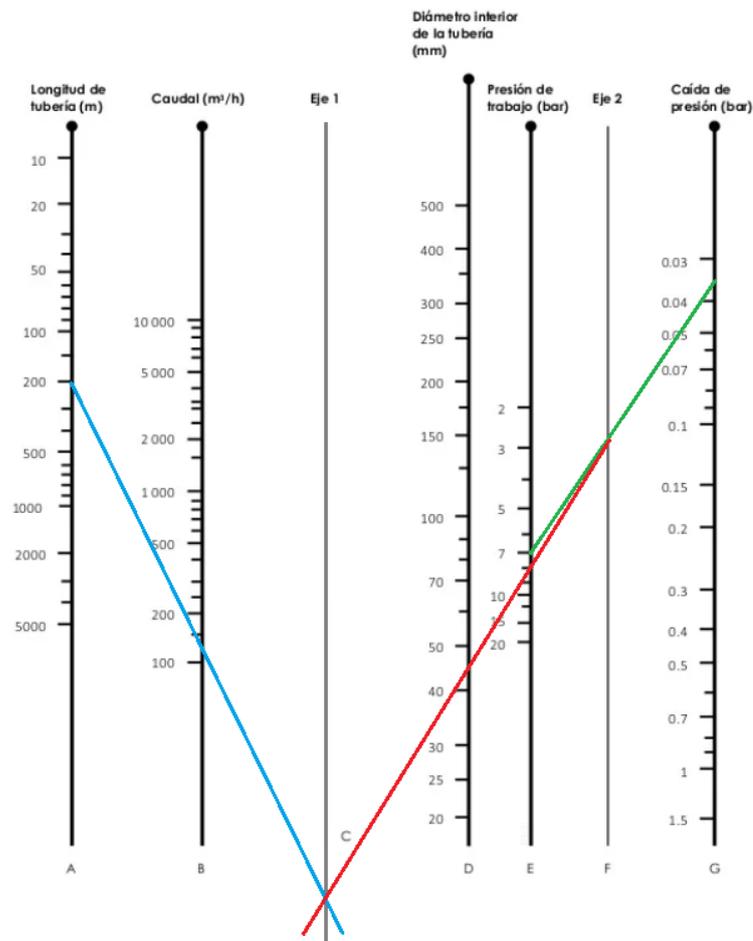
$$Le_{valv} = 13[m] \times 1 = 13[m]$$

$$Le_p = 13 + 37,8 + 0,88 = 51,68[m] \approx 52[m]$$

$$\text{Longitud total de la tubería principal} = Lt_p = 150[m] + 52[m] = 202[m]$$

Se rehace el nomograma original del diámetro de tubería para el tramo principal.

NOMOGRAMA PARA DIAMETRO DE TUBERIA:



Con la realización del último nomograma, la tubería principal debe tener al menos 45[mm] de diámetro interno.

Se busca en el mercado un diámetro comercial y se obtiene que la tubería inmediatamente superior es de 50[mm] y se la selecciona para su utilización en el tramo principal.

16.4.2. Cálculo de tramos secundarios

Se dividen los tramos según agrupación de equipos a suministrar aire comprimido, considerando su cercanía y simultaneidad de trabajo.

Tramo	Descripción	Velocidad de tramo [m/s]	Caudal unit. [m3/h]	Caudal grupal [m3/h]	Long. Tubería [m]
1	Anillo principal	8	130	130	202
2	Corte Plasma	15	18	24	11,7
	Sierra Basculante acero	15	6		
3	Sierra Automatica	15	6	30	13
	Punzonadora	15	12		
	Copiadora	15	12		
4	Cabina Pintura	15	12	12	13
5	Equipo Sujeción	15	8	10	2,5
	Mesa basculante	15	10		
6	Mesa armado	15	10	10	17,5
7	Área Soldadura	15	6	6	2,2
8	Área Armado Sold.	15	6	6	2,2

Como se observa en la tabla anterior, las longitudes de los tramos no son elevadas y por diseño no poseen demasiados accesorios, por lo que el criterio de usar los nomogramas queda obsoleto, ya que se supone muy baja caída de presión y el gráfico queda fuera de rango. En este caso se calcula el diámetro de tubería según el caudal y la velocidad del aire, atendiendo a la siguiente expresión:

$$Caudal = Velocidad \times \text{Área} \rightarrow Q = v * A \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Donde $A = \frac{\pi \times D^2}{4} [m]$ y $v = 15 \left[\frac{m}{s} \right]$

Como se tiene el valor de caudal en m³/h se convierte la unidad, dividiendo el valor entre 3600.

El diámetro viene dado por el despeje de este de la ecuación anterior:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}} [m]$$

Calculando los diámetros para todos los tramos, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 24 - Resumen diámetros de tubería - Red Neumática

Tramo	Descripción	Velocidad de tramo [m/s]	Caudal unit. [m3/h]	Caudal grupal [m3/h]	Long. Tubería [m]	Diámetro Tubería [m]	Diámetro Tubería [mm]	Diámetro Comercial Tubería [mm]
1	Anillo principal	8	130	130	202	0,045	45	50
2	Corte Plasma	15	18	24	11,7	0,024	23,8	25
	Sierra Basculante acero	15	6					
3	Sierra Automatica	15	6	30	13	0,027	26,6	25
	Punzonadora	15	12					
	Copiadora	15	12					
4	Cabina Pintura	15	12	12	13	0,017	16,8	20
5	Equipo Sujeción	15	8	10	2,5	0,015	15,1	20
	Mesa basculante	15	10					
6	Mesa armado	15	10	10	17,5	0,015	15,1	20
7	Área Soldadura	15	6	6	2,2	0,012	11,9	20
8	Área Armado Sold.	15	6	6	2,2	0,012	11,9	20

16.5. Diseño de Red de Aire Comprimido

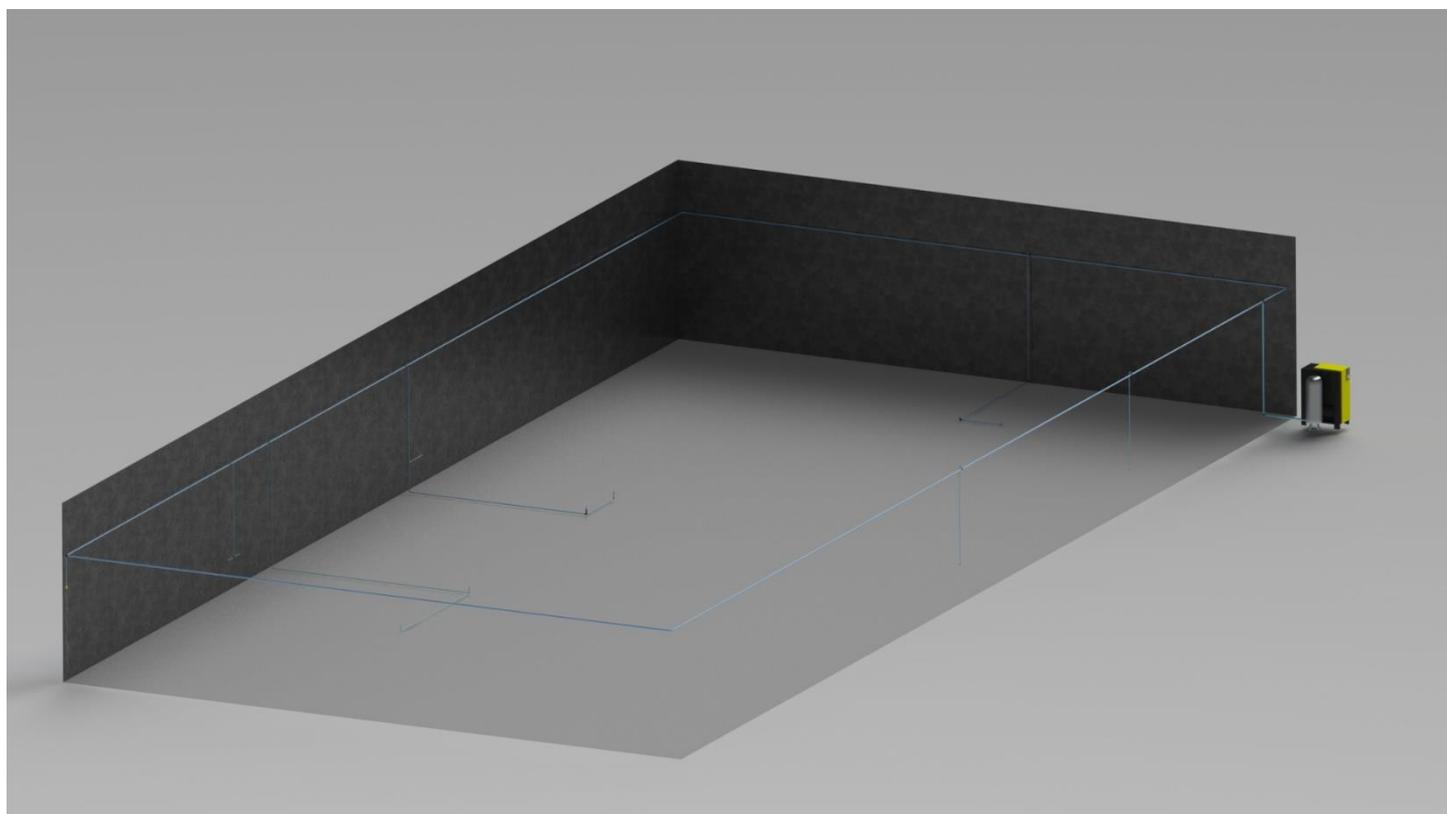


Imagen 56 - Diseño red neumática

17. Ventilación de la nave industrial

El siguiente apartado tiene como objetivo el diseño del sistema de ventilación y renovación de aire necesario para cumplir con los estándares requeridos de calidad y confort del ambiente de trabajo dentro del sector de producción de la planta industrial. Con un sistema eficiente de ventilación se logra eliminar el calor, el polvo, el vapor, los olores, humos e impurezas que contenga el aire ambiental encerrado en el emplazamiento.

En cuanto a la legislación vigente, para esta temática se aplica la Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo de 1972- a través de su decreto 351/79 Capítulo 11 – Ventilación, y la Resolución N° 444/91, que establece las concentraciones máximas permisibles (CPM) en nuestro país, las cuales representan las condiciones por debajo de las cuales se cree que la mayoría de los trabajadores pueden exponerse repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos.

Primeramente, es necesario determinar el volumen de aire total a renovar dentro del galpón de producción. Para ello, recurrimos al modelo de tres dimensiones del galpón proyectado realizado en el software SOLIDWORKS.

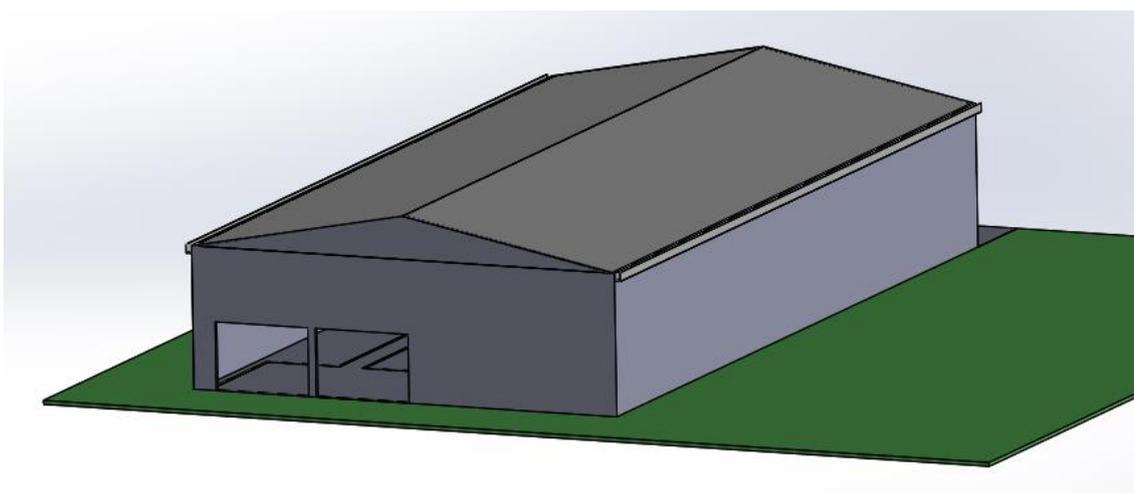


Imagen 57 – Galpón de la nave industrial

Las dimensiones del mismo son:

$$Alto_{paredes} = 7,5[m]$$

$$Ancho_{galpón} = 22[m]$$

$$Alto_{techo} = 9,7[m]$$

$$Largo_{galpón} = 45[m]$$

$$V_{aire} = (7,5[m] \times 22[m] \times 45[m]) + \left(\frac{11[m] \times 2,2[m]}{2} \times 2 \times 45[m] \right)$$

$$V_{aire} = 8514[m^3]$$

Por recomendaciones de buenas prácticas, se debe asegurar que todo el volumen de aire sea renovado de forma natural, pero para asegurar una correcta ventilación del espacio se diseñara un sistema combinado entre ventilación natural y forzada, mediante la utilización de extractores eólicos, ya que en el sector de producción tenemos presente humos productos de soldadura, humos de corte del pantógrafo plasma, partículas en el aire producto del pulido, olores debido al uso de fosfatizante, temperatura generada por el horno de curado y otros equipos de producción, entre otros factores que generan una condición indeseable en el ambiente de trabajo.

Si bien el galpón proyectado posee 4 portones de 5 metros de ancho por 3 metros de alto (15[m²] de superficie), nos aseguraremos de que el sistema de ventilación sea capaz de lograr las renovaciones requeridas si ninguno de ellos se encuentra abierto. Esto se realizará mediante la utilización de rejillas en los laterales del galpón.

Tabla 25 - renovaciones de aire según actividad productiva

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES DE AIRE A LA HORA
Almacenes en general	5-10
Fundiciones	8-15
Salas de máquinas	10-40
Talleres de montaje	4-8
Laminadores	8-12
Talleres de soldadura	20-30
Piscinas	3-4
Cines, teatros	5-8

Debido a que nuestra fabrica es un compendio de ambos tipos de producciones marcadas en la tabla anterior, se decide adoptar una cantidad de renovaciones que se encuentre en un término medio de ambas.

$$Q_{aire} = V_{aire} \times 14 = 8514[m^3] \times 14 = 119196 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Adoptando una velocidad de viento promedio para ventilación natural de:

$$v_{viento} = 1,5 \left[\frac{m}{s} \right] = 5,4 \left[\frac{km}{h} \right] = 5400 \left[\frac{m}{h} \right]$$

Si se fabrica en la propia empresa aberturas de aluminio de 1,2[m] por 0,5[m] de alto, obtenemos una superficie de entrada de aire de:

$$A_{ventana} = 1,2[m] \times 0,5[m] = 0,6[m^2]$$

De acuerdo a estos valores, el caudal de entrada de aire por cada ventana será:

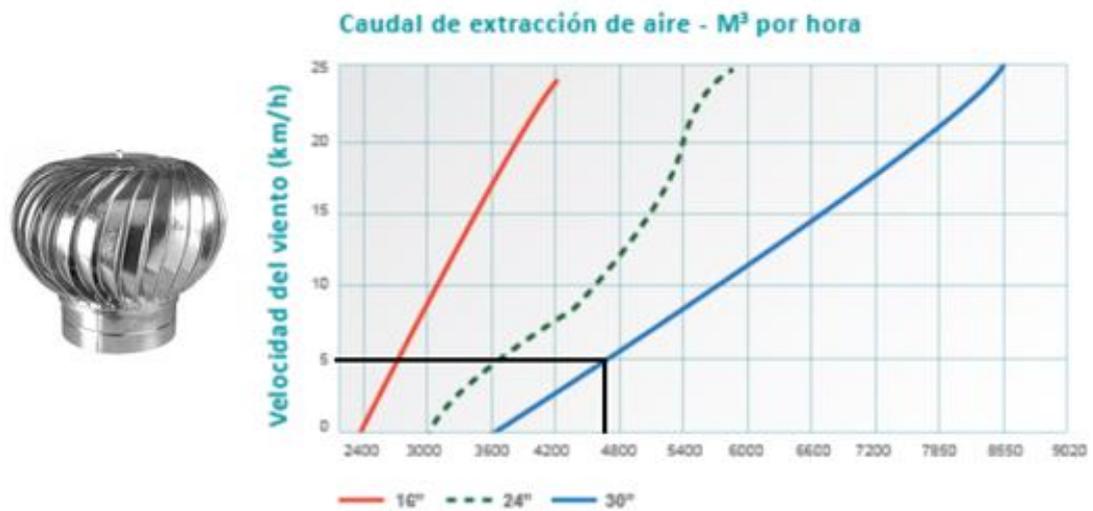
$$Q_{ventana} = v_{viento} \times A_{ventana} = 5400 \left[\frac{m}{h} \right] \times 0,6[m^2] = 3240 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Finalmente, la cantidad de ventanas necesarias a instalar será:

$$N^{\circ} \text{ de ventanas} = \frac{Q_{aire}}{Q_{ventana}} = \frac{119196 \left[\frac{m^3}{h} \right]}{3240 \left[\frac{m^3}{h} \right]} \cong 36$$

Distribuyendo las ventanas uniformemente a lo largo de la nave industrial, se deberán ubicar a una distancia de 2,5[m] una de las otras.

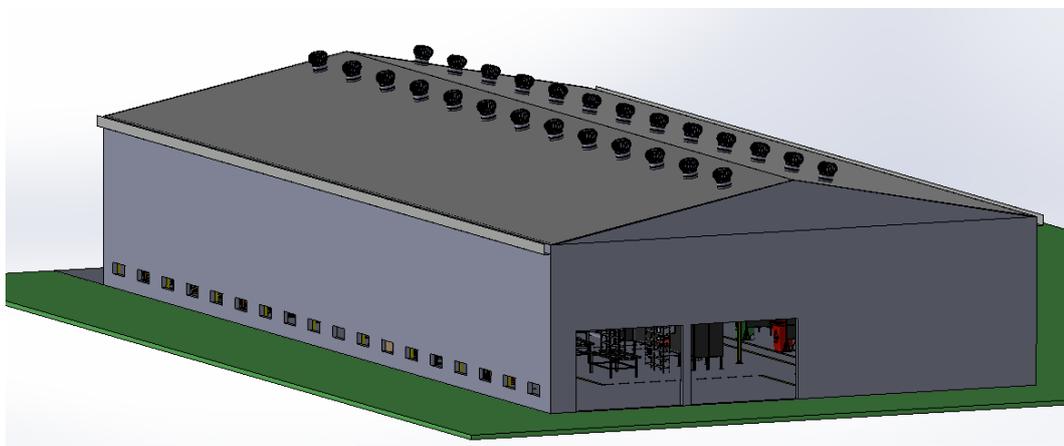
Del fabricante de extractores eólicos PUGLIESE se selección el modelo de extractor de 30" de diámetro con base especial para techos con inclinación.

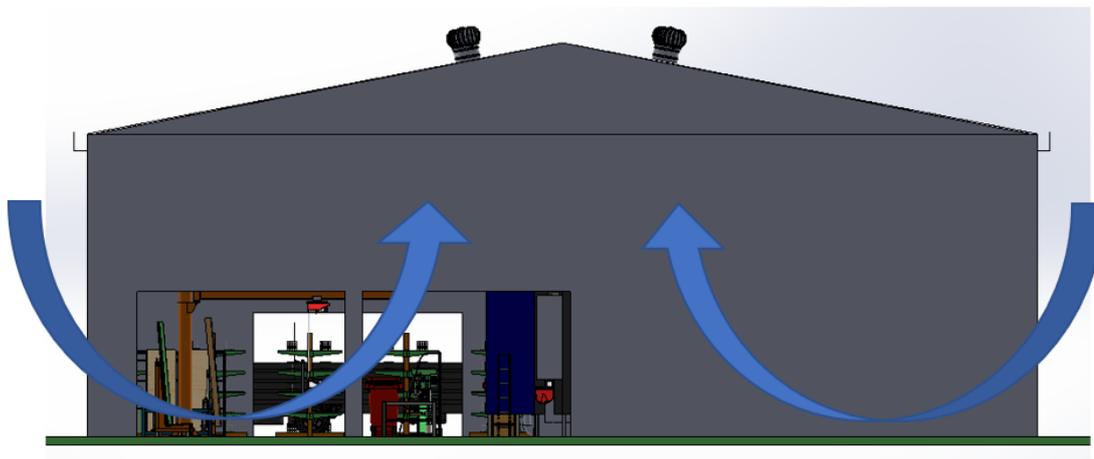


Como el fabricante de este nos asegura que para una velocidad de viento de 5[km/h] el extractor quita del ambiente 4700[m³/h] de aire, la cantidad necesaria de ellos a instalar en el techo de la nave será:

$$N^{\circ} \text{ de extractores} = \frac{Q_{\text{aire}}}{Q_{\text{eólico}}} = \frac{119196 \left[\frac{m^3}{h} \right]}{4700 \left[\frac{m^3}{h} \right]} \cong 26$$

Con la implementación de este sistema de ventilación combinado el flujo de aire es de abajo hacia arriba evitando el cortocircuito entre las entradas y la salida del mismo si se tuviera en cuenta solamente la abertura de los portones de la nave. En el siguiente grafico se observa la disposición final de los elementos de ventilación calculados y como es el flujo del aire a extraer.





18. Extintores de fuego

Una de las cuestiones fundamentales en lo que respecta a los cuidados de las personas y las instalaciones es el sistema contraincendios. Debido a que se pueden presentar fallos en la instalación eléctrica, chispas o proyecciones calientes sobre materiales inflamables, elevadas temperaturas en materiales debido a intervenciones del proceso productivo, etc., es necesario contar con un sistema de protección mínimo que asegure que ante una eventualidad como las mencionadas se logre mitigar el peligro.

Si bien lo que respecta a higiene y seguridad en el trabajo es materia de profesionales especializados, basándonos en el Decreto 351/79 – Anexo VII, el cual trata sobre los medios de protección contra incendios y salidas de emergencias, determinaremos los extintores mínimos necesarios para asegurar una adecuada protección.

En la planta productiva proyectada se presentan los siguientes tipos de fuegos según el Artículo 176 del mencionado Decreto:

1. Clase A: Fuegos que se desarrollan sobre combustibles sólidos, como ser madera, papel, telas, gomas, plásticos y otros.
2. Clase B: Fuegos sobre líquidos inflamables, grasas, pinturas, ceras, gases y otros.
3. Clase C: Fuegos sobre materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica.

A su vez, es necesario clasificar el tipo de riesgo presente para nuestras instalaciones de acuerdo al tipo de actividad y la carga de fuego, el cual se obtiene de la siguiente tabla:

TABLA: 2.1.

Actividad Predominante	Clasificación de los materiales Según su combustión						
	Riesgo 1	Riesgo 2	Riesgo 3	Riesgo 4	Riesgo 5	Riesgo 6	Riesgo 7
Residencial Administrativo	NP	NP	R3	R4	--	--	--
Comercial 1							
Industrial Deposito	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Espectáculos Cultura	NP	NP	R3	R4	--	--	--

NOTAS:
 Riesgo 1= Explosivo
 Riesgo 2= Inflamable
 Riesgo 3= Muy Combustible
 Riesgo 4= Combustible
 Riesgo 5= Poco Combustible
 Riesgo 6= Incombustible
 Riesgo 7= Refractarios permitido
 N.P.= No
 El riesgo 1 "Explosivo se considera solamente como fuente de ignicion.

Concluimos que se presenta un riesgo de grado 3.

Los extintores portátiles se clasifican e identifican asignándole una notación consistente en un número seguido de una letra, el número indica la capacidad relativa de extinción para la clase de fuego identificada por la letra. Este potencial extintor es certificado por ensayos normalizados por instituciones oficiales (en Argentina por IRAM). De una carga de fuego promedio de 50[kg/m²] el potencial extintor mínimo de cada matafuego correspondiente para nuestra instalación es:

4.1. El potencial extintor mínimo de los matafuegos para fuegos clase A, responderá a lo establecido en la tabla 1.

TABLA 1

CARGA DE FUEGO	RIESGO				
	Riesgo 1 Explos.	Riesgo 2 Inflam.	Riesgo 3 Muy Comb.	Riesgo 4 Comb.	Riesgo 5 Por comb.
hasta 15kg/m ²	--	--	1 A	1 A	1 A
16 a 30 kg/m ²	--	--	2 A	1 A	1 A
31 a 60 kg/m ²	--	--	3 A	2 A	1 A
61 a 100kg/m ²	--	--	6 A	4 A	3 A
> 100 kg/m ²	A determinar en cada caso				

4.2. El potencial mínimo de los matafuegos para fuegos de clase B, responderá a lo establecido en la tabla 2, exceptuando fuegos líquidos inflamables que presenten una superficie mayor de 1 m².

TABLA 1					
CARGA DE FUEGO	RIESGO				
	Riesgo 1 Explos.	Riesgo 2 Inflam.	Riesgo 3 Muy Comb.	Riesgo 4 Comb.	Riesgo 5 Por comb.
hasta 15kg/m ²	--	6 B	4 B	--	--
16 a 30 kg/m ²	--	8 B	6 B	--	--
31 a 60 kg/m ²	--	10 B	8 B	--	--
61 a 100kg/m ²	--	20 B	10 B	--	--
> 100 kg/m ²	A determinar en cada caso				

Teniendo en cuenta los valores comerciales de extintores disponibles en el mercado y de acuerdo a los potenciales necesarios obtenidos, se selecciona para la instalación extintores de polvo químico ABC de 2,5[kg].

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



A su vez, en el mencionado Decreto, en su Artículo 176 se establece que deberá instalarse un matafuego cada 200[m²] de superficie a ser protegida y la máxima distancia será a recorrer hasta el matafuego será de 20 metros para el clase A y 15 metros para el de clase B. De esta disposición, la ubicación física de los equipos extintores será la siguiente:

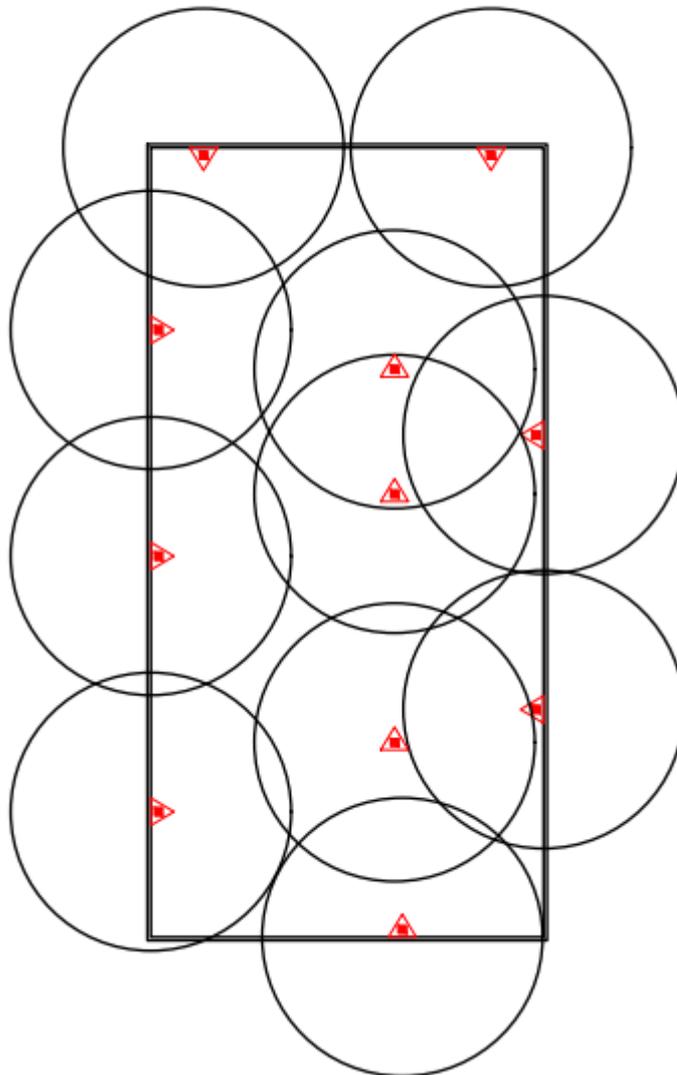


Imagen 58 - Disposición de Extintores - Área cubierta

Cada círculo representa un área de 200[m²] (poseen un diámetro de 16[m]) y como se aprecia en la figura anterior representativa de la nave industrial y sus posiciones de instalación de acuerdo con los sitios de fácil acceso, se respeta una distancia mínima de 15[m] entre extintores. De lo anterior, se concluye que es necesario instalar 11 extintores de los descritos anteriormente.

19. Instalación eléctrica de la nave industrial

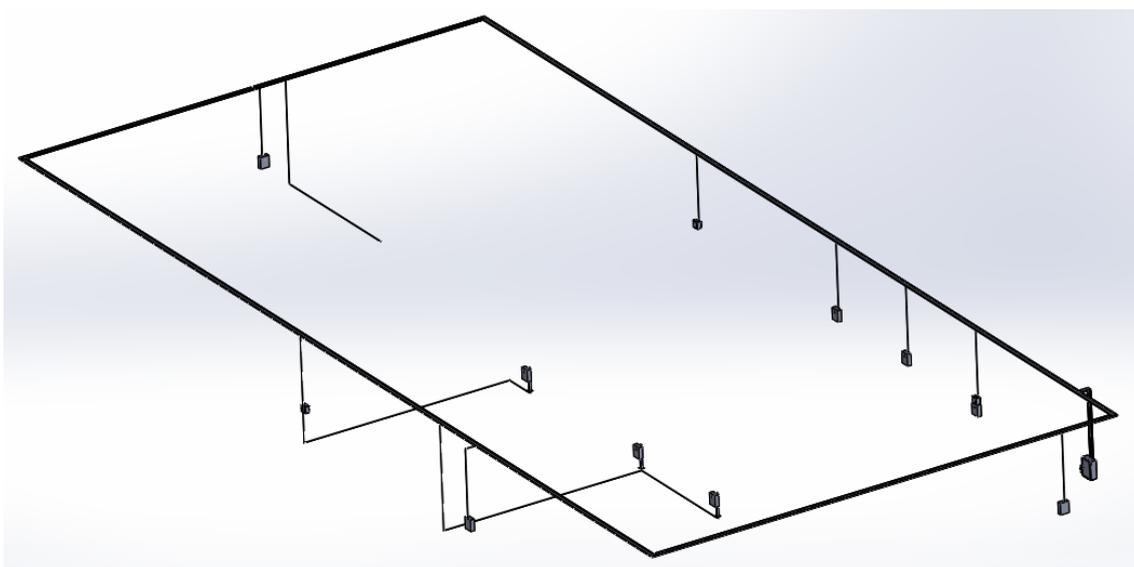
El objetivo de este apartado es el diseño íntegro de la instalación eléctrica de la planta industrial, la cual debe cumplir con los requisitos de potencia demandada por los diferentes procesos productivos intervinientes.

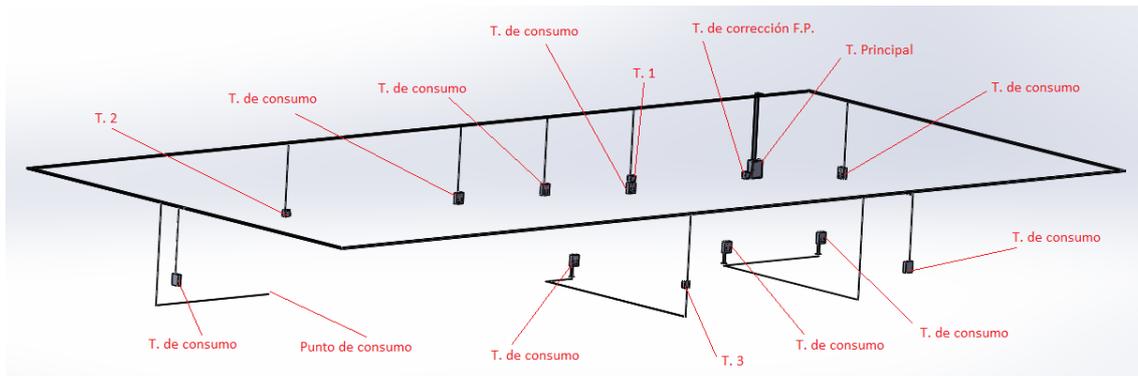
Comenzamos los cálculos con aquellos referidos al dimensionamiento de los conductores y su verificación, siguiendo con la selección de las protecciones necesarias para resguardar tanto la instalación eléctrica como la seguridad del personal, finalizando con el cálculo y selección de la luminaria necesaria.

También nos apoyamos en el uso de distintos softwares y diferentes herramientas informáticas disponibles, a modo de realizar los cálculos y esquemas con mayor precisión y mostrarlos de una manera más adecuada.

19.1. Distribución de la Instalación Eléctrica

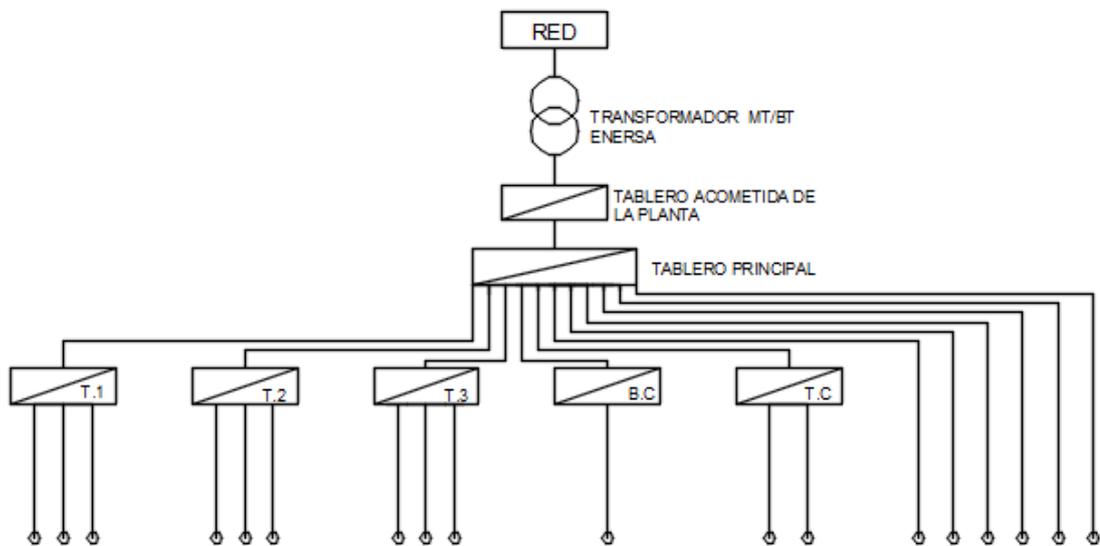
Tomando en cuenta la ubicación de las diferentes maquinarias y equipos intervinientes en los procesos dentro del sector de producción, junto con las oficinas y demás sectores, se plantea la siguiente distribución del tablero principal de la planta, los distintos tableros seccionales y el trayecto para el tendido de los conductores.





19.2. Consumos y Potencias de las Cargas

A continuación, se muestra el diagrama unifilar de la instalación, a modo de resumen, para entender la distribución de los tableros y sus respectivas cargas. Se indica, además, la corriente que requiere cada carga, así como la longitud de cada conductor.



Tablero	Equipo	Longitud conductor	Corriente de carga
Principal	Puente Grúa	48	2,86
	Cabina de Pintura	68	1,70
	Horno de Curado	56	2,95
	Compresor a tornillo	49	24,89
	Tablero 1	13,5	31,20
	Tablero 2	33,5	18,93
	Tablero 3	56	6,28
	Tableros de consumo	67	9,22
	Iluminación	45,5	4,71
	Oficinas	10	8,62
	Banco de capacitores	1	44,30
Tablero 1	Tablero de consumo 1	0,5	20,17
	Tablero de consumo 2	11	20,17
	Tablero de consumo 3	16	20,17
Tablero 2	Plegadora Hidráulica	5	7,80
	Pantógrafo Plasma	31,2	40,41
	Sierra de corte basculante	40,6	2,08
Tablero 3	Sierra de corte automática	2	4,49
	Fresadora copiadora	12	2,24
	Agujereadora de banco	13	2,24
Tableros de consumo	Maquinas manuales	5	5,81
	Malacate electrico	7,3	2,50

Imagen 59 - Consumo de equipos - Red Eléctrica

El nombre de cada tablero, así como el de las distintas cargas, sus potencias y factores de simultaneidad se expresan en la siguiente tabla realizada en Excel, a modo de resumen para una mejor apreciación.

Tabla 26 - Consumo de equipos - Red Eléctrica

Tablero	Equipo	Potencia Activa [HP] (chapa)	Potencia activa [kW]	Factor de Potencia Cos φ	Régimen	Potencia aparente [kVA]	Unidades	Corriente de consumo unitaria	Factor de simultaneidad
Principal	Puente Grúa	7	5,22	0,79	75%	6,61	1	9,54	0,3
	Cabina de Pintura	2	1,49	0,76	75%	1,96	1	2,83	0,6
	Horno de Curado	3,15	2,35	0,69	75%	3,41	1	4,92	0,6
	Compresor a tornillo		15,00	0,87	75%	17,24	1	24,89	1
	Tablero 1		18,53	1	75%	21,61	1	31,20	1
	Tablero 2		10,94	1	75%	13,12	1	18,93	1
	Tablero 3		3,13	1	75%	4,35	1	6,28	1
	Tableros de consumo		1,85	1	75%	2,13	6	3,07	0,5
	Iluminación		3,00	0,92	75%	3,26	1	4,71	1
	Oficinas		10,15	0,85	75%	11,94	1	17,24	0,5
	Banco de capacitores						1	44,30	1
Tablero 1	Soldadora MIG		7,22	0,86	75%	8,40	2	12,12	0,8
	Máquinas manuales		3,50	0,87	75%	4,02	3	5,81	0,6
	Agujereadora de banco	1,5	1,12	0,72	75%	1,55	1	2,24	0,6
Tablero 2	Plegadora Hidráulica		4,00	0,74	75%	5,41	1	7,80	0,4
	Pantógrafo Plasma		23,80	0,85	75%	28,00	1	40,41	0,35
Tablero 3	Sierra de corte basculante	1,7	1,27	0,88	75%	1,44	1	2,08	0,8
	Sierra de corte automática	3	2,24	0,72	75%	3,11	1	4,49	0,8
	Fresadora copiadora	1,5	1,12	0,72	75%	1,55	1	2,24	0,6
	Agujereadora de banco	1,5	1,12	0,72	75%	1,55	1	2,24	0,6
Tableros de consumo	Maquinas manuales		3,50	0,87	75%	4,02	1	5,81	0,4
	Malacate electrico	2	1,49	0,86	75%	1,73	1	2,50	0,3
Tablero de corrección de factor de potencia	Banco de capacitores						1	57	1

La potencia total necesaria para esta instalación eléctrica se expresa a continuación:

Tabla 27 - Resumen Potencia requerida

Potencia Activa requerida [kW]	Potencia Aparente requerida [kVA]	Corriente requerida [A]	Factor de Potencia objetivo $\cos \varphi$
99,55	118,36	155,65	0,95

19.3. Cálculo de Corrección del Factor de Potencia

Para dimensionar un banco de capacitores, primero se debió calcular la potencia activa, aparente y reactiva presentes en nuestra instalación, para luego obtener el factor de potencia existente a mejorar. Para esto, se buscó en el catálogo de motores de la marca WEG tanto los factores de potencia, como la eficiencia y régimen de trabajo de motores eléctricos semejantes en potencia a los utilizados en nuestra planta.

Se ha utilizado, además, el catálogo/guía de la marca Schneider y WEG para los cálculos y dimensionamiento.

Los valores obtenidos y utilizados se encuentran disponibles en el Anexo B.

En base a las sumatorias de potencias aparente y activa, se obtiene el factor de potencia de la instalación, el cual es el que se debe mejorar mediante el banco de capacitores.

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$\cos \varphi = \frac{99,55[\text{Kw}]}{118,36[\text{kVA}]} = 0,84$$

$$\varphi = 32,86^\circ$$

Factor de potencia objetivo:

$$\cos \varphi = 0,95$$

$$\varphi = 18,19^\circ$$

Tomando del manual de ABB la expresión de cálculo en base al fenómeno de compensación con capacitores, se tiene:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = P \cdot (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) \quad [2.1]$$

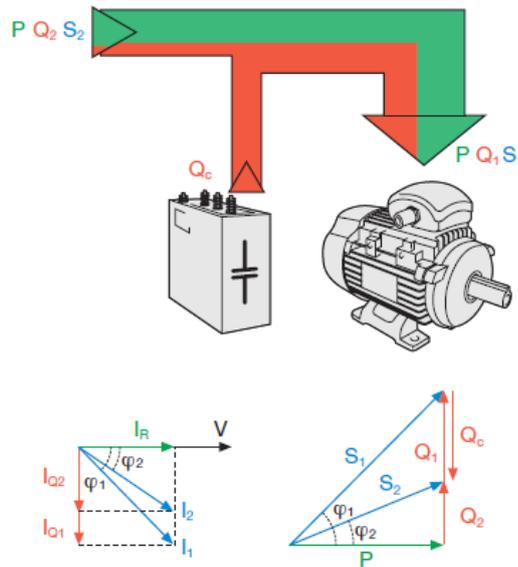


Imagen 60 - Corrección factor de potencia

$$Q_c = 99,55[kW] \times (\tan(32,86^\circ) - \tan(18,19^\circ))$$

$$Q_c = 31,59[kVAr]$$

Para la selección del banco de capacitores necesario, se recurre al catálogo del fabricante WEG, del cual se adopta el siguiente:

BCW – Banco de Capacitores Trifásicos



Línea de Productos

Tensión (V)	50 Hz		60 Hz		Referencia	Composición cant. x UCW / MCW (conexión Δ)	Dimensiones (A x L x P) (mm)	SAP	Peso (kg)
	Potencia reactiva (kvar)	Corriente nominal In (A)	Potencia reactiva (kvar)	Corriente nominal In (A)					
380	16,7	25,3	20,0	30,4	BCW20V40 T	1 x UCWT20V40 Q26 HD	247 x 200 x 380	14901141	6,1
	20,8	31,7	25,0	38,0	BCW25V40 T	1 x UCWT25V40 S26 HD	247 x 200 x 380	14901440	6,6
	25,0	38,0	30,0	45,6	BCW30V40 T	1 x UCWT30V40 S28 HD	247 x 200 x 380	14901441	7,5
	29,2	44,3	35,0	53,2	BCW35V40 T	1 x UCWT35V40 S28 HD	247 x 200 x 380	14901772	7,5
	33,3	50,6	40,0	60,8	BCW40V40 T	1 x UCWT40V40 U28 HD	247 x 200 x 380	14901774	8,4
	37,5	57,0	45,0	68,4	BCW45V40 T	1 x UCWT45V40 U28 HD	247 x 200 x 380	14902307	8,4
	41,7	63,3	50,0	76,0	BCW50V40 T	1 x UCWT50V40 U28 HD	247 x 200 x 380	14902441	8,4
	50,0	76,0	60,0	91,2	BCW60V40 T	2 x UCWT30V40 S28 HD	387 x 200 x 380	14902644	13,4
	62,5	95,0	75,0	114,0	BCW75V40 T	1 x UCWT40V40 U28 HD + 1 x UCWT35V40 S28 HD	387 x 200 x 380	14902750	14,3
	83,3	126,6	100,0	151,9	BCW100V40 T	2 x UCWT50V40 U28 HD	387 x 200 x 380	14902788	15,3

Imagen 61 - Banco de capacitores trifásicos WEG

Se selecciona un banco de capacitores marca WEG, de 37,5[kVAr]. Como se observa, el banco seleccionado es de menor potencia reactiva que el resultado calculado a compensar,

esto se debe a que es recomendable siempre adoptar una corrección levemente inferior a la potencia reactiva calculada y dejar a la instalación como una carga inductiva, para evitar que la misma se comporte como capacitiva al desconectarse alguna de las cargas. Es una exigencia por normativa que en ningún momento la energía absorbida por la red podrá ser capacitiva.

Con este banco de capacitores, el nuevo factor de potencia será:

$$Q = 64,22[kVAr] - 29,2[kVAr] = 35,02[kVAr]$$

$$\text{Nuevo Factor de Potencia} = \cos \left[\text{ArcTan} \left(\frac{35,02[kVAr]}{99,55[kW]} \right) \right]$$

$$\text{Nuevo Factor de Potencia} = 0,94$$

19.4. Selección de los Conductores

Debido a que las distancias utilizadas en nuestra instalación no son grandes, decidimos dimensionar cada conductor por calentamiento, utilizando entonces el catálogo de la marca de conductores PRYSMIAN. La sección seleccionada, el tipo de conductor y su forma de instalación se indican a continuación en las siguientes tablas. Cabe mencionar que el fabricante escogido para la selección de los conductores asegura que la corriente admisible se puede sobrepasar un 10% de manera permanente.

Primero se mostrará la selección entre el Tablero de Acometida de la Planta y el Tablero Principal de la Planta. Luego, las distintas secciones entre el Tablero Principal y cada Tablero Seccional. Finalmente, las secciones de los conductores entre cada Tablero Seccional y sus respectivas cargas.

19.4.1. Entre Tablero de Acometida y Tablero Principal de la planta

De tablero de acometida a Tablero Principal
Corriente
168,35
Sección [mm ²]
95/50
Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño enterrado Imáx=201A

19.4.2. Entre el Tablero Principal y cada Tablero Seccional y Carga

Tablero	Carga	Corriente	Calentamiento		
			Sección [mm ²]	Conductor Seleccionado	
				Sección definitiva	Descripción
Tablero Principal	Puente Grúa	2,86	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, bandeja perforada Imáx=22A
Tablero Principal	Cabina de Pintura	1,70	2,5	2,5	Conductor tripolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero Principal	Horno de Curado	2,95	2,5	2,5	Conductor tripolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero Principal	Compresor a tornillo	24,89	4	4	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, bandeja perforada Imáx=30A
Tablero Principal	Tablero 1	31,20	6	6	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=30A
Tablero Principal	Tablero 2	18,93	10	10	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=40A
Tablero Principal	Tablero 3	6,28	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero Principal	Tableros de consumo	9,22	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero Principal	Iluminación	4,71	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero Principal	Oficinas	8,62	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero Principal	Banco de capacitores	44,30	10	10	Conductor tripolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, Imáx=52A

19.4.3. Entre Tablero Seccional y cada Carga

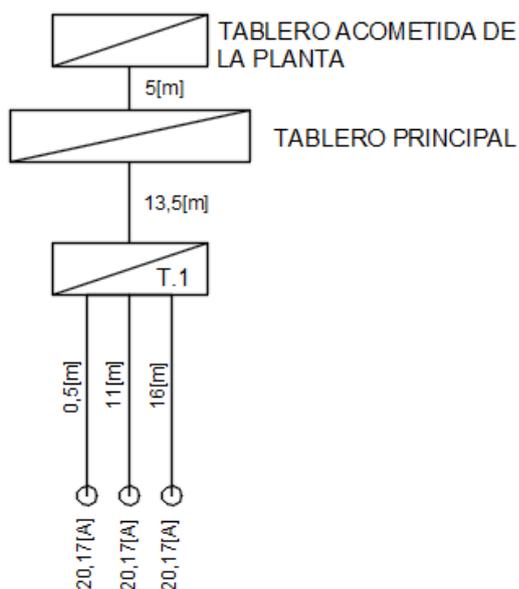
			Calentamiento	Conductor Seleccionado	
Tablero	Carga	Corriente	Sección [mm ²]	Seccion definitiva	Descripción
Tablero 1	Tablero de consumo 1	20,17	4	4	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=23A
	Tablero de consumo 2	20,17	4	4	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=23A
	Tablero de consumo 3	20,17	4	4	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=23A
Tablero 2	Plegadora Hidráulica	7,80	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
	Pantógrafo Plasma	40,41	10	10	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=40A
	Sierra de corte basculante	2,08	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero 3	Sierra de corte automática	4,49	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
	Fresadora copiadora	2,24	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
	Agujereadora de banco	2,24	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tableros de consumo	Maquinas manuales	5,81	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
	Malacate electrico	2,50	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A

19.5. Verificación de las Secciones Adoptadas

Sabiendo de que las distancias de los conductores son reducidas, realizamos de todos modos la verificación por Caída de Tensión. El método de cálculo utilizado para determinar la sección de los conductores es el Método Ramificado, en donde se aplicó dicho método por cada Tablero Seccional y sus respectivas Cargas.

Se mostrarán los cálculos correspondientes a la caída de tensión entre el tablero de acometida y el tablero principal, y luego, a modo de ejemplo de aplicación del método, sólo se mostrará el cálculo de caída de tensión y sección resultante de los conductores entre el tablero principal y las cargas conectadas al tablero seccional 1.

Finalmente, todos los demás cálculos de caída de tensión y secciones resultantes se pueden encontrar en las tablas realizadas en EXCEL dentro del Anexo A.



Empezamos por calcular la caída de tensión entre el Tablero de Acometida y el Tablero Principal. Para ello, se toma como dato de partida la sección seleccionada por calentamiento de 95 [mm²].

Utilizamos para nuestros cálculos una tensión de 380[V] y una caída de tensión admisible $\delta = 5\%$, por tratarse de motores, aproximando además la corriente total requerida a 170[A].

$$\delta = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times \sum(i \times L)}{S}$$

$$\delta = \frac{\sqrt{3} \times 1/57 \times (170 \times 5)}{95} = 0,27[V]$$

Entonces, nuestro δ_p resulta:

$$\delta_p = \delta_{5\%} - \delta = 19[V] - 0,27[V] = 18,73[V]$$

Continuamos con el cálculo del método ramificado.

En este caso tenemos las longitudes de los conductores y las cargas de cada uno (como se muestra en la imagen anterior), así como la distancia entre el tablero principal y el seccional.

Primeramente, se calculan los coeficientes A, B, C y D correspondientes con la cantidad de ramificaciones o cargas.

$$A = \sum(i_{cargas}) \times L_{TP-TS1} = 60,51[A] \times 13,5[m] = 816,9[A\ m]$$

$$B = i_{carga1} \times L_{TS1-carga1} = 20,17[A] \times 0,5[m] = 10,1[A\ m]$$

$$C = i_{carga2} \times L_{TS1-carga2} = 20,17[A] \times 11[m] = 221,9[A\ m]$$

$$D = i_{carga3} \times L_{TS1-carga3} = 20,17[A] \times 16[m] = 322,7[A\ m]$$

Se calcula la caída de tensión δ_1 en el tramo TP-TS1:

$$\delta_1 = \frac{\delta_p}{1 + \sqrt{\frac{B \times L_{TS1-carga1} + C \times L_{TS1-carga2} + D \times L_{TS1-carga3}}{A \times L_{TP-TS1}}}}$$

$$\delta_1 = \frac{18,73}{1 + \sqrt{\frac{10,1 \times 0,5 + 221,9 \times 11 + 322,7 \times 16}{816,9 \times 13,5}}} = 10,23[V]$$

Con este valor, procedemos a calcular la sección entre el tablero principal y el tablero seccional 4.

$$S_{TP-TS4} = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times \sum(i \times L)}{\delta_1}$$

$$S_{TP-TS4} = \frac{\sqrt{3} \times \frac{1}{57} \times 60,51 \times 13,5}{10,23} = 2,43[mm^2]$$

Procedemos ahora a calcular las secciones de los conductores a las cargas:

$$S_{TS4-carga} = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times i_{carga} \times L_{carga}}{\delta_p - \delta_1}$$

$$S_{TS4-carga1} = \frac{\sqrt{3} \times \frac{1}{57} \times 20,17 \times 0,5}{18,73 - 10,23} = 0,036[mm^2]$$

$$S_{TS4-Carga2} = \frac{\sqrt{3} \times \frac{1}{57} \times 20,17 \times 11}{18,73 - 10,23} = 0,79[mm^2]$$

$$S_{TS4-Carga3} = \frac{\sqrt{3} \times \frac{1}{57} \times 20,17 \times 16}{18,73 - 10,23} = 1,15[mm^2]$$

Vemos que resultan secciones mucho menores a las previamente seleccionadas, por lo tanto, concluimos que verifican a la caída de tensión.

Tablero Principal	Tablero 1	31,20	6	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista $I_{m\acute{a}x}=30A$
Tablero 1	Tablero de consumo 1	20,17	4	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista $I_{m\acute{a}x}=23A$
	Tablero de consumo 2	20,17	4	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista $I_{m\acute{a}x}=23A$
	Tablero de consumo 3	20,17	4	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista $I_{m\acute{a}x}=23A$

Para la selección por calentamiento, se utilizó aguas arriba de los tableros seccionales la suma de las corrientes de las cargas afectada por el factor de simultaneidad. En el caso de las cargas aguas debajo de los tableros seccionales se utilizó la corriente nominal de consumo.

Para la verificación del resto de las cargas se procede a mostrar una tabla en Excel a modo de resumen, siendo los cálculos los mismos previamente mostrados.

Tabla 28 - Verificación por caída de tensión - Red Eléctrica

Tablero Seccional	A	B	C	D	Caída de tensión en el T. secc.	Sección T. Principal a Tablero Seccional/Carga	Secciones del Tablero Seccional "X" a las cargas			
					$\delta_1 [V]$	$S_{tp-tsX} [mm^2]$	$S_{TSX-1} [mm^2]$	$S_{TSX-2} [mm^2]$	$S_{TSX-3} [mm^2]$	
Puente Grúa						0,22				
Cabina de Pintura						0,19				
Horno de Curado						0,27				
Compresor a tornillo						1,98				
Tablero 1	817,06	10,09	221,92	322,79	10,23	2,43	0,04	0,79	1,15	
Tablero 2	1684,94	39,01	1260,93	84,45	10,00	5,12	0,14	4,39	0,29	
Tablero 3	502,49	8,97	26,92	29,16	16,15	0,95	0,11	0,32	0,34	
Tableros de consumo	556,82	29,03	18,28		17,24	0,98	0,59	0,37		
Iluminación	214,15	103,55			12,63	0,52	0,52			
Oficinas						0,14				
Banco de capacitores						0,09				

Como se aprecia en la anterior tabla, las secciones adoptadas cumplen con dos de los tres requisitos para alimentar correctamente las cargas, es decir, hasta el momento todos los conductores soportar el calentamiento debido a las corrientes de consumo y permiten alimentar las cargas sin que se produzcan caídas de tensión por encima del valor establecido para este tipo de instalación. Finalmente, se procederá a verificar el último requisito para los

conductores, requisito que establece que los mismos deben soportar las corrientes de cortocircuito que se puedan producir debido a fallos.

19.6. **Cálculo de Corrientes de Cortocircuito**

Las diferentes corrientes de cortocircuito son útiles para saber si los conductores seleccionados para la instalación proyectada resistirán frente a un fallo eléctrico, ya sea trifásico, monofásico o una descarga a tierra, y luego para determinar los elementos de protección eléctrica adecuados para proteger la instalación y brindar seguridad y confiabilidad a las personas en la operación de esta.

Primeramente, para poder comenzar con el cálculo de las corrientes de cortocircuito, es necesario conocer las distintas impedancias del circuito formado por todos los elementos intervinientes. Estas impedancias son las que surgen de analizar el circuito unifilar completo, desde la red que suministra la energía, el transformador de MT/BT del cual se alimenta la planta, las impedancias de todos los conductores seleccionados, hasta los motores eléctricos utilizados en la planta.

Para comenzar, luego de dialogar con personal del proveedor de energía (ENERSA) de nuestra ciudad y del parque industrial, zona donde se localiza nuestro proyecto, estos nos facilitaron los datos de potencia de cortocircuito de la red en el sitio de emplazamiento y los datos del transformador de potencia que alimentaría nuestra planta.

Con estos datos, procedemos a completar los datos faltantes de la potencia de corto de la red y los del transformador mencionado en el diagrama unifilar presentado anteriormente y así poder comenzar con el cálculo de las respectivas impedancias y luego corrientes de cortocircuito.

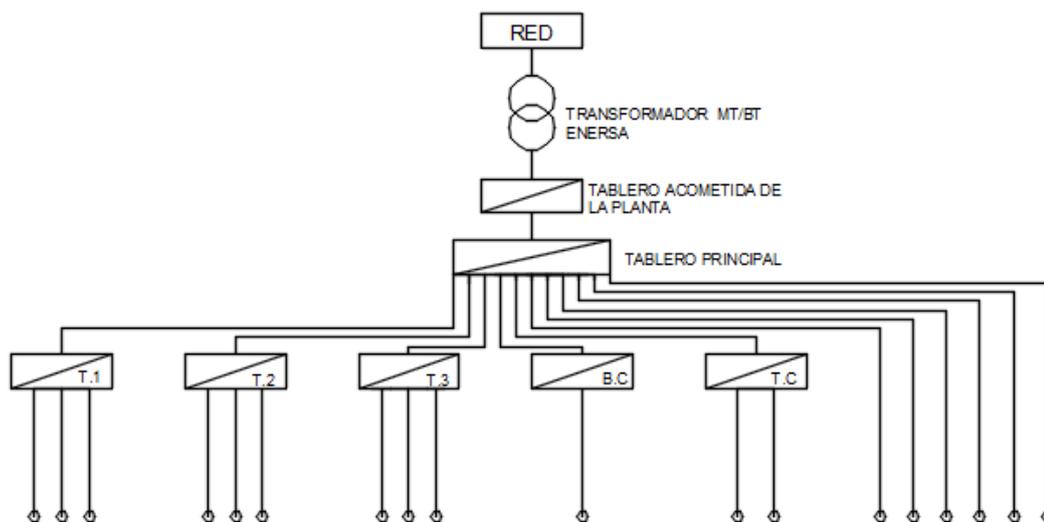


Imagen 62 - Diagrama unifilar - Red Eléctrica

19.7. Determinación de las Impedancias

19.7.1. Impedancia de la Red

$$Z_{Red} = \frac{c \times U^2}{S_k} = \frac{1,1 \times 0,4^2}{280 \times 10^3} = 628,6 \times 10^{-9} [\Omega]$$

$$R_{Red} = 0,1 X_{Red}$$

$$Z_{Red}^2 = R_{Red}^2 + X_{Red}^2$$

$$Z_{Red}^2 = (0,1 X_{Red})^2 + X_{Red}^2$$

$$Z_{Red} = 1,005 X_{Red}$$

$$X_{Red} = 625,4 \times 10^{-9} [\Omega]$$

$$R_{Red} = 62,5 \times 10^{-9} [\Omega]$$

19.7.2. Impedancia del transformador

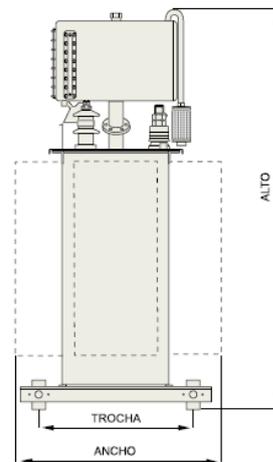
Para determinar la impedancia del transformador de potencia que alimenta la planta industrial proyectada, fue necesario recurrir a las hojas técnicas de un fabricante de transformadores normalizados para obtener los datos de placa del mismo, debido a que no contamos con más datos que la potencia nominal de este.

Para ello, se recurrió a las hojas técnicas del fabricante Tadeo Czerweny, de donde se extrae la siguiente tabla con los datos necesarios del transformador de 160[kVA].

IRAM 2250 (*) / 2269 (#)

Transformadores de Distribución - Relación 13,2 ±2x2,5% / 0,4 kV								
Potencia (kVA)	Pérdidas (W)		Ucc (%)	Dimensiones (mm)			Masa (kg)	
	Po	Pcc		Largo	Ancho	Alto		
* 25	160	600	4	1250	750	1250	600	410
* 40	200	900	4	1300	750	1300	600	490
* 63	270	1350	4	1300	750	1300	600	540
80	315	1500	4	1450	750	1300	600	620
*100 #	350	1750	4	1450	750	1350	600	660
125	420	2100	4	1500	750	1350	600	700
*160 #	500	2500	4	1600	750	1450	600	840
*200 #	600	3000	4	1650	850	1450	600	890
*250 #	700	3500	4	1650	900	1450	700	1040
*315	850	4250	4	1650	900	1500	700	1220
*400	1000	5000	4	1700	950	1700	700	1490
*500	1200	6000	4	1700	1050	1700	700	1760
*630	1450	7250	4	1700	1050	1900	800	1960
*800	1750	8750	5	1950	1050	2025	800	2390
*1000	2000	10500	5	2100	1100	2050	800	3080
*1250	2300	13800	5	2200	1250	2150	1000	3540
*1600	2700	17000	6	2400	2200	2100	1000	4130
*2000	3000	21500	6	2500	2500	2200	1000	5060
*2500	3300	24800	6	2700	2500	2300	1200	6110
3000	3750	27000	6	2800	2600	2700	1200	6900

IRAM 2269 con soporte para sujeción a poste y sin ruedas.



Se extraen los siguientes datos necesarios:

$$S_N = 160[kVA]$$

$$U_{cc} = 4\%$$

$$P_{cc} = 2500[W]$$

La corriente nominal del transformador será:

$$I_N = \frac{160}{\sqrt{3} \times 0,4} = 231[A]$$

La impedancia será:

$$Z_{TRAFO} = U_{cc} \times \frac{U^2}{S_N}$$

$$Z_{TRAFO} = \frac{4}{100} \times \frac{400^2}{0,16 \times 10^6}$$

$$Z_{TRAFO} = 0,04[\Omega]$$

La resistencia será:

$$R_{TRAFO} = \frac{P_{cc}}{3 \times I_N^2}$$

$$R_{TRAFO} = \frac{2500}{3 \times 231^2}$$

$$R_{TRAFO} = 0,0156[\Omega]$$

La reactancia será:

$$X_{TRAFO} = \sqrt{Z_{TRAFO}^2 - R_{TRAFO}^2}$$

$$X_{TRAFO} = \sqrt{0,04^2 - 0,0156^2}$$

$$X_{TRAFO} = 0,0368[\Omega]$$

19.7.3. Impedancia de los conductores

Para la impedancia de los conductores se recurrió al catálogo del fabricante PYSMIAN de donde fueron seleccionados los diferentes conductores para la instalación. De allí se extrajeron los valores de resistencia y reactancia para cada uno y luego se los afecto por las respectivas longitudes.

Las tablas se encuentran dentro del Anexo A con los valores para todos los conductores.

19.7.4. Impedancia de los motores eléctricos

Para determinar las impedancias de los motores eléctricos que se proyectan colocar en la planta industrial, se recurrió a la normativa AEA 90909 “Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna” – Parte 0 - Cálculo de las corrientes. De allí se extraje el procedimiento de cálculo de la impedancia de motores asíncronos, el cual se extrae a continuación de la página 37 de dicha norma.

La impedancia $Z_M = R_M + jX_M$ de los motores asíncronos en los sistemas de secuencia directa e inversa, a aplicar en el cálculo de I'_{rk} , puede ser determinada mediante:

$$Z_M = \frac{1}{\frac{I_{LR}}{I_{rM}}} \times \frac{U_{rM}}{\sqrt{3} \times I_{rM}} = \frac{1}{\frac{I_{LR}}{I_{rM}}} \times \frac{U_{rM}^2}{S_{rM}}$$

Donde:

U_{rM} es la tensión asignada del motor

I_{LR} es la corriente asignada del motor

S_{rM} es la potencia aparente asignada del motor $\left(S_{rM} = \frac{P_{rM}}{\eta_{rM} \cos \phi_{rM}} \right)$

$\frac{I_{LR}}{I_{rM}}$ es la relación entre la corriente a rotor bloqueado y la corriente asignada del motor

Si se conoce $\frac{R_M}{X_M}$, entonces X_M debe ser calculada como se indica a continuación:

$$X_M = \frac{Z_M}{\sqrt{1 + \left(\frac{R_M}{X_M}\right)^2}}$$

Utilizando este procedimiento de cálculo y obteniendo del fabricante de motores eléctricos WEG los valores de $\frac{I_{LR}}{I_{rM}}$, se calculan las impedancias de los motores intervinientes en la planta proyectada que representan las mayores potencias de consumo y por ende sus corrientes. A continuación, se muestra la tabla resumen con los valores obtenidos.

IMPEDANCIAS DE LAS CARGAS					Z(Ω)				
Tablero	Carga	Potencia nominal [kW]	Corriente [A]	Factor de Potencia Cos φ	R	Xj	Z	α	α°
Principal	Puente Grúa	5,22	9,54	0,79	0,51295	3,41964	3,45790	1,42191	81,46904
Principal	Compresor a tornillo	15,00	24,89	0,87	0,19666	1,31105	1,32571	1,42191	81,46904
Principal	Horno de curado	2,35	4,92	0,69	0,99559	6,63728	6,71153	1,42191	81,46904
Tablero 2	Plegadora Hidráulica	4,00	7,80	0,74	0,62727	4,18179	4,22857	1,42191	81,46904
Total corriente			47,14						

19.8. Corrientes de Cortocircuito

Para poder determinar la magnitud de la corriente de cortocircuito en cada tramo, primero decidimos ubicar los sectores de la instalación donde sería posible que ocurra una falla. Se muestra a continuación el diagrama unifilar de la planta con la ubicación y nombre de cada una de las fallas. Cabe mencionar que solo fueron tenidos en cuenta los cortocircuitos trifásicos ya que son estos los que generalmente causan mayores daños en las instalaciones eléctricas.

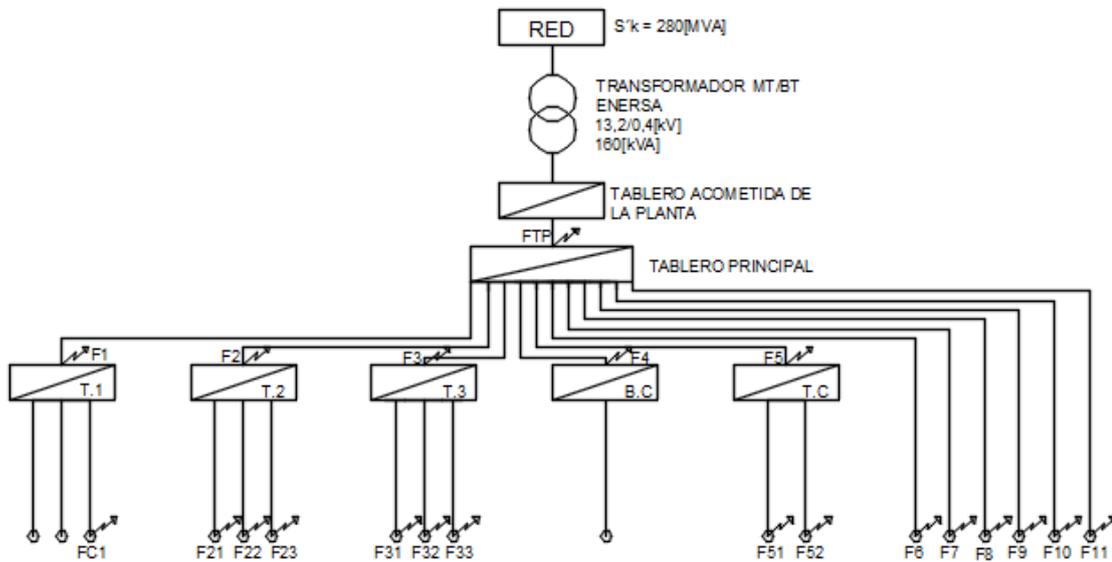


Imagen 63 - Diagrama unifilar - Fallas - Red Eléctrica

Para los cálculos, decidimos empezar aguas arriba en la instalación, comenzando por la falla “FTP” (falla en tablero principal), la cual toma las impedancias de la Red, el Transformador de MT/BT que provee la energía y los tramos de conductor correspondientes (en este caso tomamos una longitud de 100 metros, relacionada a la distancia del Transformador al Tablero Principal).

El cálculo de la impedancia total para este caso resultó en los siguientes valores:

$$Z_{total} = Z_{red} + Z_{trafo} + Z_{conductores} = \sqrt{(R_{total})^2 + (X_{total})^2}$$

$$R_{total} = R_{red} + R_{trafo} + R_{conductores}$$

$$X_{total} = X_{red} + X_{trafo} + X_{conductores}$$

		Z[Ω]		
R	Xj	Z	α	α°
0,03883	0,04415	0,05879	0,850	48,67
R/X	X/R			
0,879	1,137			

Una vez obtenida la impedancia, se procede a calcular la Corriente trifásica de cortocircuito I''_{K3} , cuya ecuación es:

$$I''_{K3} = \frac{c \times U}{\sqrt{3} \times Z_{total}} = \frac{1,1 \times 400[V]}{\sqrt{3} \times 0,05072[\Omega]}$$

$I''_{K3} [A]$	4320,68
----------------	---------

De la relación entre la parte Resistiva y la parte Inductiva de la impedancia se obtiene el coeficiente χ (gráfico sacado del manual "Corrientes de Cortocircuito AEG TELEFUNKEN"), el cual nos permite obtener la corriente de choque de cortocircuito:

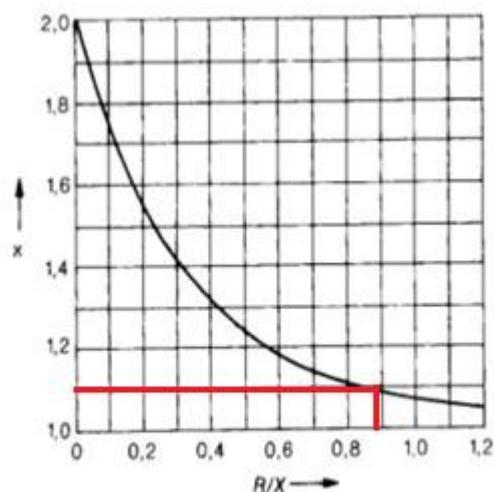


Fig. 6. Factor χ para el cálculo de la corriente de choque de cortocircuito.

$$I_s = I''_{K3} \times \sqrt{2} \times \chi = 4320,68[A] \times \sqrt{2} \times 1,08$$

χ	1,08
$I_s [A]$	6599,20

Ahora debemos comparar el 1% de la corriente de cortocircuito I''_{K3} con la corriente nominal de los motores que podrían estar en funcionamiento simultaneo. Para obtener esta corriente nominal, decidimos sumar la corriente de consumo de varias máquinas que podrían estar trabajando al mismo tiempo. Estas son: Plegadora, Torno 1, Fresadora 2 y Compresor de aire. La suma total de estas corrientes es:

$I_{n \text{ motores}}$	47,14
-------------------------	-------

Comparamos con el 1% de I''_{K3} :

$0,01 I''_{K3}$	43,21
-----------------	-------

Como $I_{n \text{ motores}} > 0,01 I''_{K3}$, se debe agregar la malla en paralelo de motores.

En los casos en que la comparación del 1% de I''_{K3} con la $I_{n \text{ motores}}$ diera mayor la $I_{n \text{ motores}}$, se calcula una impedancia equivalente Z_{eq} resultante de la suma de las

impedancias en paralelo: impedancia total Z_{total} (correspondiente a cada punto donde se calcula el cortocircuito) e impedancia de la malla de motores Z_{eq} .

Malla Paralela motores					
Tablero Principal	Z[Ω]				
	R	Xj	Z	α	α°
Puente Grúa	0,51295	3,41964	3,45790	1,42191	81,46904
Conduc Puente G-TP	0,95500	0,00995	0,95505	0,01042	0,59693
Compresor a tornillo	0,19666	1,31105	1,32571	1,42191	81,46904
Conduc Comp-TP	0,29008	0,00486	0,29012	0,01674	0,95903
Horno de curado	0,99559	6,63728	6,71153	1,42191	81,46904
Conduc Horno-TP	0,53480	0,00557	0,53483	0,01042	0,59693
Z1+Z2+Z3	3,48507	11,38834	11,90966	1,27382	72,98461
Z1*Z2*Z3			4,58418	2,84381	162,93809
ZeqcargasTP	0,00031	0,38491	0,38491	1,56999	89,95348
Tablero 2	Z[Ω]				
	R	Xj	Z	α	α°
Plegadora Hidraulica	0,62727	4,18179	4,22857	1,42191	81,46904
Conduc Plegadora-T2	0,04775	0,00050	0,04775	0,01042	0,59693
Conduc T2-TP	0,07672	0,00288	0,07677	0,03754	2,15070
Zeq2	0,75173	4,18517	4,25214	1,39307	79,81702
Z Equivalente motores	Z[Ω]				
	R	Xj	Z	α	α°
ZeqcargasTP	0,00031	0,38491	0,38491	1,56999	89,95348
Zeq2	0,75173	4,18517	4,25214	1,39307	79,81702
Z1+Z2	0,75204	4,57008	4,63154	1,40770	80,65507
Z1*Z2			1,63671	2,96306	169,77050
Zeqm	0,00545	0,35334	0,35338	1,55536	89,11543

	Z[Ω]				
	R	Xj	Z	α	α°
Z+Zeqm	0,044	0,397	0,400	1,460	83,643
Z*Zeqm			0,021	2,405	137,789
Zeq	0,030	0,042	0,052	0,945	54,145

Con estos nuevos valores de impedancia, resultante de calcular el paralelo entre la impedancia original planteada hasta el punto de fallo y la impedancia de los motores intervinientes de mayor potencia que pueden encontrarse en funcionamiento simultaneo, se hallan los coeficientes necesarios y las corrientes de cortocircuito resultantes.

R/X	X/R
0,723	1,384

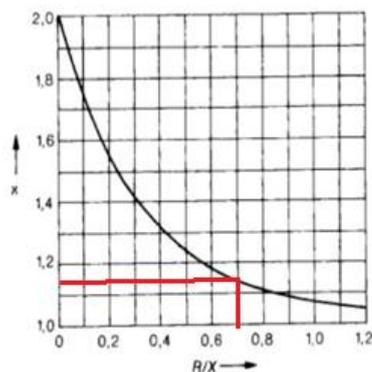


Fig. 6. Factor x para el cálculo de la corriente de choque de cortocircuito.

$I''k3$	4890,07
x	1,13
I_s	7814,63

Como era de esperarse, las corrientes de cortocircuito trifásico dieron valores superiores a los obtenidos en primera instancia.

Los cálculos de todas las fallas fueron realizados bajo el mismo procedimiento en tablas de EXCEL y se encuentran en el Anexo A. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada falla.

Falla FTP	Falla FC1
4890,07	2804,88
Falla F1	Falla F21
2872,87	1838,47
Falla F2	Falla F22
2410,25	1659,44
Falla F3	Falla F23
880,88	923,54
Falla F4	Falla F31
4764,66	871,86
Falla F5	Falla F32
839,30	836,34
Falla F6	Falla F33
779,43	833,49
Falla F7	Falla F51
836,34	825,54
Falla F8	Falla F52
880,88	819,99
Falla F9	
1130,92	
Falla 10	
944,49	
Falla F11	
2142,21	

19.9. Verificación de los conductores a cortocircuito

Una vez obtenidas todas las corrientes de cortocircuito, procedemos a verificar si los conductores seleccionados soportan estas corrientes el tiempo que tardan las protecciones en actuar. Este tiempo resulta ser de 0,01[s] para el común de las protecciones que hemos estudiado.

El manual de la marca PRYSMIAN de conductores brinda la fórmula que relaciona a la corriente de cortocircuito con la sección del conductor y el tiempo que soporta dicho conductor a esta corriente:

$$I_{cc} = k \times \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Siendo:

- I_{cc} la corriente de cortocircuito [A].
- k constante que depende del material del conductor y del tipo de aislamiento que tiene.
- S sección del conductor [mm^2].
- t duración del cortocircuito [s].

Según la tabla F-1 de la página 39 del manual de PRYSMIAN para Baja Tensión, la constante k tiene un valor de 115 para conductores de cobre y aislamiento termoplástico (tipo PVC) como en nuestro caso, para un máximo de 160°C.

Se muestra en una tabla de Excel las fallas con sus corrientes de cortocircuito, la sección previamente seleccionada y la corriente que soportan según esta ecuación para un tiempo de 0,01 segundos. Se marca en rojo aquellos conductores que deben aumentar su sección, y en verde aquellos que soporta la corriente de cortocircuito.

Resumen Cortocircuito					
	Sección Seleccionada [mm ²]	Verificación 0,01s [A]		Sección Seleccionada [mm ²]	Verificación 0,01s [A]
Falla FTP 4890,07	95	109250	Falla FC1 2804,88	4	4600
Falla F1 2872,87	6	6900	Falla F21 1838,47	2,5	2875
Falla F2 2410,25	10	11500	Falla F22 1659,44	10	11500
Falla F3 880,88	2,5	2875	Falla F23 923,54	2,5	2875
Falla F4 4764,66	10	11500	Falla F31 871,86	2,5	2875
Falla F5 839,30	2,5	2875	Falla F32 836,34	2,5	2875
Falla F6 779,43	2,5	2875	Falla F33 833,49	2,5	2875
Falla F7 836,34	2,5	2875	Falla F51 825,54	2,5	2875
Falla F8 880,88	2,5	2875	Falla F52 819,99	2,5	2875
Falla F9 1130,92	4	4600			
Falla 10 944,49	2,5	2875			
Falla F11 2142,21	2,5	2875			

Se muestra a continuación, los resultados obtenidos para las tres verificaciones realizadas para los conductores adoptados para los tableros seccionales y cargas antes mencionados:

Tabla 29 - Tabla Resumen de Conductores - Red Eléctrica

Tablero	Carga	Corriente	Calentamiento			Conductor Seleccionado		
			Caída de tensión	Corriente de cortocircuito	Sección [mm ²]	Sección [mm ²]	Sección [mm ²]	Sección definitiva
Tablero Principal	Puente Grúa	2,86	2,5	0,22	2,5	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, bandeja perforada Imáx=22A
Tablero Principal	Cabina de Pintura	1,70	2,5	0,19	2,5	2,5	2,5	Conductor tripolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero Principal	Horno de Curado	2,95	2,5	0,27	2,5	2,5	2,5	Conductor tripolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero Principal	Compresor a tornillo	24,89	4	1,98	4	4	4	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, bandeja perforada Imáx=30A
Tablero Principal	Tablero 1	31,20	6	2,43	6	6	6	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=30A
Tablero Principal	Tablero 2	18,93	10	5,12	10	10	10	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=40A
Tablero Principal	Tablero 3	6,28	2,5	0,95	2,5	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero Principal	Tableros de consumo	9,22	2,5	0,98	2,5	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero Principal	Iluminación	4,71	2,5	0,52	2,5	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero Principal	Oficinas	8,62	2,5	0,14	2,5	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero Principal	Banco de capacitores	44,30	10	0,09	10	10	10	Conductor tripolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, Imáx=52A

Tabla 30 - Tabla resumen de Conductores - Red Eléctrica

Tablero	Carga	Corriente	Calentamiento	Caída de tensión	Corriente de cortocircuito	Conductor Seleccionado	
			Sección [mm ²]	Sección [mm ²]	Sección [mm ²]	Sección definitiva	Descripción
Tablero 1	Tablero de consumo 1	20,17	4	0,04	4	4	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=23A
	Tablero de consumo 2	20,17	4	0,79	4	4	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=23A
	Tablero de consumo 3	20,17	4	1,15	4	4	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=23A
Tablero 2	Plegadora Hidráulica	7,80	2,5	0,14	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
	Pantógrafo Plasma	40,41	10	4,39	10	10	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=40A
	Sierra de corte basculante	2,08	2,5	0,29	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tablero 3	Sierra de corte automática	4,49	2,5	0,11	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
	Fresadora copiadora	2,24	2,5	0,32	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
	Agujereadora de banco	2,24	2,5	0,34	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
Tableros de consumo	Maquinas manuales	5,81	2,5	0,59	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A
	Malacate electrico	2,50	2,5	0,37	2,5	2,5	Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, caño a la vista Imáx=17A

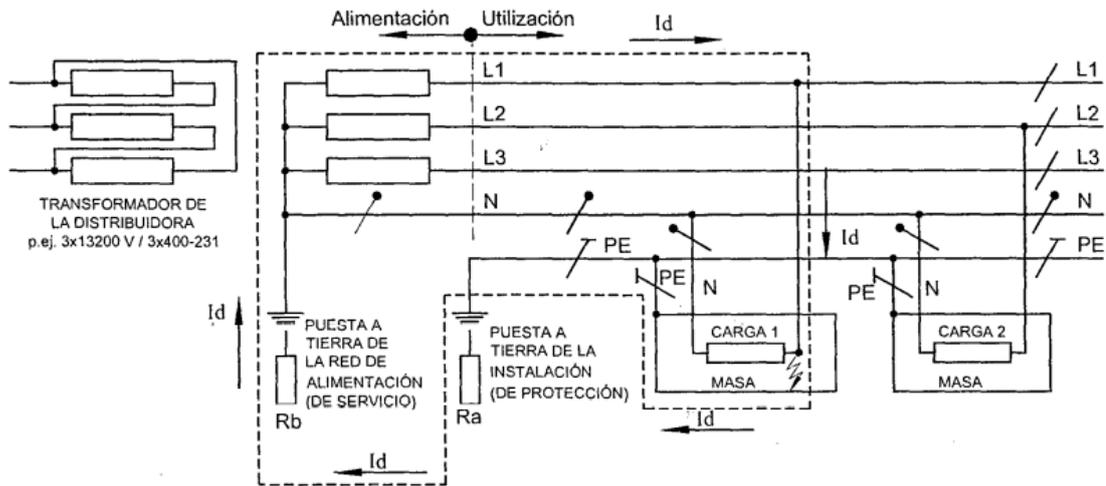
19.10. Puesta a Tierra

Para el caso de nuestra nave industrial, se deciden adoptar los siguientes criterios previos al cálculo y dimensionamiento de la puesta a tierra:

- Esquema de puesta a tierra: se decide adoptar un esquema de puesta a tierra TT.
- La resistencia específica del terreno donde se introduce la jabalina (tierra) es:

$$\rho_{tierra} = 90 \Omega m$$

- Como se adopta un esquema TT de puesta a tierra, el centro estrella del transformador se pone a tierra (Neutro), mientras que toda nuestra instalación se pone a tierra independientemente a través de un conductor separado. Esta puesta a tierra se realiza en el tablero principal de la instalación mediante una o más jabalinas (a calcular). De esta sale un conducto PE al que se conectan todas las puestas a tierra de las distintas cargas de la instalación. A continuación, se muestra una imagen de la norma AEA 90363-7-771 del 2006 que explica lo anterior mencionado.



Carga 1; carga 2: Diferentes cargas o consumos dentro del mismo inmueble.
PE: Conductor de protección de la instalación consumidora del inmueble, conectado a la puesta a tierra de protección, independiente de la puesta a tierra de servicio de la empresa distribuidora de energía eléctrica.
Id: Intensidad de corriente de defecto o de falla, en este ejemplo entre la fase L1 y masa, que cierra el lazo de falla por el suelo o tierra.
Ra: Resistencia de la puesta a tierra de protección de la instalación consumidora.
Rb: Resistencia de la puesta a tierra de servicio de la red de alimentación.

Figura 771.3.A - Esquema TT

Neutro de la alimentación a (T)ierra – Masas de la instalación de utilización a una (T)ierra independiente

- En esta misma norma indica que, todos los esquemas TT deben tener una protección diferencial que detecte las fugas por el conductor de puesta a tierra. Se decide poner una protección diferencial general en el tablero principal (a seleccionar), de sensibilidad alta (30 mA). Esto hace también, que el valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas sea: $Ra = 40\Omega$.

- La sección del conductor de protección S_{PE} se calculará tomando de referencia la siguiente tabla de la norma:

Tabla 771.18.III - Sección nominal mínima de los conductores de puesta a tierra y de protección

Sección nominal de los conductores de línea (fase) de la instalación "S" [mm ²]	Sección nominal del correspondiente conductor de protección "S _{PE} " [mm ²] y del conductor de puesta a tierra "S _{PAT} " [mm ²]
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S / 2

Primero debemos obtener las resistencias de puesta a tierra Ra (de nuestra instalación) y Rb (del servicio de la red de alimentación). Por reglamento, $Ra \leq 40\Omega$, y como la corriente máxima de contacto es $I_c = 30\text{ mA}$ y la tensión de contacto máxima es $U_H = 24V$.

$$Ra' = \frac{U_H}{I_c} = \frac{24V}{30\text{ mA}} = 800\Omega$$

Vemos que la resistencia por norma es mucho menor a la que necesitaría la protección diferencial para ser accionada.

Del tema anterior de este proyecto obtenemos las secciones de los conductores de puesta a tierra, según la tabla mostrada anteriormente.

Del Tablero de Acometida de la Planta al Tablero	Sección Seleccionada [mm ²]	Sección Puesta a Tierra [mm ²]
	95/50	50

Cabe aclarar que este conductor es el mismo modelo y material que los otros conductores, con una sección igual al de las fases ya que en ningún caso aguas abajo del tablero principal se supera una sección de 10[mm²] (primer caso de la norma).

La impedancia de los conductores de puesta a tierra resulta igual al de las fases, con la excepción de la puesta a tierra del tablero principal, esta queda como:

Tablero Principal	Puesta a tierra
Longitud	Longitud
5,00	5,00
Sección [mm ²]	Sección [mm ²]
95/50	50
Conductor tetrapolar Sintenax Valio marca PRYSMIAN, embutido en pared Imáx=156A	Conductor unipolar Superastic Flex amarillo-verde
R/km	R/km
0,232	0,386
X/km	X/km
0,0733	0,0777
R	R
0,00116	0,00193
Xj	Xj
0,0003665	0,0003885
Z	Z
0,001216521	0,001968713
α	α
0,306	0,199
α°	α°
17,53	11,38

Con estas, podemos calcular el valor de la corriente I_d de falla, suponiendo que las resistencias de puesta a tierra del transformador (según norma AEA 90364) $R_b = 2 \Omega$, y de nuestra instalación $R_a = 40\Omega$.

$$I_d = \frac{U_0}{R_L + R_{PE} + R_a + R_b}$$

Siendo:

- U_0 Tensión entre fase y neutro, en nuestro caso, 220 V
- R_L impedancia de la línea.
- R_{PE} impedancia del conductor de puesta a tierra.
- $R_a = 40\Omega$
- $R_b = 2\Omega$

Tomaremos como si existiera una falla a tierra en el tablero principal, para verificar que al multiplicar esta corriente por la resistencia de puesta a tierra no diera un valor de tensión mayor al de $U_H = 24V$.

$$R_L = Z_{S1} = 0,014 \Omega$$

$$R_{PE} = Z_{PES1} = 0,00193\Omega$$

$$R_a = 40\Omega$$

$$R_b = 2\Omega$$

$$I_{d \text{ tablero}} = \frac{U_0}{R_L + R_{PE} + R_a + R_b} = \frac{220 V}{(0,014 + 0,00193 + 40 + 2)\Omega} = 5,236 A$$

$$U_H = I_d \times R_a = 5,236 A \times 40\Omega = 209,44 V$$

Vemos que ante una falla a tierra es necesario colocar una o más jabalinas. Debemos lograr una resistencia de puesta a tierra de:

$$R_a = \frac{U_H}{I_d} = \frac{24 V}{5,236 A} = 4,58 \Omega$$

Como $\rho_{tierra} = 90 \Omega m$, si usamos jabalinas de 3 metros de longitud y diámetro $\frac{3}{4}$ " (o 19,05 mm). Según la norma, si la relación entre la longitud y el diámetro da un valor de entre 100 y 600, la resistencia de la jabalina se aproxima a $R = \frac{\rho}{L}$:

771-C.10.1: Jabalinas enterradas verticalmente

Para este tipo de electrodo se definen dos parámetros: el diámetro y su longitud.

La fórmula que permite calcular la resistencia para este tipo de electrodo es:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{8L}{d} - 1 \right)$$

donde:

L es la longitud de la jabalina enterrada,

d es el diámetro de la jabalina y

ρ es la resistividad del terreno.

Esta expresión puede emplearse en forma simplificada de la siguiente forma:

$$R \approx 0,75 \frac{\rho}{L} \quad \text{si } 25 \leq \frac{L}{d} \leq 100 \quad \text{aplicables por ejemplo a jabalinas de 16 mm x 1500 mm o 19 mm x 1500 mm}$$

$$R \approx \frac{\rho}{L} \quad \text{si } 100 < \frac{L}{d} \leq 600 \quad \text{aplicables por ejemplo a jabalinas de 16 mm x 2000 mm o 19 mm x 2000 mm}$$

$$R \approx 1,2 \frac{\rho}{L} \quad \text{si } 600 < \frac{L}{d} \leq 3000$$

$$\frac{L}{d} = \frac{3 m}{0,01905 m} = 157,5$$

$$R_a = \frac{\rho_{tierra}}{L}$$

$$n^{\circ} \text{ jabalinas} = \frac{\rho_{tierra}}{R_a \times L_{jabalina}} = \frac{90 \Omega m}{4,58\Omega \times 3 m} = 6,55 \cong 7$$

Se decide entonces, instalar 7 jabalinas de 3 metros de longitud y diámetro $\frac{3}{4}$ ", una en las proximidades del tablero principal, y las otras a 5 metros de distancia entre cada una y alrededor de la planta, unidas por un conductor de cobre sin aislación de 35 mm^2 de sección, que ayudará también a la reducción de la resistencia de la puesta a tierra.

La protección diferencial que requiere este tipo de puesta a tierra (TT) se verá a continuación en el siguiente tema.

19.11. Tableros Eléctricos y Equipos de Protección.

Selectividad

Una vez obtenidas las corrientes de cortocircuito trifásico en todos los puntos de la instalación eléctrica en donde es posible que ocurra un fallo, es momento de seleccionar los equipos de maniobra y protección para proteger la misma y a los usuarios que la gestionen, como así también a los operarios de la planta industrial.

Para ello, recurrimos a una herramienta online provista por SCHNEIDER ELECTRIC en la cual, ingresando los parámetros de funcionamiento de la red, como lo son la tensión nominal, corriente nominal, corriente de cortocircuito, la curva de disparo deseada, si es necesario protección diferencial, entre otros parámetros de configuración, el sitio del fabricante selecciona, dentro de su amplia gama de equipos, el más adecuado de acuerdo con los valores ingresados. Además, posee la posibilidad de seleccionar el tablero eléctrico adecuado y obtener una visualización de los equipos instalados dentro del mismo.

Una vez seleccionados los equipos adecuados para operar y proteger la instalación eléctrica completa de la planta industrial que se está diseñando, es importante definir las curvas de operación de los dispositivos y cómo quedan compuestas las gráficas de selectividad de los respectivos ramales del circuito eléctrico, con el objetivo de conocer el funcionamiento automático de la red y su actuación frente a posibles fallos.

Para obtener la superposición de las gráficas de los distintos equipos de protección y determinar si existe selectividad total o parcial en los diferentes circuitos conformados, se hizo uso de otra herramienta online provista por el fabricante SCHNEIDER ELECTRIC, en la cual

ingresando los dispositivos de su marca en orden en que se van sucediendo aguas abajo, el sitio ubica sus gráficas de disparo corriente-tiempo y así se puede determinar de manera precisa la selectividad existente. Este sitio web se puede encontrar como “Electrical Calculation Tools – Comprobar Selectividad”.

A continuación, se detallan los equipos de maniobra y protección seleccionados para la instalación eléctrica, junto con sus tableros correspondientes.

19.12. **Tablero Principal**

Para el tablero principal de comando general de la planta se decidió colocar un seccionador con el objetivo de seccionar o aislar la planta del suministro eléctrico externo.

Como es necesario instalar para el corte general automático de la alimentación de la planta en caso de una sobre corriente o cortocircuito, interruptores que soporten los 168[A] de consumo, se decidió colocar dos interruptores termomagnéticos de 125[A] cada uno, los cuales deben ser los últimos equipos en disparar en caso de ocurrir un fallo en la instalación, ya que éstos en caso de accionarse dejan sin suministro eléctrico a gran parte de la instalación. Esta manera de seccionar el esquema unifilar y dividir las cargas entre ambos interruptores automáticos es una alternativa más de selectividad para la instalación (ubicados físicamente próximos al seccionador principal).

Aguas abajo encontramos todos los interruptores termomagnéticos de maniobra y protección que habilitan o dejan fuera de servicio cada tablero seccional y las cargas que se habilitan directamente desde este tablero, observando que la suma de las corrientes nominales es similar en cada rama por debajo de los termomagnéticos generales.

A continuación, se muestra el esquema con los equipos mencionados anteriormente y que componen el tablero principal.

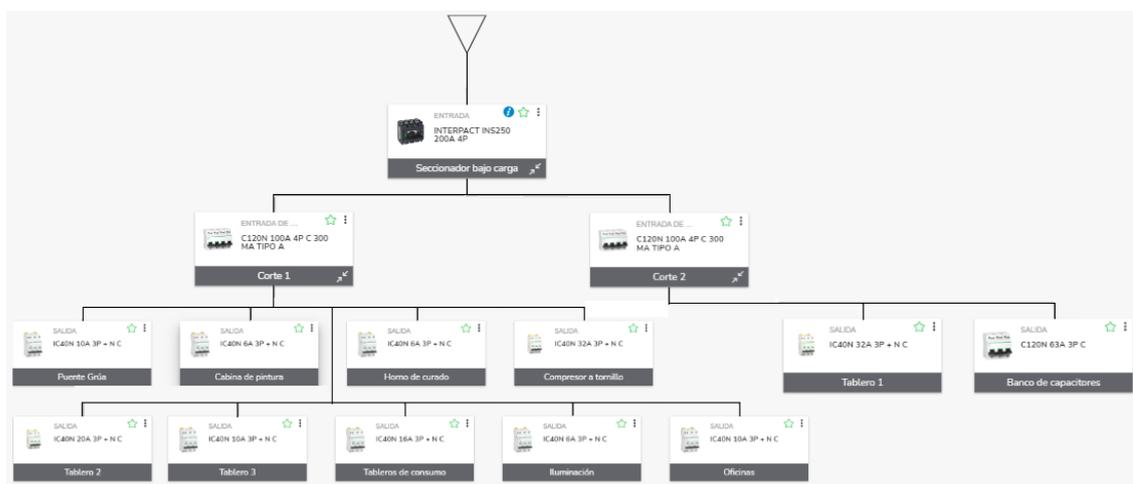


Imagen 64 - Unifilar de Protecciones – Red Eléctrica

Para la instalación de los equipos se seleccionó un tablero metálico marca SCHNEIDER ELECTRIC modelo “PrismaSeT G IP40”, de 21 módulos y de un alto de 1080[mm]. Se selecciona un 20% de reserva para futuras ampliaciones de la instalación.

Cabe aclarar que según la reglamentación de la AEA para instalaciones eléctricas en inmuebles y para un sistema de conexión de puesta a tierra tipo TT es obligatorio el uso de protección diferencial. Para cumplir con esto, cada tablero debe tener su protección diferencial o bien, para simplificar la instalación se podría poner una única PD en el tablero principal. Por este motivo es que se instalan dos protecciones diferenciales asociadas a cada interruptor automático de corte general.

A continuación, se muestra el tablero principal de la instalación eléctrica.



Imagen 65 - Tablero Principal - Red Eléctrica

19.12.1. Selectividad tablero principal

Para obtener las curvas y así determinar la selectividad existente, primero es necesario introducir la tensión de operación de la red eléctrica y el tipo de norma, la cual puede ser doméstica o industrial, en este caso, aplica la industrial. Luego de ingresar estos datos, es momento de ir incorporando las protecciones.

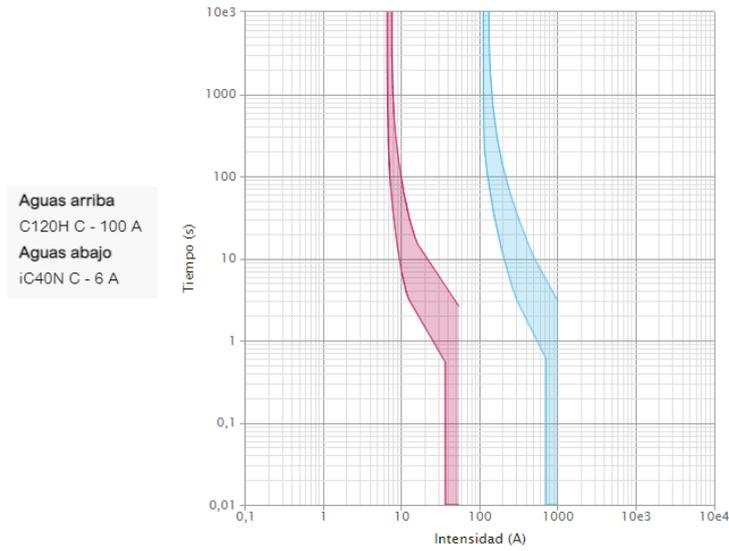
Por cuestiones de representación, cabe mencionar que esta herramienta en el sector de las gráficas de disparo por cortocircuito solo muestra una pequeña línea horizontal, pero en la realidad, ésta se extiende hasta el umbral de corriente correspondiente a la capacidad de ruptura del equipo.

Tensión de fase a fase (V)	400
Tipo de norma	Industrial

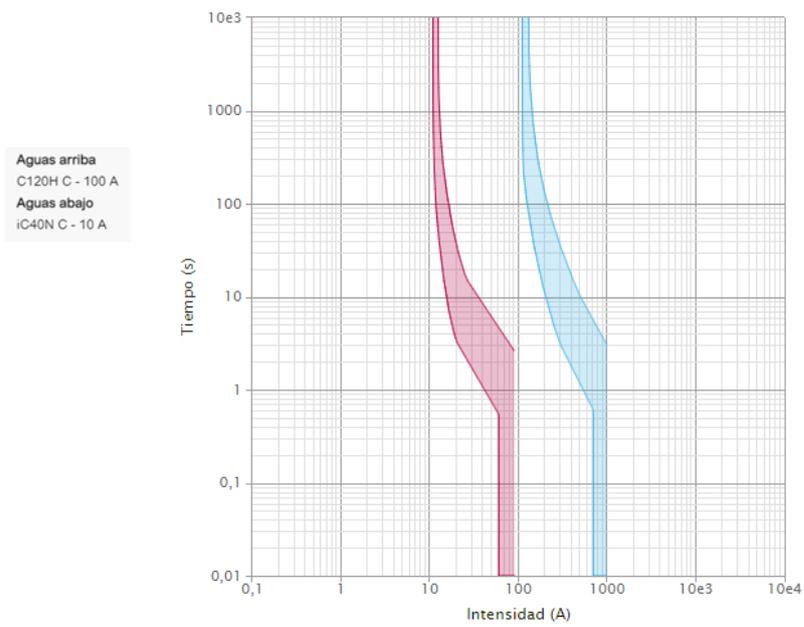
Primero se debe colocar la protección termomagnética del tablero principal encargada del comando y corte general de la planta y el cual se mantendrá constante para todos los diagramas. Luego, se debe introducir el equipo correspondiente a la habilitación del tablero seccional o la carga del que se trate, también ubicada en el tablero principal. Finalmente, aguas abajo, se debe colocar la protección correspondiente a la carga del tablero seccional para así obtener la superposición de las curvas.

• Selectividad de las cargas independientes

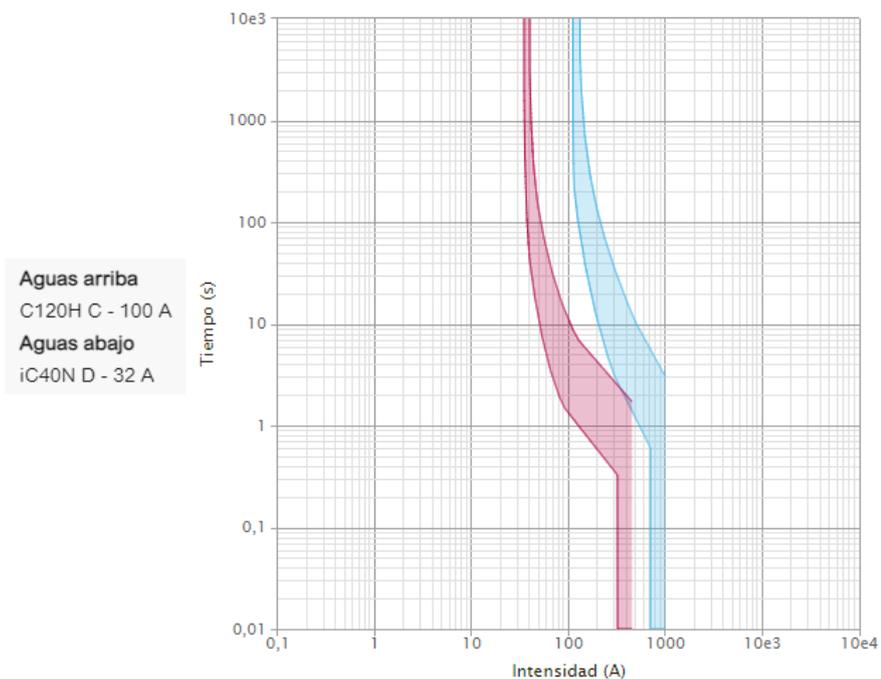
Cabina de Pintura, Horno de Curado, Iluminación



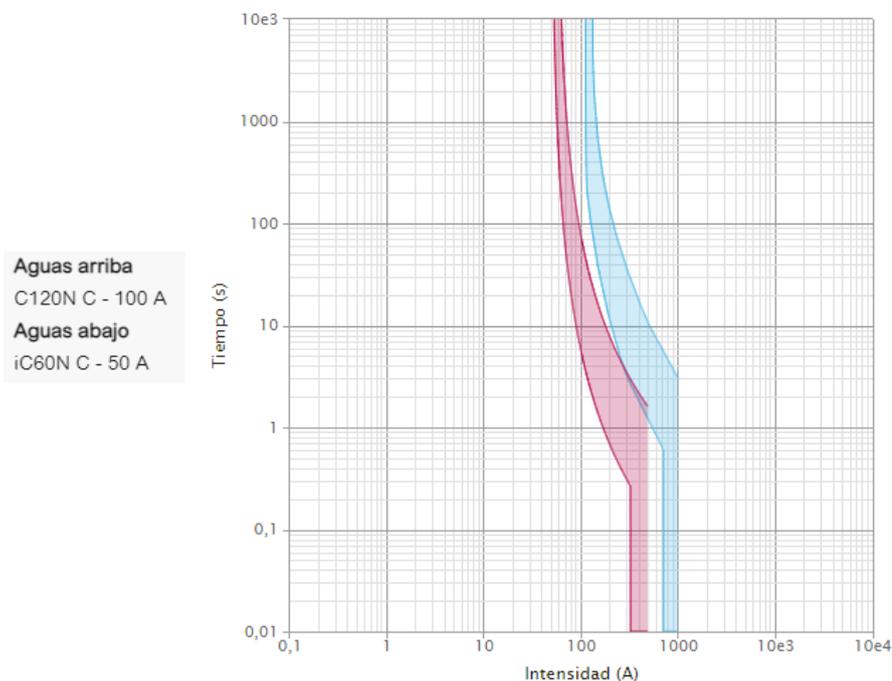
Puente Grúa, Oficinas



Compresor a tornillo



Banco de Capacitores



Como se observa en las gráficas anteriores, existe una selectividad total para los equipos e instalaciones que van conectadas directamente al tablero principal. Para el caso del banco de capacitores, la selectividad es parcial, ya que aproximadamente a los 800[A], las curva se solapan por disparo por corriente de cortocircuito.

19.12.2. Tablero 1

A continuación, se muestran las protecciones seleccionadas y como quedaría conformado el tablero seccional mencionado.



Tablero tipo “PrismaSeT G IP40”, de 18 módulos y de un alto de 330[mm]. Se selecciona un 50% de reserva para futuras ampliaciones de la instalación.

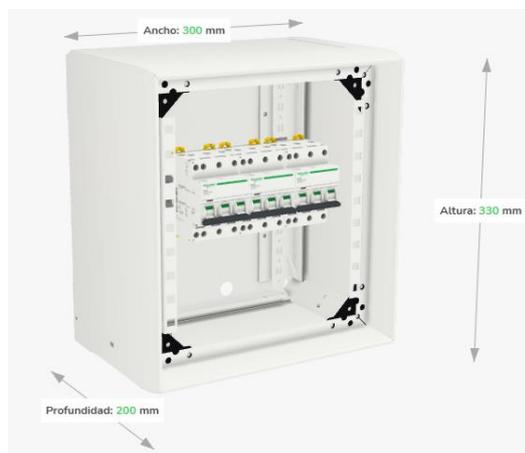
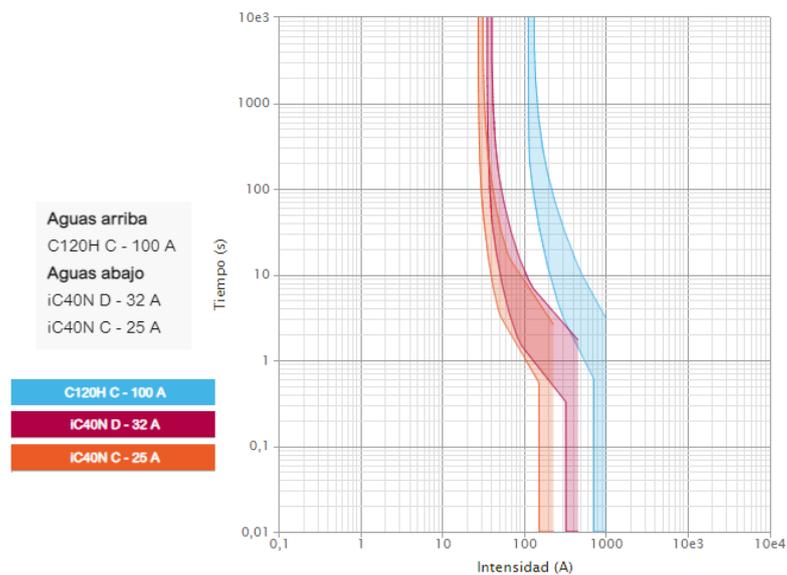


Imagen 66 - Tablero 1 - Red Eléctrica

- Selectividad del tablero 1 y sus cargas



Como se aprecia de la superposición de las curvas de selectividad para este tablero, existe una selectividad parcial entre la protección de 32[A] instalada en el tablero principal y las protecciones de 25[A] colocadas en el tablero seccional 2.

19.12.3. Tablero 2

A continuación, se muestran las protecciones seleccionadas y como quedaría conformado el tablero seccional mencionado.

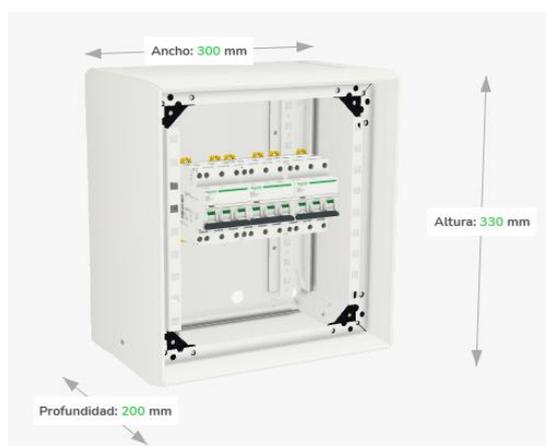
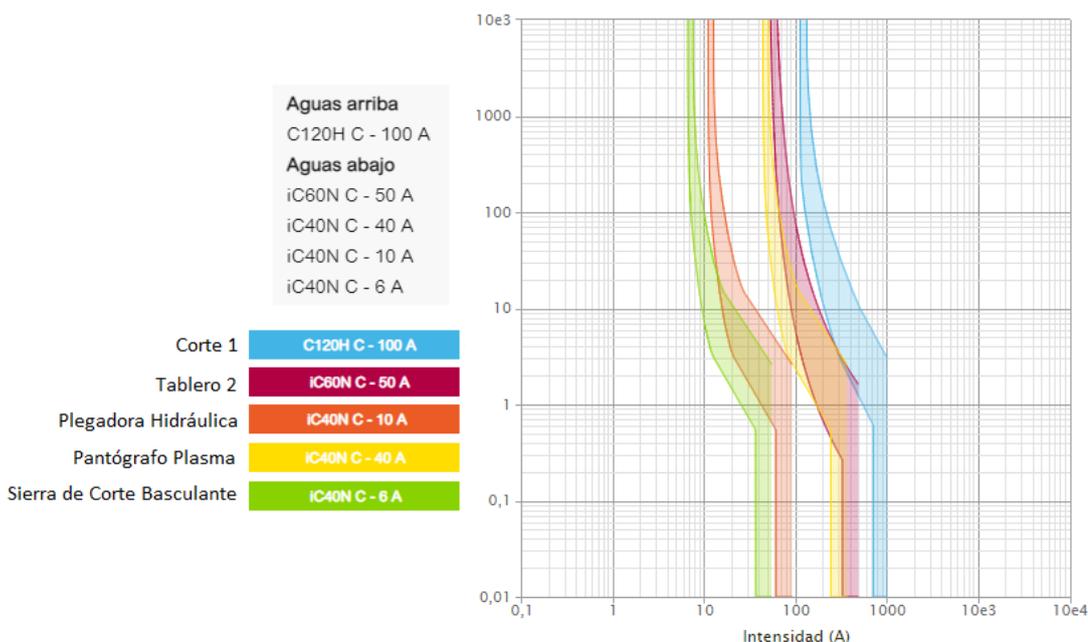


Imagen 67 - Tablero 2 - Red Eléctrica

Siguiendo con el mismo esquema para el cálculo de la selectividad que en el tablero anterior, luego de colocar el interruptor de corte general y la protección correspondiente a la habilitación del tablero seccional 2 que se encuentra en el tablero principal, se colocan los interruptores termomagnéticos aguas abajo para sus respectivas cargas.



En la imagen anterior se puede observar la selectividad entregada por los equipos seleccionados. El gráfico debe interpretarse de la siguiente manera: la curva color celeste representa el disparo de la protección general del tablero principal (Corte 1) y aguas abajo se encuentra el dispositivo que habilita el tablero seccional 2 (curva violeta). Entre ellos existe una selectividad la cual es total hasta los 800[A] aproximadamente. Luego las demás curvas correspondientes a las tres cargas conectadas al tablero seccional en cuestión son independientes entre sí y se deben corroborar con las dos mencionadas anteriormente (celeste y violeta). Como se aprecia, existe una selectividad parcial para la plegadora hidráulica y para la sierra de corte. Para el pantógrafo existe una selectividad parcial.

19.12.4. Tablero 3

A continuación, se muestran las protecciones seleccionadas y como quedaría conformado el tablero seccional mencionado.



Con respecto al tablero eléctrico, se sigue optando por el mismo modelo y marca que los tableros seccionales anteriores, son la salvedad que, en éste, la reserva modular es del 20%.

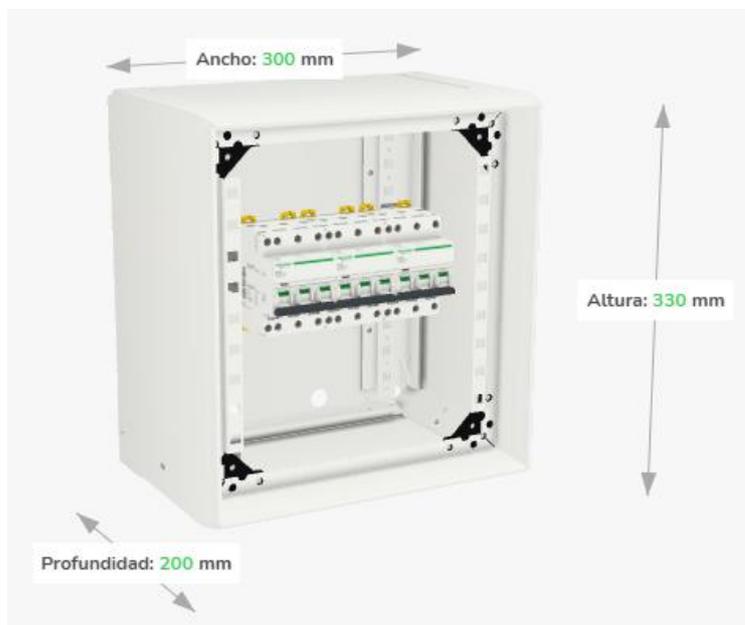
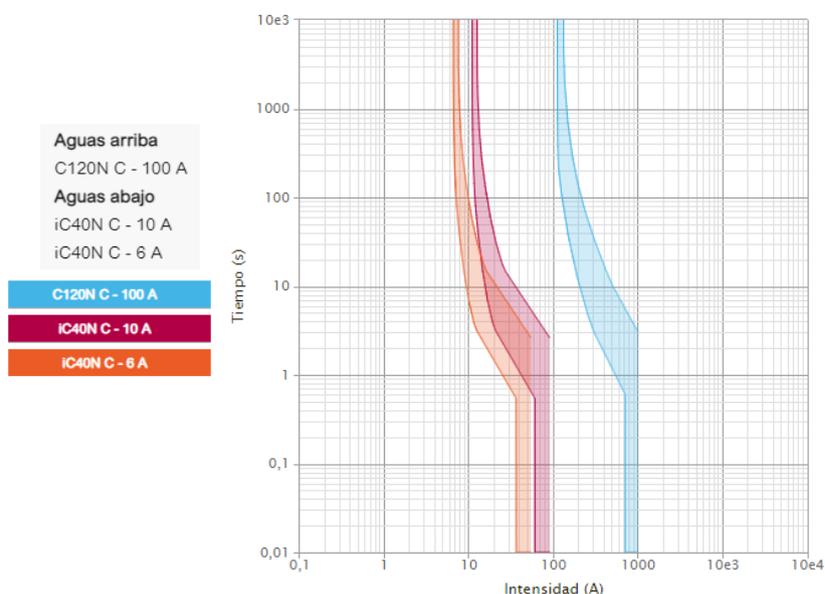


Imagen 68 - Tablero 3 - Red Eléctrica

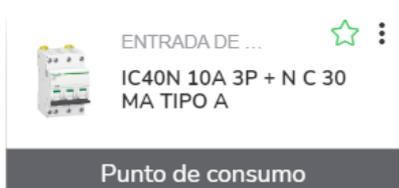
Siguiendo con el mismo esquema para el cálculo de la selectividad que en el tablero anterior, luego de colocar el interruptor de corte general y la protección correspondiente a la habilitación del tablero seccional 3 que se encuentra en el tablero principal, se colocan los interruptores termomagnéticos aguas abajo para sus respectivas cargas, que en este caso corresponden 3 interruptores iguales de 6[A].



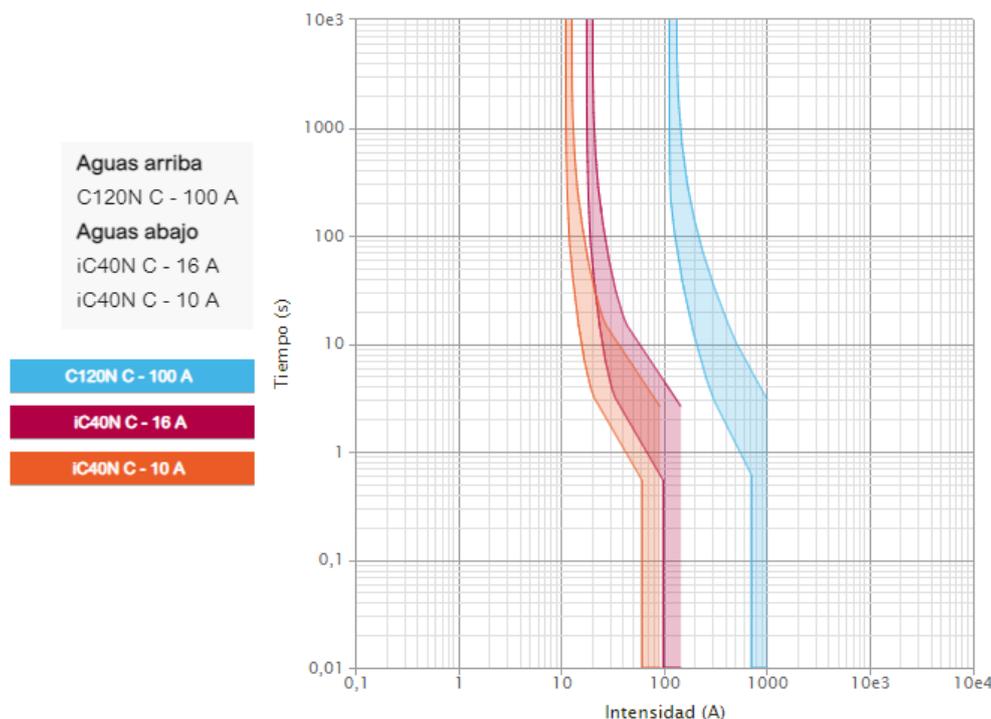
En este tablero existe una selectividad parcial entre el interruptor termomagnético de 10[A] dentro del tablero principal y el de 6[A] correspondiente a cada maquina conectada.

19.12.5. Tableros de consumo

Estos tableros son de uso general para la conexión de maquina eléctricas manuales, la conexión de los aparejos eléctricos de elevación de carga y demás requisitos de energía eléctrica. Cuentan con tomacorrientes trifásicos y monofásicos. Cabe mencionar que este tablero cuenta con protección diferencial a la entrada ya que es de uso continuo por parte de operarios.



En cuanto al tablero eléctrico, se continúa usando el mismo tablero marca Schneider que en los casos anteriores, pero de mayor cantidad de módulos con el objetivo de colocar los tomacorrientes necesarios. A continuación, se observa la disposición física de los equipos en el tablero.



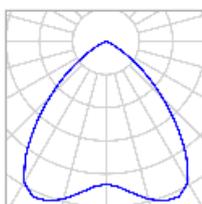
En este caso, la selectividad obtenida para los tableros de consumo es parcial.

19.13. Iluminación de la planta productiva

Para el diseño de la iluminación del taller de producción se recurre a la utilización del software DIALUX, el cual nos permite establecer la cantidad de luminarias necesarias para cubrir el nivel necesario de lúmenes a una altura de trabajo de 0,8[m] para nuestro tipo de trabajo. Para actividades como las desarrolladas dentro de la nave industrial, la Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo y en su decreto 351/79, establecen niveles de iluminación entre los 300 y 600 lúmenes dependiendo del sector que se trate.

Para el galpón, cuyas dimensiones son 22[m] de ancho por 45[m] de largo, utilizando un tipo de luminaria estándar para este tipo de ocupación del emplazamiento, ubicadas a 7[m] de altura sobre el nivel del piso, el resultado fue el siguiente:

Luminaria seleccionada:



Fabricante	Disano Illuminazione S.p.A
N° de artículo	321165-00
Nombre del artículo	1101 Lucente - con cristal
Lámpara	1x CDM-E MW 360

P	386.6 W
$\Phi_{Luminaria}$	26280 lm

Resultado obtenido:

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	455 lx	≥ 300 lx	✓	WP1
	g_1	0.00	-	-	WP1
Valores de consumo	Consumo	17400 kWh/a	máx. 34700 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	7.81 W/m ²	-	-	
		1.72 W/m ² /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Industria eléctrica y electrónica, Trabajos de montaje: a grosso modo, p.ej. transformadores grandes

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	Disano Illuminazione S.p.A	321165-00	1101 Lucente - con cristal	386.6 W	26280 lm	68.0 lm/W

20. Organización de la producción y personal interviniente

Con el objetivo de organizar los procesos productivos intervinientes, el personal que los lleva a cabo, los niveles de utilización de los equipos y el flujo de la materia prima y semielaborados, es necesario realizar un estudio de las capacidades productivas de la maquinaria y los puestos de trabajo. A su vez, como resultado final de esta administración de la producción, obtendremos el número adecuado de personas que son requeridas para cumplir con los niveles productivos fijados.

Comenzando con el estudio de los procesos intervinientes, es necesario establecer los tiempos de operación de la maquinaria. Para ello, recurrimos a los diagramas de procesos que fueron realizados en la etapa de anteproyecto y para fijar los tiempos de procesamiento del material, se visitó la empresa y diversos talleres que poseen la maquinaria seleccionada para nuestro proyecto y se analizó cada tarea que realiza el operario para cada punto del proceso productivo proyectado.

En el Anexo A se encuentran los tiempos productivos de cada estación de trabajo para ambas líneas productivas. A modo de ejemplo, se muestra a continuación el detalle de los tiempos de dos estaciones de trabajo de la línea de fabricación de aberturas de aluminio:

Tabla 31 - Tabla Tiempos tareas en corte de perfiles de aluminio

Corte de perfiles de aluminio			
<i>Tarea</i>	<i>Estación</i>	<i>Maquinaria/Operario</i>	<i>Tiempo de tarea unitaria [s]</i>
Buscar perfiles desde el almacén	Estación de corte	Operario	34
Cortar a longitud definida		Sierra automática de corte	24
Inspección de medida de corte		Operario	5
Almacenar perfil cortado		Operario	10
Total tiempo corte de perfil			73

Tabla 32 - Tabla Tiempo Tareas Ensamble de aberturas

Armado de aberturas			
Tarea	Estación	Maquinaria/Operario	Tiempo de tarea unitaria [s]
Buscar perfiles mecanizados	Ensamble de aberturas	Operario	30
Atornillado de marco de abertura		Operario/maquina manual	420
Buscar herrajes y accesorios		Operario	30
Instalación de herrajes y accesorios en marco		Operario/maquina manual	120
Inspección de ensamblado de marco		Operario	50
Buscar perfiles mecanizados		Operario	30
Colocación de felpa en perfiles		Operario	300
Atornillado de marco de hoja		Operario/maquina manual	480
Buscar vidrio a medida		Operario	120
Instalación de vidrio en hoja		Operario	600
Buscar burletes de goma		Operario	30
Colocación de burlete en hoja		Operario	276
Buscar herrajes y accesorios		Operario	30
Instalación de herrajes y accesorios en hoja		Operario/maquina manual	900
Inspección de hojas		Operario	45
Instalación de hojas sobre marco		Operario	600
Inspección de funcionamiento		Operario	120
Total tiempo armado de abertura			4181

Conociendo los niveles objetivos para el mercado de los productos y, teniendo en cuenta los tiempos anteriores y realizando un estudio de los procesos intervinientes para cada uno de ellos, como lo son cantidad de cortes, plegados, mecanizados, etc., se logra obtener la cantidad de días/hombres necesarios para cumplir con la producción. Para este cálculo se planteó una jornada laboral de 8 horas, siendo el tiempo productivo de la misma de 7,5 horas.

20.1. Línea de aluminio

Tabla 33 - Días hombre necesarios para producción mensual – línea aluminio

Horas laborales [h]	Días necesarios para producción				
	Corte de perfiles	Mecanizado de perfiles	Corte de vidrio	Ensamble de abertura	Expedición
7,5	0,57	0,61	0,34	0,77	0,14
7,5	0,87	0,94	0,55	1,24	0,23
7,5	0,47	0,51	0,27	0,62	0,12
7,5	0,49	0,54	0,34	0,77	0,14
7,5	0,92	1,00	0,41	1,86	0,35
7,5	0,94	1,02	0,00	2,32	0,43
7,5	2,27	2,46	0,00	3,56	0,66
7,5	1,07	1,16	0,82	1,86	0,35
7,5	1,00	1,08	0,82	1,86	0,35
7,5	0,35	0,38	0,00	1,44	0,75
7,5	0,65	0,70	0,62	2,79	0,52
Totales	9,60	10,39	4,18	19,10	4,04

Como se observa en la tabla anterior, la sumatoria de los tiempos de todas las estaciones intervinientes en el proceso productivo del aluminio da un resultado de

47,32[días/hombre], contemplando tiempos muertos y aquellos requeridos para eventualidades de descarga de materiales, entre otras actividades, se puede aproximar este resultado a 48[días/hombre] necesarios para cumplir con la producción.

Para determinar la cantidad de operarios necesarios, se toma en cuenta los días necesarios para cumplir con el proceso completo de toda la producción de la línea, la cantidad de horas laborales por jornada y el máximo de horas laborales mensuales permitidas (192 horas).

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{48 \left[\frac{\text{días}}{\text{hombre}} \right] \times 7,5 \left[\frac{\text{h}}{\text{día}} \right]}{192 \left[\frac{\text{h}}{\text{mes}} \right]} = 1,875 \cong 2$$

Del cálculo obtenemos que es necesario contar con 2 operarios para cumplir con los objetivos de producción. Sin embargo, debido a que son necesarios contemplar tiempos que no fueron tomados en cuenta en el cálculo del proceso, como lo son tiempos de descarga de materias primas, tiempos muertos de los operarios, configuraciones de los diferentes equipos, carga de productos en expedición, movimiento de scrap, mantenimientos autónomos de las máquinas-herramientas, entre otros, se toma la decisión de contar con 4 personas para la producción de aberturas y cerramientos de aluminio.

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = 4$$

20.2. Línea de acero

Tabla 34 - Días hombre necesarios para producción mensual – línea acero

Horas laborales [h]	Días necesarios para producción								
	Corte de caños	Corte de chapas	Plegado de chapas	Armado estructuras	Desbaste y pulido	Limpieza y preparación	Pintura	Curado de pintura	Expedición
7,5	0,19	0,58	0,30	1,62	0,19	0,17	0,13	0,13	0,12
7,5	0,04	0,14	0,11	0,81	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06
7,5	0,22	0,14	0,04	0,81	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06
7,5	0,18	0,00	0,00	0,81	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06
7,5	0,37	1,16	0,00	0,81	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06
7,5	0,48	0,00	0,00	0,81	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06
7,5	2,94	5,63	0,00	10,54	1,24	1,07	0,87	0,87	0,78
7,5	3,76	2,46	0,00	27,58	3,25	2,81	2,27	2,27	2,04
Totales	8,18	10,11	0,45	43,80	5,16	4,46	3,60	3,60	3,24

Como se observa en la tabla anterior, la sumatoria de los tiempos de todas las estaciones intervinientes en el proceso productivo de acero, da un resultado de 82,60[días/hombre], contemplando tiempos muertos y aquellos requeridos para eventualidades de descarga de materiales, entre otras actividades, se puede aproximar este resultado a 83[días/hombre] necesarios para cumplir con la producción.

Al igual que para la línea de aluminio, el cálculo del número de operarios necesarios será:

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{83 \left[\frac{\text{días}}{\text{hombre}} \right] \times 7,5 \left[\frac{\text{h}}{\text{día}} \right]}{192 \left[\frac{\text{h}}{\text{mes}} \right]} = 3,24 \cong 4$$

Adoptando el mismo criterio que para la línea de aluminio acerca de los tiempos improductivos, se decide contar con 5 personas para la línea de productos de acero.

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = 5$$

Si además se contemplan un puesto para actividades técnicas y dos para cuestiones administrativas, el número total de personas necesarias para la planta productiva será de 12 personas.

$$\text{Cantidad de personal necesario} = 12 \text{ personas}$$

21. Scrap derivado de producción

En el contexto industrial se denomina Scrap a todos los desechos y/o residuos derivados del proceso industrial. Es el desperdicio producto de cortes, sobrantes, malos procesamientos o materia prima rechazada, es decir, la suma de recursos que no cumplen las especificaciones requeridas o estándares de calidad.

Debido a que estos desperdicios de materiales tienen un elevado costo que debe minorizarse lo máximo posible, es importante que cada producto se encuentre dimensionado correctamente, al mismo tiempo de que si por pedido del cliente se realice un trabajo a medida, estos sobrantes se encuentren contemplados en los costos. Por otro lado, los procesos deben

optimizarse para lograr reducir estos desechos y los operarios capacitarse para no generar un sobre-volumen de estos.

Existen diferentes modos de generar Scrap en nuestro proyecto, ya que tener diferentes líneas de producción en donde intervienen distintos tipos de materias primas para la fabricación de los productos, es importante estimar una cantidad mensual de los mismos a fin de obtener su valor económico.

El Scrap que se genera de los procesos intervinientes son:

- Recortes y sobrantes no utilizables de perfiles de aluminio
- Viruta residual de aluminio
- Recortes y sobrantes no utilizables de caños estructurales, hierros ángulos y planchuelas de acero
- Recortes de chapas laminadas de acero
- Recortes de material desplegado
- Recortes y piezas rotas, rajadas o golpeadas de vidrio

21.1. Scrap generado en la línea productiva de acero

En base a las tablas del Anexo A y estableciendo diferentes criterios de estudio, podemos establecer el volumen aproximado de Scrap para la línea de acero. Los criterios de análisis considerados son:

- Estimaciones de volúmenes de caños estructurales, planchuelas, hierros ángulos y chapas laminadas necesarios por mes para cumplir con la demanda estipulada
- Dimensiones de los productos y cortes a realizar
- Porcentaje de errores humanos que generan desperdicios (estimado en 8% del volumen mensual)
- Porcentaje de fallas en materia prima (estimado en 1,5% del volumen mensual)

Tabla 35 - Scrap Acero

RESUMEN MENSUAL ACERO							
Perfil / Chapa	[m]-Unit	Medida Perfil	Scrap cortes [m,m2]	8% de error humano	%1,5 falla materia prima	Peso unitario perfil/chapa [kg/m,kg/m2]	Peso de Scrap
Caño estructural 10x20x1,2[mm]	234	6	0	18,72	3,51	0,55	12,2265
Caño estructural 20x20x1,2[mm]	407	6	1	32,64	6,12	0,75	29,82
Caño estructural 20x30x1,2[mm]	68	6	4	5,76	1,08	0,94	10,1896
Caño estructural 20x40x1,2[mm]	35	6	1	2,88	0,54	1,44	6,3648
Caño estructural 40x40x1,2[mm]	70,2	6	1,8	5,76	1,08	1,53	13,2192
Caño estructural 70x30x1,2[mm]	50,2	6	3,8	4,32	0,81	1,92	17,1456
Caño estructural 80x40x1,6[mm]	26,7	6	3,3	2,4	0,45	2,94	18,081
Caño estructural 80x80x1,6[mm]	170	6	4	13,92	2,61	3,95	81,0935
Caño pasamano omega 36x57x1,2[mm]	54,6	6	5,4	4,8	0,9	1,6	17,76
Chapa laminada 1,2[mm] 1,22x2,44[m]	22	1,22x2,44	0,3	1,76	0,33	30,2	72,178
Hierro ángulo 1"x1/8"	89	6	1	7,2	1,35	1,19	11,3645
Hierro ángulo 2"x3/16"	54	6	0	4,32	0,81	3,7	18,981
Hierro redondo Ø10[mm]	3,9	6	2,1	0,48	0,09	0,62	1,6554
Madera	-	-	-	-	-	-	-
Material desplegado 1,5x3[m]	2	1,5x3	0,15	0,16	0,03	46,35	15,759
Planchuela 1"x1/8"	204	6	0	16,32	3,06	0,63	12,2094
Planchuela 1"x3/16"	31,04	6	4,96	2,88	0,54	0,95	7,961
Planchuela 1"1/2 x 1/8"	2,4	6	3,6	0,48	0,09	0,95	3,9615
Planchuela 1/2"x1/8"	136	6	2	11,04	2,07	0,32	4,8352
Planchuela 2"x1/8"	4,2	6	1,8	0,48	0,09	1,27	3,0099
Planchuela 3/4"x1/8"	6,24	6	5,76	0,96	0,18	0,47	3,243
Total Scrap [kg]							361,0581

El resultado anterior nos muestra que se generan con las condiciones establecidas un Scrap de 361[kg] de acero aproximadamente por mes. Este valor debe verificarse en la realidad y adoptar medidas para para reducirlo.

21.2. Scrap generado en la línea productiva de aluminio

En base a las tablas del Anexo A y estableciendo diferentes criterios de estudio, podemos establecer el volumen aproximado de Scrap para la línea de acero. Los criterios de análisis considerados son:

- Estimaciones de volúmenes de perfiles de aluminio necesarios por mes para cumplir con la demanda estipulada (aprovechamiento del 90% de la perfilería)
- Estimaciones de volúmenes de láminas de vidrio necesarios por mes para cumplir con la demanda estipulada (aprovechamiento del 95% de la lámina)
- Dimensiones de los productos y cantidades de cortes a realizar

- Porcentaje de errores humanos que generan desperdicios (estimado en 8% del volumen mensual)
- Porcentaje de fallas en materia prima (estimado en 1,5% del volumen mensual)

Tabla 36 - Scrap Vidrio

RESUMEN MENSUAL VIDRIO							
Láminas de vidrio	Cantidad laminas	Medida Perfil	Scrap generado [m2]	8% de error humano	%1,5 falla materia prima	Peso unitario vidrio [kg/m2]	Peso de Scrap
Vidrio	12	2,6x3,66	5,7096	9,13536	1,71288	10	165,5784
Total Scrap [kg]							165,5784

El resultado anterior nos muestra que se generan con las condiciones establecidas un Scrap de 166[kg] de vidrio aproximadamente por mes. Este valor debe verificarse en la realidad y adoptar medidas para reducirlo.

Tabla 37 - Scrap Aluminio – 1

RESUMEN MENSUAL ALUMINIO							
Perfil línea Modena	Cantidad perfiles	Medida Perfil	Scrap generado [m,m2]	8% de error humano	%1,5 falla materia prima	Peso unitario perfil/chapa [kg/m,kg/m2]	Peso de Scrap
Umbral y dintel marco	10	6	6	4,8	0,9	1,266	14,8122
Jambas marco	10	6	6	4,8	0,9	0,675	7,8975
Parante lateral de hoja	6	6	3,6	2,88	0,54	0,664	4,66128
Zócalo y cabezal de hoja	5	6	3	2,4	0,45	0,705	4,12425
Jambas premarco	42	6	25,2	20,16	3,78	0,397	19,50858
Jambas tapa premarco	39	6	23,4	18,72	3,51	0,181	8,25903
Parante central	2	6	1,2	0,96	0,18	0,613	1,43442
Parante central con tirador	2	6	1,2	0,96	0,18	0,813	1,90242
Zócalo alto	2	6	1,2	0,96	0,18	1,258	2,94372
Jambas marco	9	6	5,4	4,32	0,81	0,789	8,30817
Jambas hoja	13	6	7,8	6,24	1,17	1,088	16,54848
Jambas marco	13	6	7,8	6,24	1,17	0,726	11,04246
Travesaño de hoja	6	6	3,6	2,88	0,54	1,15	8,073
Zócalo de hoja	6	6	3,6	2,88	0,54	1,647	11,56194
Jambas de hoja	9	6	5,4	4,32	0,81	0,888	9,35064
Travesaño de hoja	2	6	1,2	0,96	0,18	0,705	1,6497
Parante lateral de hoja	4	6	2,4	1,92	0,36	0,635	2,9718
Zócalo y cabezal de hoja	3	6	1,8	1,44	0,27	0,675	2,36925
Parante central	2	6	1,2	0,96	0,18	0,583	1,36422
Parante central con tirador	2	6	1,2	0,96	0,18	0,783	1,83222
Zócalo alto	1	6	0,6	0,48	0,09	1,215	1,42155
Travesaño de hoja	1	6	0,6	0,48	0,09	0,689	0,80613
Zócalo y cabezal de mosquitero	10	6	6	4,8	0,9	0,424	4,9608
Travesaño mosquitero	1	6	0,6	0,48	0,09	0,508	0,59436
Total Scrap [kg]							148,39812

Tabla 38 - Scrap aluminio - 2

RESUMEN MENSUAL ALUMINIO							
Perfil línea Herrero	Cantidad perfiles	Medida Perfil	Scrap generado [m,m2]	8% de error humano	%1,5 falla materia prima	Peso unitario perfil/chapa [kg/m,kg/m2]	Peso de Scrap
Jamba marco	24	6	14,4	11,52	2,16	0,921	25,86168
Travesaño y cabezal hoja	16	6	9,6	7,68	1,44	0,521	9,75312
Parante lateral hoja	3	6	1,8	1,44	0,27	0,577	2,02527
Parante central hoja	3	6	1,8	1,44	0,27	0,518	1,81818
Mosquitero vertical	19	6	11,4	9,12	1,71	0,392	8,71416
Zocalo alto	9	6	5,4	4,32	0,81	0,848	8,92944
Parante lateral reforzado hoja	9	6	5,4	4,32	0,81	0,712	7,49736
Parante central reforzado hoja	9	6	5,4	4,32	0,81	0,729	7,67637
Travesaño mosquitero	4	6	2,4	1,92	0,36	0,55	2,574
Parante hoja	8	6	4,8	3,84	0,72	0,801	7,49736
Parante de hoja	16	6	9,6	7,68	1,44	1,063	19,89936
Travesaño superior de hoja	9	6	5,4	4,32	0,81	0,98	10,3194
Jamba marco	19	6	11,4	9,12	1,71	0,53	11,7819
Revestimiento tubular	43	6	25,8	20,64	3,87	0,905	45,53055
Jamba marco	22	6	13,2	10,56	1,98	0,699	17,99226
Jamba marco	13	6	7,8	6,24	1,17	0,591	8,98911
Tapa canto central hoja	8	6	4,8	3,84	0,72	0,326	3,05136
Total Scrap [kg]							199,91088

Total Scrap Aluminio [kg] 348,309

El resultado anterior nos muestra que se generan con las condiciones establecidas un Scrap de 348[kg] de aluminio aproximadamente por mes. Este valor debe verificarse en la realidad y adoptar medidas para reducirlo.

Si plasmamos estos valores en un gráfico para que los mismos sean representativos del total de Scrap generado en la planta, el resultado obtenido nos indica que los volúmenes son muy similares entre las tres materias primas consideradas.

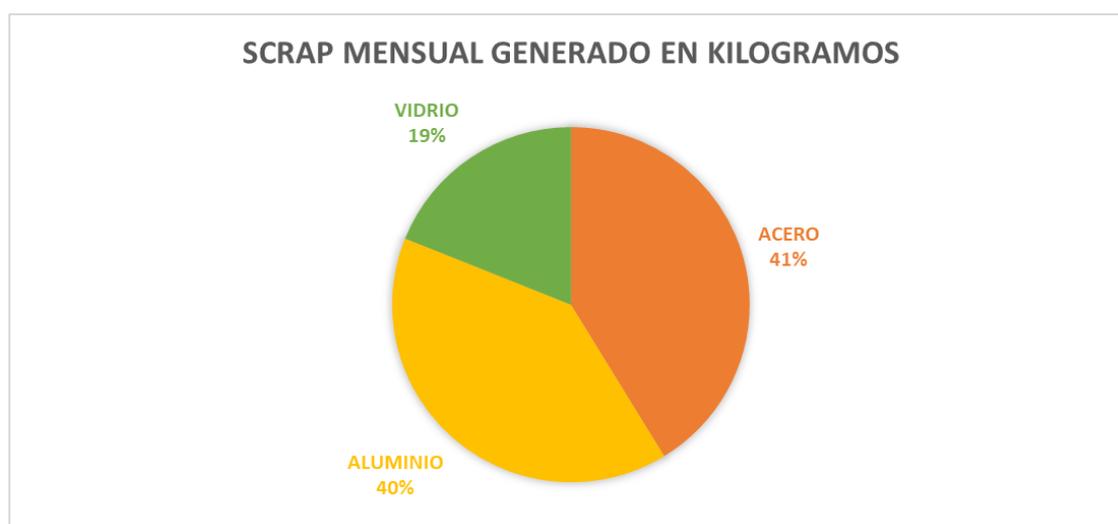


Imagen 69 - Proporción Scrap por material

Si se traducen estos volúmenes de materias primas no aprovechados productos del proceso productivo a montos económicos, fijando el precio de compra de los mismos por acopiadores locales, el resultado mensual que se recupera es el siguiente:

Tabla 39 - Ingresos por Scrap

	[kg]	[USD\$]
Acero	361,0581	14,59
Aluminio	348,309	445,65
Vidrio	165,5784	5,58
Total		465,81



Imagen 70 - Proporción de ingreso de Scrap por material

22. Emplazamiento

22.1. Layout definitivo para la planta proyectada

Luego de definir completamente la maquinaria necesaria, diseñados los equipos requeridos específicos para determinados puntos del proceso productivo, los espacios necesarios de almacenamiento para los volúmenes de materias primas a tener en stock, como así también los requeridos para productos semielaborados y terminados, definido completamente el layout del proceso productivo, es momento de determinar el emplazamiento de la planta productiva.

Para lograr una representación fiel del layout de la planta, con el flujo del proceso productivo, y así determinar la superficie necesaria cubierta para producción se recurrió al modelado de la nave industrial en SOLIDWORKS. En este modelo se representaron todos los equipos intervinientes en el proceso, tanto los que son necesarios adquirir como los que fueron diseñados por el equipo de trabajo y que deben fabricarse a pedido. A su vez, en este modelo de la planta productiva se tuvieron en cuenta diferentes aspectos de buenas prácticas y determinados requisitos exigidos por las normativas de seguridad industrial, como lo son espacios de circulación con las medidas adecuadas, colores de señalización, etc.



Imagen 71 - Layout Definitivo - Vista en Planta

22.2. Flujo de materia prima, semielaborados y producto final

22.2.1. Línea de Aluminio

El curso de la materia prima, en forma de perfiles, comienza con el ingreso en el predio por medio de un transporte que recorre el lateral de la nave hasta llegar al playón trasero donde es recibido por un operario que tiene la tarea de realizar la descarga del material. Esta persona hace uso de la grúa de descarga, con la cual se facilita la tarea de descender la materia prima del transporte. Luego el operario comienza a colocar los perfiles en los respectivos lugares destinados al almacenamiento, manteniendo en todo momento el orden y la clasificación de estos, además de la seguridad en la manipulación y traslado. Aquí finaliza el sector de descarga y almacenamiento.

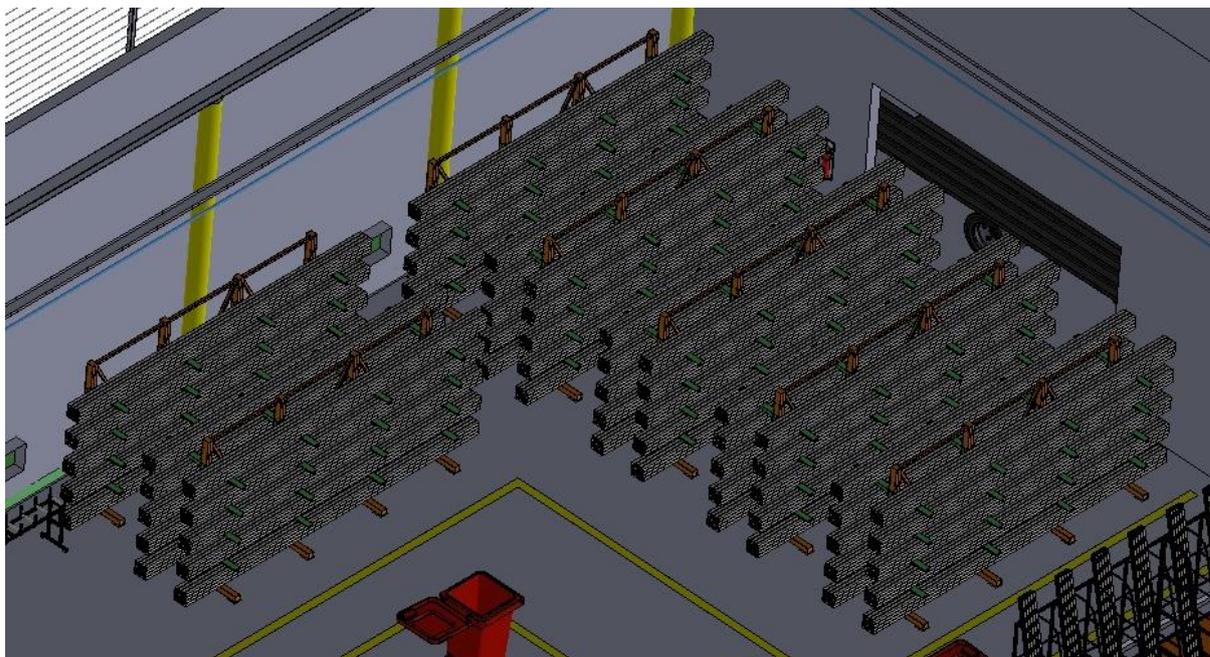


Imagen 72 - Sector almacenamiento de perfiles Aluminio y acero

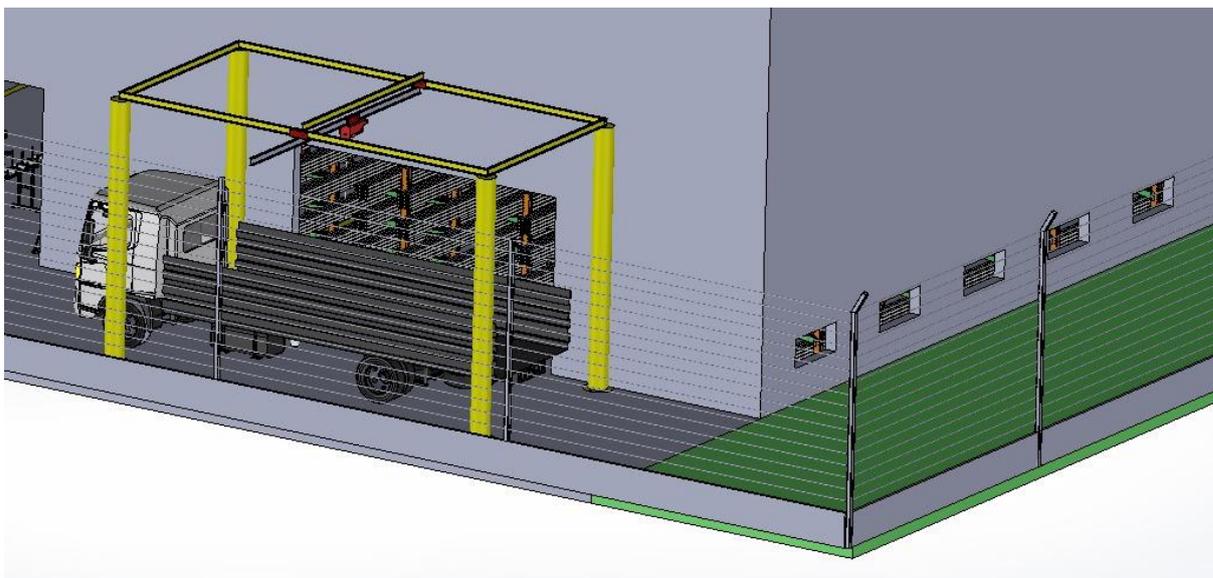


Imagen 73 - Sector descarga de materia prima - grúa de pórtico

El siguiente sector se denomina área de mecanizado. Allí se efectúa el corte a medida de los perfiles mediante la sierra automática para luego ejecutar la tarea de punzonado donde se mecaniza el perfil realizando los diferentes agujeros y ranuras para los accesorios y encastres. Ambas tareas contienen estanterías de almacenamiento para el producto semi elaborado.

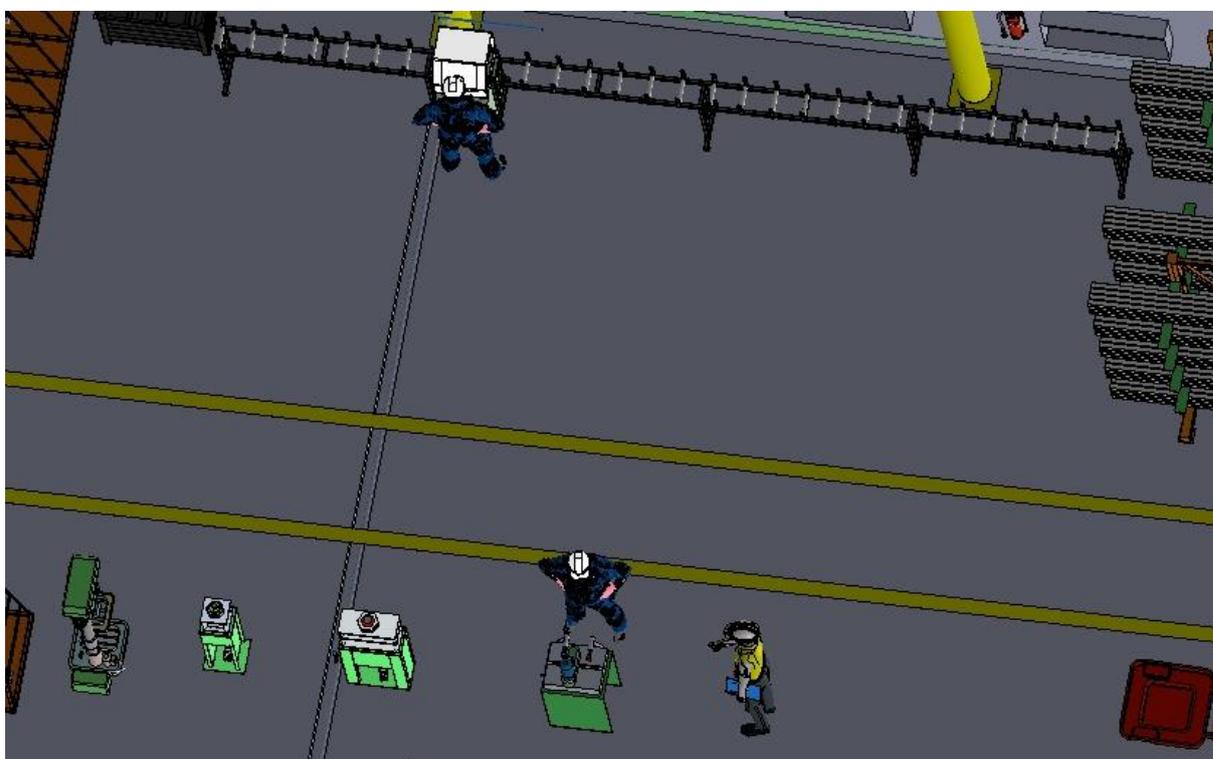


Imagen 74 - Sector de mecanizado - línea aluminio

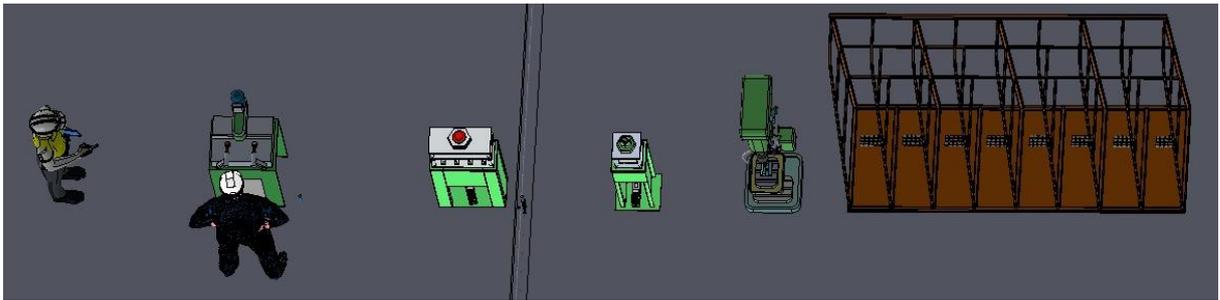


Imagen 75 - Punzonado y fresado de perfiles de aluminio

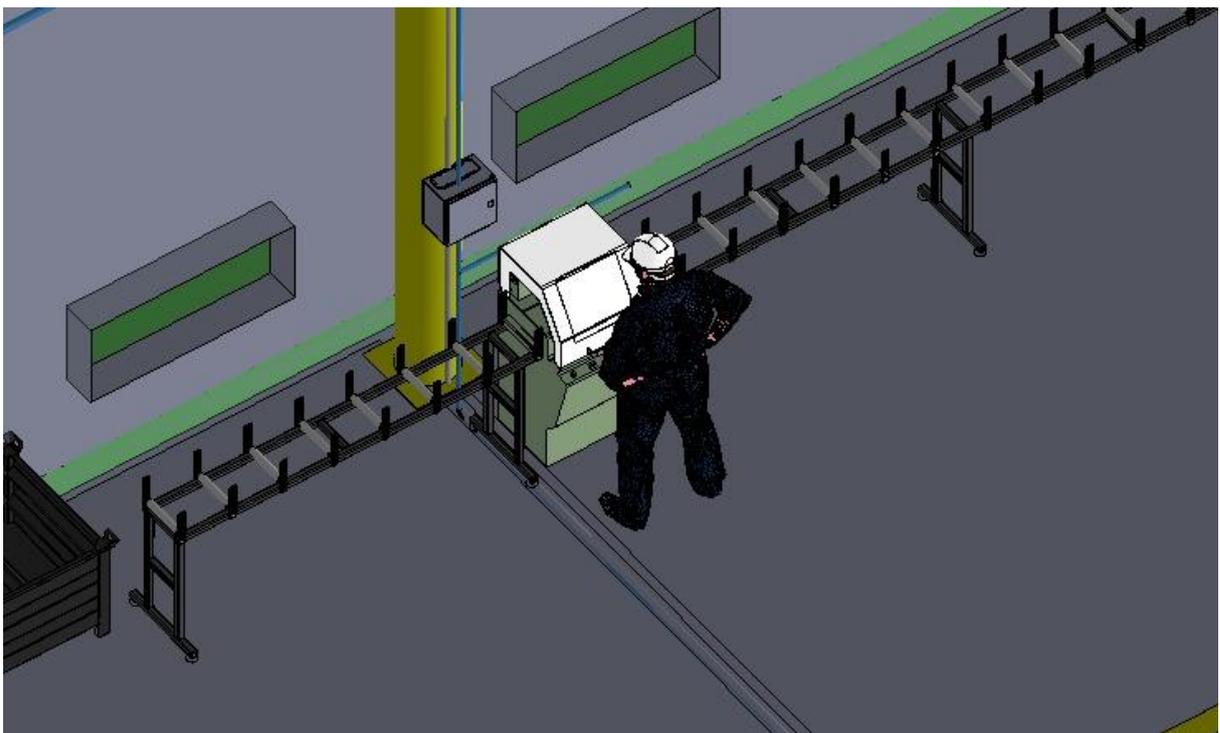


Imagen 76 - Sierra automática - Línea aluminio

Continuando el flujo de producto, la siguiente etapa es la de almacenamiento y corte de vidrio. Allí un operario traslada una lámina de vidrio hacia la mesa de corte usando el equipo de sujeción y la grúa bandera. El mismo la deposita en la mesa basculante en los apoyos que la misma contiene para luego realizar el volteo de la mesa y de esta manera efectuar los cortes que requiera según las ordenes de trabajo. Las piezas cortadas son almacenadas en racks para vidrio. Este rack está destinado a trasladar los cortes hacia el anteúltimo sector, el ensamble de las aberturas.

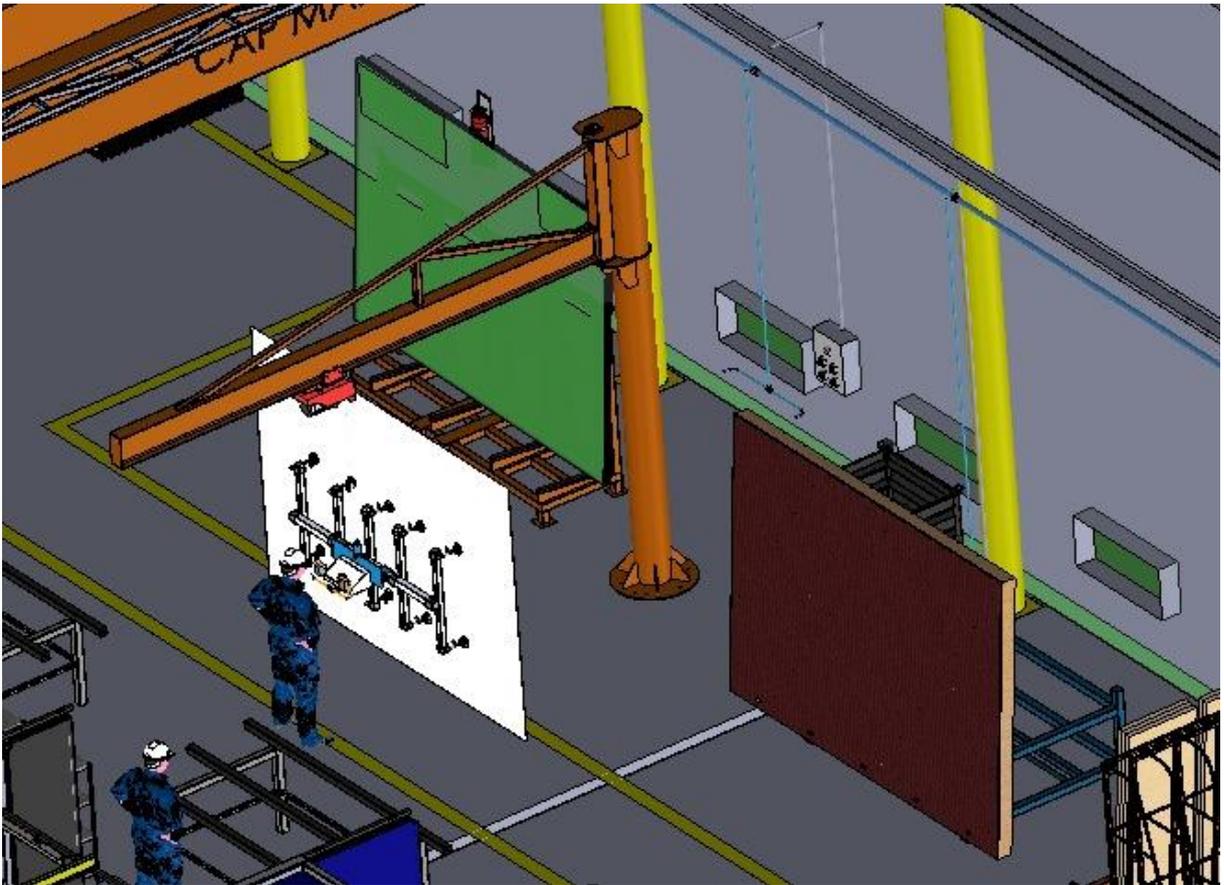


Imagen 77 - Almacenamiento, transporte y Corte de vidrio - Línea aluminio

El ensamble de aberturas se encuentra situado al final de la línea en cercanías a los demás puntos de almacenado de producto semielaborado, ya que es donde se efectúan el agrupamiento de todas las partes para formar la abertura final. Además, este sector cuenta con dos estanterías de accesorios y herrajes que aumenta la productividad en la tarea debido a que el operario no debe recorrer grandes distancias para adquirir las distintas piezas.



Imagen 78 - Sector de ensamble de aberturas - Línea aluminio

Seguido al área de ensamble se deja un sector para el stock de productos terminados. Este sector se encuentra cercano al portón de salida, facilitando el ingreso del transporte que llevará el producto a las obras.

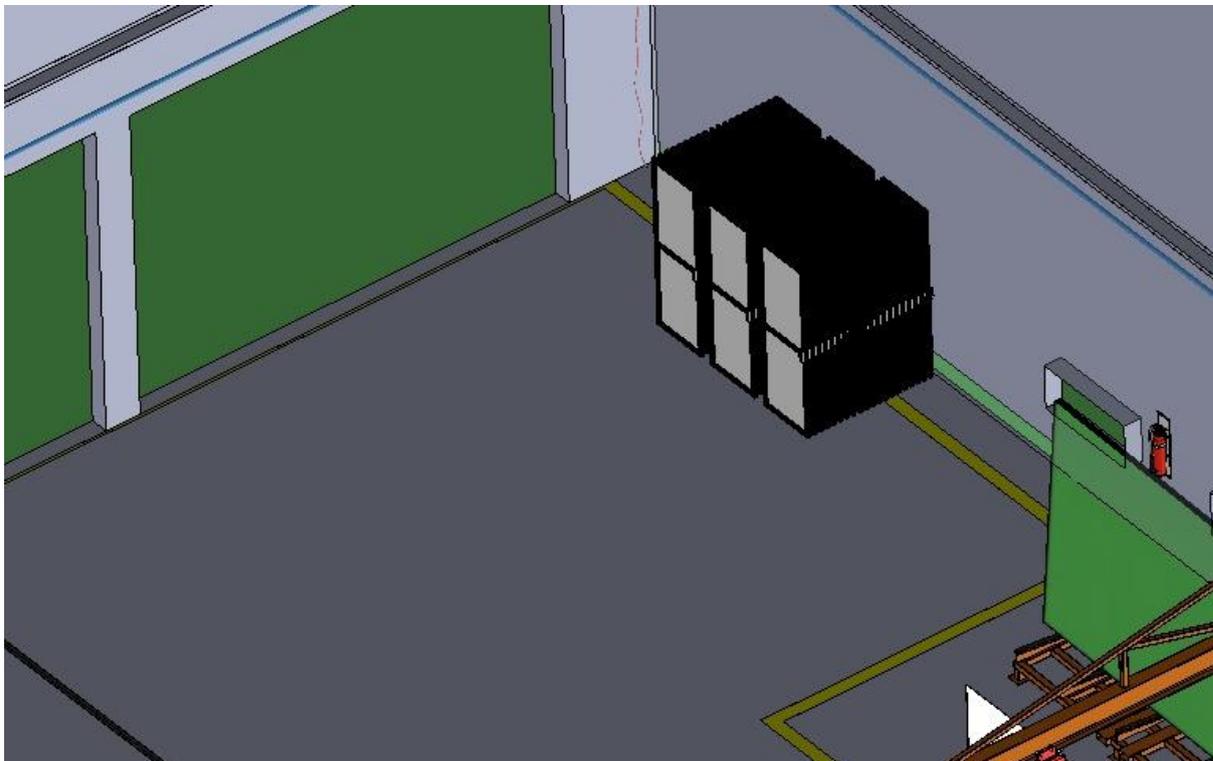


Imagen 79 - Sector productos terminados - Línea aluminio

Es por estas razones de flujo de material que se ha seleccionado la segunda opción de layout en las alternativas planteadas.

22.2.2. Línea de Acero

Ante la similitud de tareas entre ambas líneas, el flujo de material en la línea de acero será semejante al flujo de la línea de aluminio. Aquí también se adquiere el material mediante el depósito de este en playón trasero y organizado de manera según su clase en los racks de almacenamiento de perfiles. En la línea de acero ingresa además de perfiles, chapas, que son ordenadas en los racks ubicados en cercanías del corte plasma y plegadora. De este modo la materia prima ingresa al sector de almacenamiento y se continúa a la primera área de trabajo que es la de corte.

En el sector de corte se encuentra la sierra basculante para el corte de perfiles de acero, la mesa de corte plasma y la plegadora. Luego de realizar los cortes y plegados requeridos, los semielaborados son almacenados en estanterías que se encuentran en cercanías del sector de soldadura.

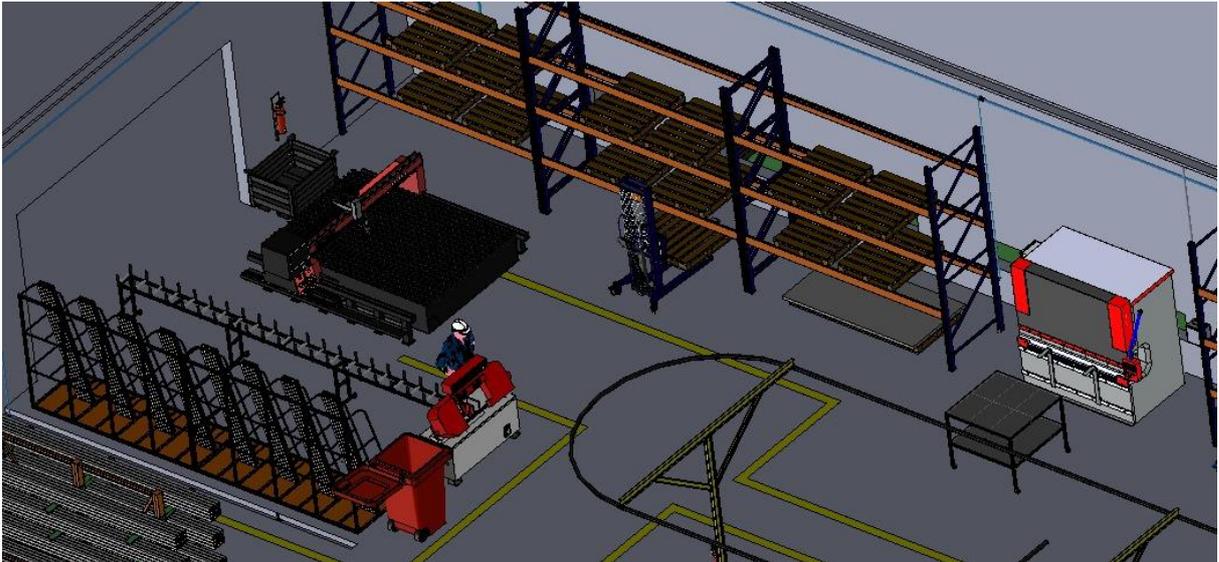


Imagen 80 - Sector almacenamiento, corte y plegado - línea acero

El sector de soldadura contiene el instrumental y los servicios necesarios para el ensamble de la pieza o producto a fabricar. Como se mencionó anteriormente, este sector se encuentra en cercanías de la recepción del material semielaborado desde el sector de corte y plegado, para reducir el tiempo muerto empleado en la búsqueda de materiales. Este punto del flujo de material es donde más tiempo se dedica a trabajar el producto, por lo cual se justifica la decisión de ubicar dos estaciones de soldadura y ensamble.



Imagen 81 - Sector de Soldadura - línea acero

Al finalizar las tareas de armado, el producto se traslada al siguiente sector donde se realiza un stock de producto semielaborado, en el que las piezas se encuentran aún con aceites y contaminantes. Esta área se destina con el fin de realizar un espacio entre el sector de soldadura y el sector de limpieza y preparación, ya que una vez iniciada la limpieza se debe continuar con el proceso de pintado, pero estos procesos requieren tiempos distintos, con lo cual el espacio de stock hace a su vez de brecha temporal entre ambos procesos.

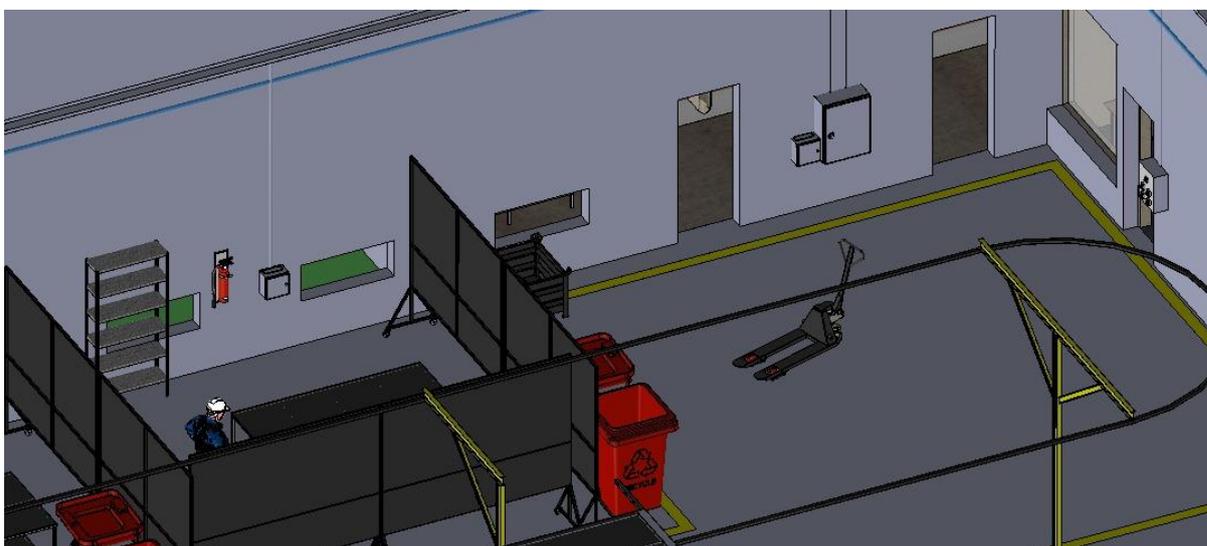


Imagen 82 - área semielaborados - línea acero

Cuando se decide realizar la tarea de pintado y curado en horno es cuando se efectúan las tareas de preparación y limpieza. En ese momento un operario a cargo de la limpieza coloca el semielaborado en mesa de limpieza, y una vez finalizada, procede a colgarlos en la

percha que contiene el sistema cerrado con ruedas y rieles de manejo de productos para pintura y curado en horno.

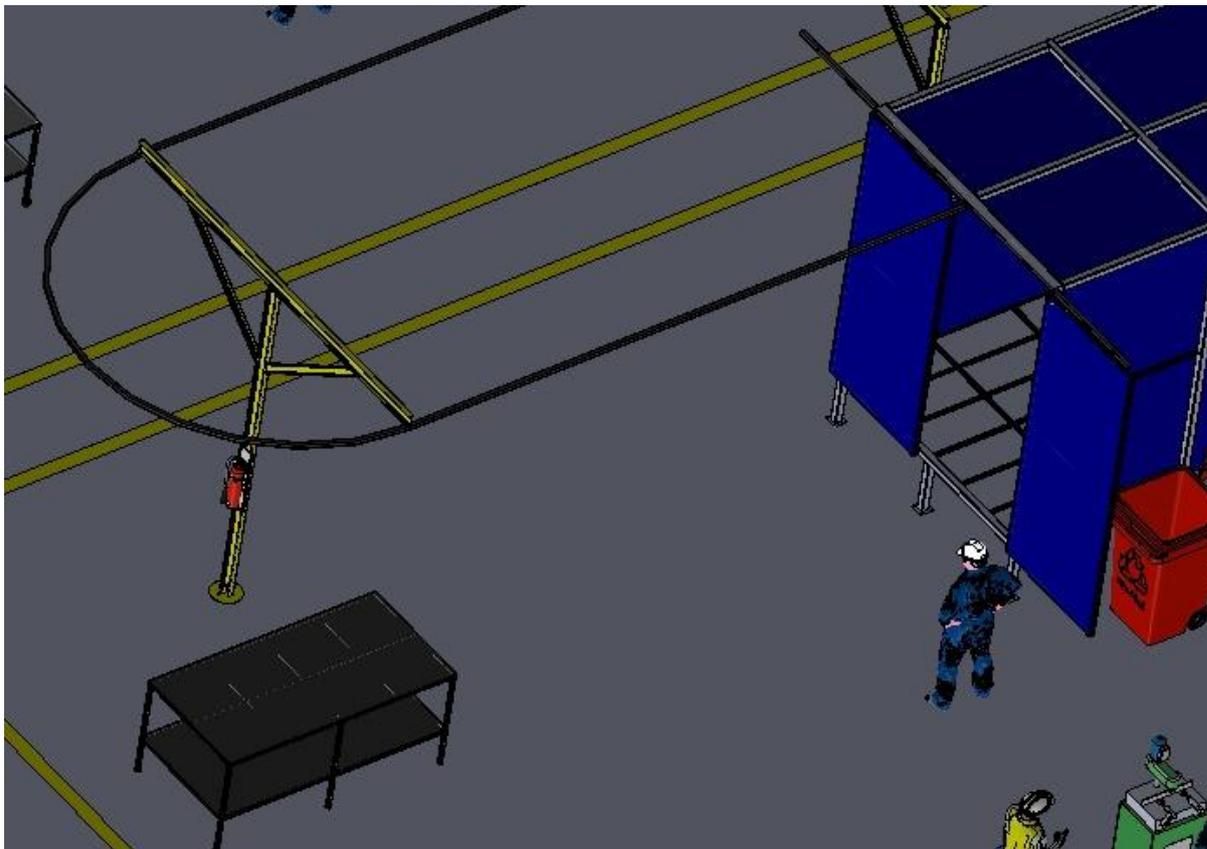


Imagen 83 - Sector limpieza y preparación para pintura - línea compartida

Esta área de pintura no se encuentra en funcionamiento diario, ya que como se estableció anteriormente, existe una brecha de tiempo para realizar el stock de semielaborados. Una vez encendido el horno y puesto en régimen de trabajo, el operario configura los parámetros de la pistola de pintura en polvo para realizar la tarea dentro de la cabina. El producto proveniente del sector de limpieza ya se encuentra en las perchas que conducen el movimiento de material en el circuito cerrado. Primeramente, se realiza la deposición de pintura en polvo en las piezas para luego abrir las puertas del horno y mover la percha en esa dirección. Esta tarea de movimiento de las perchas se realiza con una varilla que se engancha en un ojal en la percha, de esta manera se evita el contacto directo con el producto con polvo evitando pérdidas de rendimiento de la pintura y falla de calidad, y además aleja al operario de la pieza al salir del horno que se encuentra a 200°C.



Imagen 84 - Área de pintura en polvo y horno de curado - línea compartida

En la última etapa, el producto terminado se deja en stock en el sector de despacho, situado contiguo a los productos de la línea de aluminio y del portón de expedición de productos terminados.

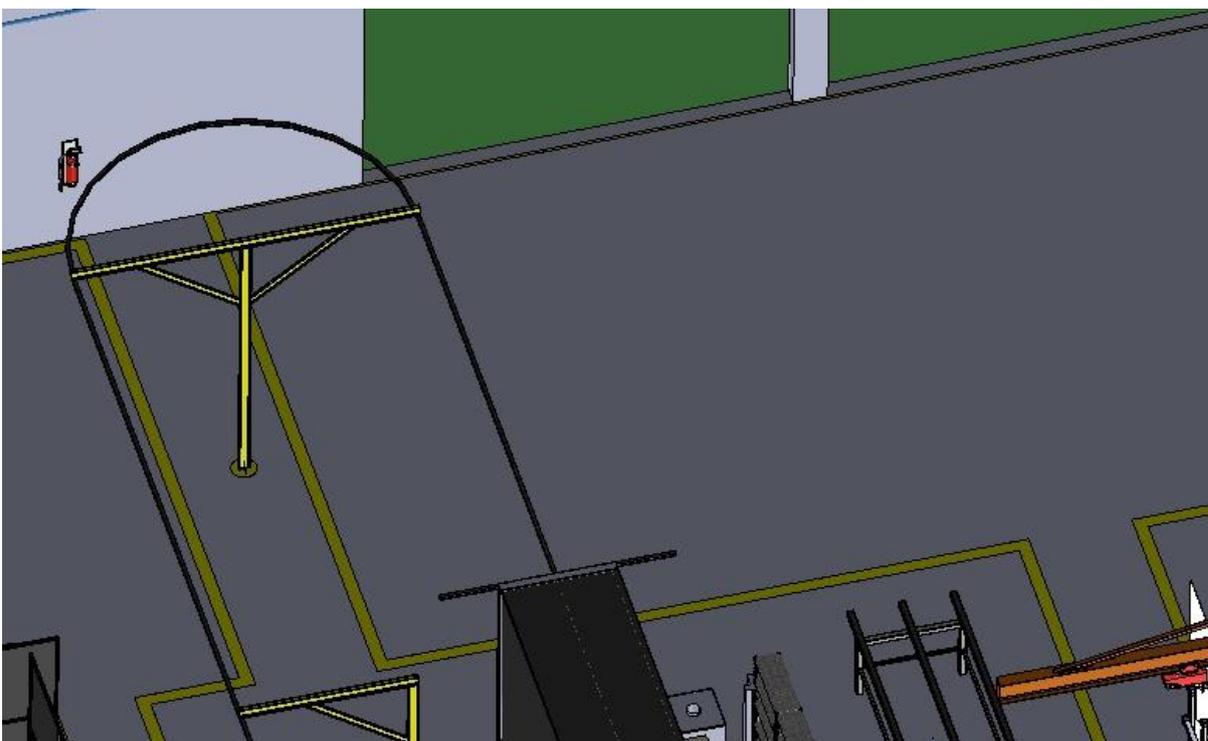


Imagen 85 - Sector de expedidos de productos terminados - línea acero

22.3. Nave industrial y lugar de emplazamiento del proyecto

De esta representación, se obtuvo como resultado una superficie necesaria para el galpón de producción de 22[m] de ancho por 45[m] de largo, en donde ambas líneas productivas se encuentran diferenciadas como se mencionó en el correspondiente apartado del anteproyecto. La altura del galpón será de 7,5[m] para el correcto funcionamiento del

punto grúa a instalar y la colocación a 7[m] sobre el nivel del piso de la iluminación de todo el sector.

Con el objetivo de cumplir con la reglamentación vigente del código urbano de la ciudad de Paraná, ciudad donde se emplazará la nueva planta productiva proyectada, la misma se situará específicamente dentro del parque industrial debido a las dimensiones requeridas y el tipo de actividad realizada, junto con la necesidad de ubicar la fábrica en un sitio de facilidad para carga y descarga tanto de la materia prima como de los productos elaborados y la cercanía con determinados proveedores claves para el proceso productivo. Además, en este lugar se logra el suministro de potencia eléctrica necesario para nuestro productivo sin complicaciones ni sobre costos adicionales.

El mencionado código urbano, junto con el Decreto 254/78 del Parque Industrial de la ciudad de Paraná, establecen que el tamaño mínimo para una parcela situada en el parque industrial de nuestra ciudad debe tener una dimensión de 25[m] de frente y una superficie de 1250[m²] y, como se exige un máximo de construcciones civiles que puede exceder del 70% de la superficie total de la parcela adjudicada, dejando el 30% restante como zona de parqueado, son necesarios 2 parcelas del tamaño mínimo establecido por el código mencionado para cumplir con sus respectivas exigencias.

A continuación, se muestran imágenes del modelo de la planta productiva proyectada junto con el emplazamiento definido.

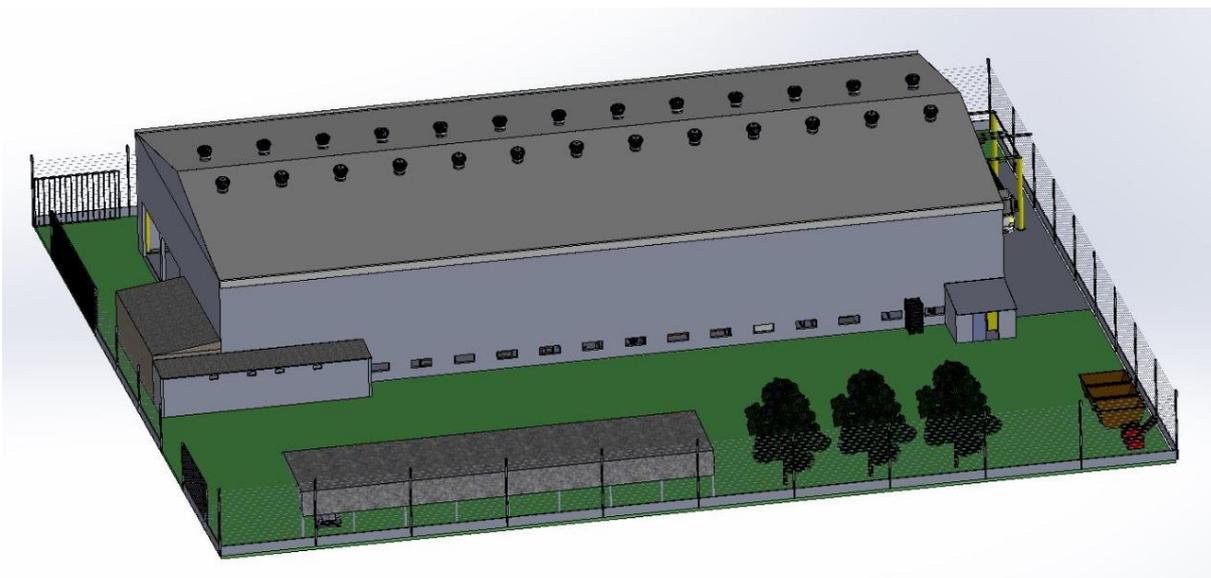


Imagen 86 - Vista general del emplazamiento - 1

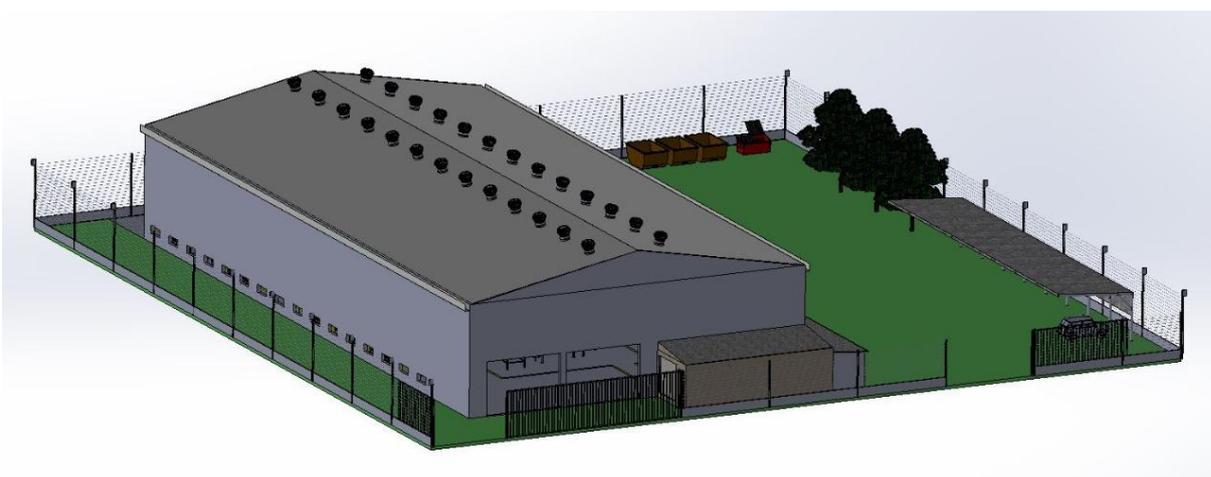


Imagen 87 - Vista general del emplazamiento - 2

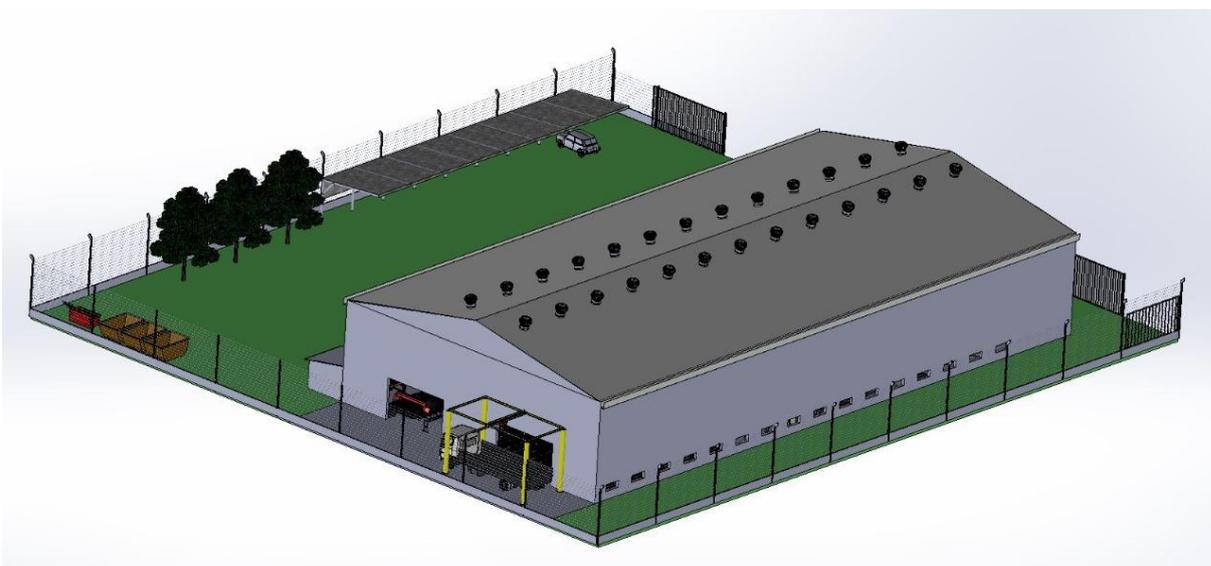


Imagen 88 - Vista general del emplazamiento - 3

22.4. Oficinas y sanitarios

En lo referido al espacio de oficina, la misma dispone de espacios diferenciados para las distintas tareas que en ella se realicen, a saber:

- Recepción: sector ocupado por un administrativo para recibir a clientes y ser el nexo entre el sector técnico y el administrativo
- Sala de reuniones: espacio dedicado a reuniones del orden privado
- Oficina técnica y Gerencia: espacio donde se realizan las tareas de orden técnico, ordenes de trabajo, cálculos y direcciones de obra, y, además, la gerencia de la fábrica.
- Depósito: espacio destinado a guardar insumos de menor tamaño, como lo son discos de corte, discos de desbaste, interruptores eléctricos, elementos requeridos para el mantenimiento, accesorios de herramientas, herrajes, etc.

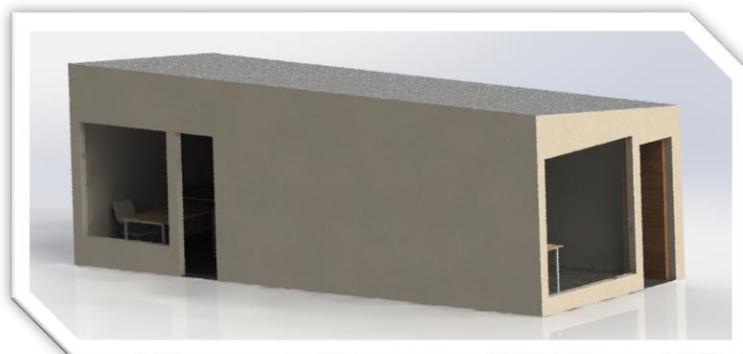


Imagen 89 - Oficina - Vista exterior



Imagen 90 - Oficina - Vista en Planta

22.5. Instalaciones Sanitarias

Las consideraciones para el diseño, la construcción e instalación de los servicios sanitarios, pondremos como régimen de trabajo a las instalaciones sanitarias reglamentadas bajo la Ley N° 19.587, aprobada por decreto N° 351/79. En este caso, la ley nos regula las cantidades de elementos para cada baño según sexo y dependiente de las cantidades de empleados.

A continuación, se extrae de la ley los puntos para tener en cuenta en el diseño de las instalaciones sanitarias,

Capítulo 5:

Artículo 46. — Todo establecimiento dispondrá de servicios sanitarios adecuados e independientes para cada sexo, en cantidad proporcionada al número de personas que trabajen en él.

Artículo 47. — Los locales sanitarios dispondrán de:

- 1. Lavabos y duchas con agua caliente y fría.*
- 2. Retretes individuales que dispondrán de una puerta que asegure el cierre del baño en no menos de los 3/4 de su altura (2.10 m).*
- 3. Mingitori*

Artículo 48. — En todo predio donde se trabaje, existirá el siguiente servicio mínimo sanitario:

- 1. Un retrete construido en mampostería, techado, con solado impermeable, paramentos revestidos con material resistente, con superficie lisa e impermeable, dotado de un inodoro tipo a la turca.*
- 2. Un lavabo.*
- 3. Una ducha con desagüe, dotada de sistema de agua caliente y fría.*

La autoridad competente contemplará los casos de excepción en los trabajos transitorios.

Artículo 49. — En todo establecimiento, cada unidad funcional independiente tendrá los servicios sanitarios proporcionados al número de personas que trabajan en cada turno, según el siguiente detalle:

1. Cuando el total de trabajadores no exceda de 5, habrá un inodoro, un lavabo y una ducha con agua caliente y fría.

2. Cuando el total exceda de 5 y hasta 10, habrá por cada sexo: un inodoro, un lavabo y una ducha con agua caliente y fría.

3. De 11 hasta 20 habrá:

a) Para hombres: un inodoro, dos lavabos, un orinal y dos duchas con agua caliente y fría.

b) Para mujeres: un inodoro, dos lavabos y dos duchas con agua caliente y fría.

4. Se aumentará: un inodoro por cada 20 trabajadores o fracción de 20. Un lavabo y un orinal por cada 10 trabajadores o fracción de 10. Una ducha con agua caliente y fría por cada 20 trabajadores o fracción de 20.

Artículo 50. — Los establecimientos que ocupen más de 10 obreros de cada sexo, dispondrán de locales destinados a vestuarios. Estos deberán ubicarse en lo posible junto a los servicios sanitarios, en forma tal que constituyan con éstos un conjunto integrado funcionalmente.

Aquellos que ocupen hasta 10 obreros de cada sexo, podrán reemplazar a los vestuarios por apartados para cada sexo, entendiéndose por tales a sectores separados por un tabique de material opaco de 2,50 m. de altura ubicado dentro de un ambiente cubierto.

Diseño de baños hombres

- 2 mingitorios
- 2 inodoros
- 1 ducha agua fría y caliente
- 2 lavabos



Imagen 91 - Sanitarios masculinos

Diseño de baños mujeres

- 2 inodoros
- 1 ducha agua fría y caliente
- 2 lavabos



Imagen 92 - Sanitarios Femeninos

23. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

En este apartado se realiza el análisis de los distintos costos asociados a la fabricación y actividad económica, como así también aquellas instancias que generan ingresos a la empresa. Además, se visibilizan los aspectos que determinan la viabilidad económica del proyecto, para luego verificar la rentabilidad financiera que el mismo pretende generar.

Primeramente, se presentan aquellos flujos negativos relacionados a la inversión inicial y su origen, considerando los costos de financiamiento. En segundo lugar, se muestran aquellos valores positivos devenidos de los ingresos de la actividad comercial. Por último, se genera el flujo de caja del proyecto y de esta manera se calculan los indicadores financieros.

23.1. Flujos Negativos

24.1.1. Costos de fabricación de máquinas diseñadas

En la siguiente tabla se muestran los costos de fabricación para los sistemas y equipos desarrollados en el capítulo de ingeniería de detalle. Los mismos tienen el desglose de los costos de material y mano de obra en el Anexo A.

Tabla 40 - Costos de Maquinaria a fabricar

Costos de maquinaria a fabricar			
<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Subtotal [USD\$]</i>	
Puente Grúa	1	\$ 43.062,09	\$ 8.612.417,38
Grúa de descarga	1	\$ 2.760,21	\$ 552.041,19
Cabina de pintura	1	\$ 20.661,12	\$ 4.132.224,42
Horno de curado	1	\$ 9.335,66	\$ 1.867.131,33
Mesas de trabajo	1	\$ 1.455,27	\$ 291.053,35
Racks de almacenamiento	1	\$ 6.989,60	\$ 1.397.920,15
Mesa basculante	1	\$ 3.539,30	\$ 707.859,68
Grúa bandera	1	\$ 1.823,12	\$ 364.623,93
Tachos de residuos reciclables	1	\$ 954,41	\$ 190.881,60
Equipo de sujeción con ventosas	1	\$ 1.883,98	\$ 376.796,22
Otros	1	\$ 4.406,01	[ARS]
Total máquinas a fabricar		\$ 96.870,76	\$ 19.374.151,38

Tabla 41 - Costos en Alternativas de fabricación

Maquinas a fabricar	[USD]	[ARS]
Alternativa 2	\$ 53.808,67	\$ 10.761.734,00
Alternativa 3	\$ 42.346,80	\$ 8.469.359,64
	\$ 39.024,00	\$ 7.804.800,92

24.1.2. Costos de fabricación de galpón

La nave industrial se compone de un galpón que posee dos montantes de hormigón armado en paralelo con el fin de utilizar uno de ellos para el apoyo de las columnas del galpón y paredes, y el otro para soportar los esfuerzos de las columnas tubulares de 12” que sostienen la viga carrilera del puente grúa. Ambos cimientos poseen alma reticular de acero nervado de 10 mm de diámetro. El costo de la instalación del galpón se muestra a continuación:

Tabla 42 - Costos de emplazamiento

Costos de emplazamiento		
Descripción	Cantidad	Subtotal [USD\$]
Galpón	1	\$ 123.225,61
Total emplazamiento		\$ 123.225,61

[ARS]

\$ 24.645.122,52

24.1.3. Costo de la instalación de los servicios auxiliares

Como se estipuló en los capítulos anteriores, los sistemas y equipos instalados deben contar con servicios auxiliares para su funcionamiento, los cuales contienen costos de material, y costos de instalación, los mismos se presentan tabulados en la siguiente tabla:

Tabla 43 - Costos de instalación de servicios auxiliares

Costos de instalaciones y servicios auxiliares		
Descripción	Cantidad	Subtotal [USD\$]
Instalación eléctrica	1	\$ 12.744,71
Instalacion neumática	1	\$ 36.608,10
Sistema de ventilación	1	\$ 2.902,02
Extintores de fuego	11	\$ 671,19
Total de instalaciones y servicios		\$ 52.926,02

[ARS]

\$ 10.585.204,12

24.1.4. Alternativas de adquisición

Ante la vasta variedad de alternativas de adquisición de maquinaria y maneras de realizar el desembolso de la inversión, ya sea en relación con el tiempo, como en equipos alternativos, se realiza a continuación la presentación de tres alternativas sobre adquisición de maquinaria, equipos y sistemas.

24.1.1.1. Alternativa 1

- Emplazamiento completo del galpón
- La compra total de maquinarias y equipos seleccionados de primera marca
- Instalación de todos los grupos de servicios auxiliares sin excepción
- La compra de todas las máquinas desarrolladas en ingeniería de detalle

Esta opción contempla un desembolso mayor por tratarse de la compra de la totalidad de máquinas y equipos, todos nuevos en su estado.

Tabla 44- Alternativa 1 adquisición de maquinaria

Situación 1: Costos de maquinaria a adquirir nueva/usado excelente estado				
<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo unitario [USD\$]</i>	<i>Subtotal [USD\$]</i>	<i>Observaciones</i>
Plegadora hidráulica 2,5 m - 40 tn ERCOR	1	\$ 11.774,10	\$ 11.774,10	Máquina usada (buen estado)
Cortadora de plasma RMB CUTTER 120 Trifásico hasta 35mm	1	\$ 1.700,40	\$ 1.700,40	Se cambia la fuente del plasma actual
Sierra de corte basculante semiautomática DG METAL DG 330S	1	\$ 11.455,60	\$ 11.455,60	Máquina nueva
Soldadora MIG LASER TURBO 265[A] trifásica	1	\$ 1.175,00	\$ 1.175,00	Máquina nueva
Banco de montaje extensible aluminio OK	2	\$ 444,60	\$ 889,20	Máquina nueva
Sierra automática de corte OK PUMA 400A	1	\$ 7.484,88	\$ 7.484,88	Máquina nueva
Punzonadora universal línea Modena OK	1	\$ 3.898,25	\$ 3.898,25	Máquina nueva
Punzonadora universal línea Herrero OK	1	\$ 3.597,88	\$ 3.597,88	Máquina usada (muy poco uso)
Fresadora copiadora OK CAPYPLUS neumática	1	\$ 3.142,75	\$ 3.142,75	Máquina nueva
Trenes de rodillo con medición aluminio	1	\$ 932,32	\$ 932,32	Máquina nueva
Zorra de carga hidráulica	2	\$ 354,90	\$ 709,80	Máquina nueva
Apilador elevador hidráulico manual 1500[kg] 2[m]	1	\$ 1.313,00	\$ 1.313,00	Máquina nueva
Agujereadora eléctrica manual	4	\$ 90,61	\$ 362,44	Máquina nueva
Amoladora eléctrica	3	\$ 86,67	\$ 260,01	Máquina nueva
Atornillador neumático	2	\$ 58,50	\$ 117,00	Máquina nueva
Torno neumático	3	\$ 27,79	\$ 83,38	Máquina nueva
Remachadora neumática	2	\$ 66,69	\$ 133,38	Máquina nueva
Total maquinaria a adquirir			\$ 49.029,39	\$ 9.805.878,20

24.1.1.2. Alternativa 2

- Emplazamiento completo del galpón
- La compra parcial de maquinaria y equipo seleccionado, aceptando la reutilización de maquinaria existente en el taller actual
- Instalación de todos los grupos de servicios auxiliares, contemplando la adquisición de componentes de marcas alternativas de segunda línea, y usadas en buen estado
- La compra parcial de maquinaria y equipos desarrollados en ingeniería de detalle. En algunos de ellos se posterga la adquisición y en otros se acepta la adquisición de maquinaria usada en buen estado.

Tabla 45 - Alternativa 2 adquisición de maquinaria

Situación 2: Costos de maquinaria a adquirir usada/nuevas alternativas				
<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo unitario [USD\$]</i>	<i>Subtotal [USD\$]</i>	<i>Observaciones</i>
Dobladora pestañadora motorizada 2,5m - 2mm LAGILLA DP-2500	1	\$ 9.082,09	\$ 9.082,09	Máquina nueva
Cortadora de plasma	1	\$ 0,00	\$ 0,00	Se utiliza plasma actual
Sierra de corte basculante semiautomática CUTMAC S125	1	\$ 1.689,50	\$ 1.689,50	Máquina nueva
Soldadora MIG LASER TURBO 265[A] trifásica	1	\$ 1.175,00	\$ 1.175,00	Máquina nueva
Banco de montaje extensible aluminio	2	\$ 0,00	\$ 0,00	Se fabrican en la empresa
Sierra automática de corte OK PUMA 400A	1	\$ 7.484,88	\$ 7.484,88	Máquina nueva
Punzonadora universal línea Modena OK	1	\$ 3.898,25	\$ 3.898,25	Máquina nueva
Punzonadora universal línea Herrero OK	1	\$ 3.597,88	\$ 3.597,88	Máquina usada (muy poco uso)
Fresadora copiadora OK CAPYPLUS neumática	1	\$ 3.142,75	\$ 3.142,75	Máquina nueva
Trenes de rodillo simple	1	\$ 619,89	\$ 619,89	Máquina nueva
Zorra de carga hidráulica	2	\$ 175,08	\$ 350,17	Máquina nueva
Apilador elevador hidráulico manual 1500[kg] 2[m]	1	\$ 1.313,00	\$ 1.313,00	Máquina nueva
Agujereadora eléctrica manual	2	\$ 90,61	\$ 181,22	Máquina nueva
Amoladora eléctrica	1	\$ 86,67	\$ 86,67	Máquina nueva
Atornillador neumático	2	\$ 58,50	\$ 117,00	Máquina nueva
Torno neumático	3	\$ 27,79	\$ 83,38	Máquina nueva
Remachadora neumática	2	\$ 66,69	\$ 133,38	Máquina nueva
Total maquinaria a adquirir			\$ 32.955,05	\$ 6.591.010,80

Esta opción plantea una mixtura entre equipos seleccionados nuevos y otros usados en buen estado. Además, se plantea la postergación de algunas máquinas desarrolladas en ingeniería de detalle.

24.1.1.3. Alternativa 3

Ídem a la alternativa 2, con matices en la adquisición de equipos de marcas alternativas y reutilización de equipos existentes en el taller.

Tabla 46 - Resumen de alternativas de adquisición

Alternativas para llevar a cabo el proyecto	
Alternativa 1	Proyecto completo adquiriendo todo nuevo
Alternativa 2	Sin fabricación de puente grúa y con la compra de maquinaria usada/alternativa
Alternativa 3	Fabricación de Cabina-Horno-Racks-Tachos-Otros, compra de maquinaria usada/nuevas altaernativa y sin ventilación

Tabla 47 - Resumen de costos por alternativas

ALTERNATIVA 1	
Costos de emplazamiento	\$ 24.645.122,52
Costos de maquinaria a fabricar	\$ 19.374.151,38
Costos de instalaciones y servicios auxiliares	\$ 15.348.545,97
Costos de maquinaria a adquirir nueva/usado excelente estado	\$ 9.805.878,20
Costo total ALTERNATIVA 1	\$ 69.173.698,07

ALTERNATIVA 2	
Costos de emplazamiento	\$ 24.645.122,52
Costos de maquinaria a fabricar	\$ 10.761.734,00
Costos de instalaciones y servicios auxiliares	\$ 10.585.204,12
Costos de maquinaria a adquirir nueva/usado excelente estado	\$ 6.591.010,80
Costo total ALTERNATIVA 2	\$ 52.583.071,44

ALTERNATIVA 3	
Costos de emplazamiento	\$ 24.645.122,52
Costos de maquinaria a fabricar	\$ 8.469.359,64
Costos de instalaciones y servicios auxiliares	\$ 7.804.800,92
Costos de maquinaria a adquirir nueva/usado excelente estado	\$ 6.591.010,80
Costo total ALTERNATIVA 3	\$ 47.510.293,88

24.1.5. Costos de mano de obra - personal

Se establece la contratación de personal idóneo para las tareas de fabricación, categorizados según la escala de salarios establecida por el gremio metalúrgico, actividad principal de la empresa. A continuación, se presentan los costos del personal para el primero año. Para los siguientes periodos las tablas se encuentran en el Anexo A.

Tabla 48 - Costos por mano de obra - primer año

Personal	Horas laborales mensuales	Categoría	Valor hora de trabajo [USD]	Sueldo mensual [USD]	Año 1	
					Cantidad de personal	Subtotal sueldo mensual
Operario aluminio 1	192	Medio oficial	\$ 2,04	\$ 587,81	1	\$ 587,81
Operario aluminio 2	192	Operario calificado	\$ 1,90	\$ 546,62	3	\$ 1.639,87
Operario acero 1	192	Medio oficial	\$ 2,04	\$ 587,81	2	\$ 1.175,62
Operario acero 2	192	Operario calificado	\$ 1,90	\$ 546,62	3	\$ 1.639,87
Administrativo 1	192	Administrativo de 1a	\$ 1,76	\$ 505,44	1	\$ 505,44
Administrativo 2	192	Administrativo de 2a	\$ 1,95	\$ 561,60	1	\$ 561,60
Ingeniero/técnico 1	192	Técnico de 6a	\$ 2,69	\$ 775,01	1	\$ 775,01
Socio gerente 1	192			\$ 842,00	1	\$ 842,00
TOTAL [USD]					13	\$ 7.727,22
TOTAL [ARS]						\$ 1.545.443,20

24.1.6. Costos de materia prima

Para cumplir con el objetivo mensual de producción, la materia prima debe ser al menos de la cantidad fijada en el capítulo de Organización de la producción para cada línea productiva. Ante esto, se presenta a continuación los costos de adquisición de materia prima necesaria para la producción mensual en ambas líneas. Los detalles de costos individuales se pueden hallar en el apartado de Anexo A.

Tabla 49 - Costo materia prima

Descripción	Costo mensual
Aluminio	\$ 9.161,93
Acero	\$ 8.329,62
Vidrio	\$ 2.229,96
TOTAL	\$ 19.721,52

24.2. Flujos positivos

24.2.1. Ingreso por venta

Estos representan aquellos beneficios adquiridos por la actividad comercial de la empresa, por la venta de los productos determinados con anterioridad en los objetivos de oferta.

A continuación, se presentan los ingresos en el primer año. El ingreso se compone por los costos de producción más un porcentaje de este por mano de obra de la empresa.

Tabla 50 - Ingresos por Ventas - Año 1

Descripción	Costos de producción mensual [ARS]	Ingreso por ventas [ARS]
1 Año 1: Valores objetivo de proyecto	\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03

24.2.2. Ingreso por venta de Scrap

Como se ha detallado anteriormente en el capítulo de scrap derivado de la producción, se presenta el ingreso por la reventa de esta cantidad de cada materia prima.

Tabla 51 - Ingreso por venta de Scrap

	[kg]	[USD\$]
Acero	318,39607	19,10
Aluminio	348,309	661,79
Vidrio	165,5784	8,28
Total		689,17

24.3. Plan de Financiamiento

El financiamiento del proyecto proviene de un contrato de préstamo a través de Consejo Federal de Inversiones (CFI), con las siguientes tres propuestas:

PROPUESTA 1

CONDICIONES DEL PRESTAMO	
MONTO DEL PRESTAMOS (\$)	20.000.000
TASA ANUAL VENCIDA(%)	30%
PLAZO DE AMORTIZACION, Gracias-Cuotas(meses)	72
PLAZO DE GRACIA	12
FRECUENCIA DE AMOTIZACION (meses)	1
<hr/>	
Total a amortizar	20.000.000
Total de intereses a pagar	21.000.000
Total a pagar con intereses incluidos	41.000.000

Total a pagar con intereses incluidos	41.000.000
Total de intereses a pagar	21.000.000

PROPUESTA 2

CONDICIONES DEL PRESTAMO	
MONTO DEL PRESTAMOS (\$)	20.000.000
TASA ANUAL VENCIDA(%)	30%
PLAZO DE AMORTIZACION, Gracias-Cuotas(meses)	72
PLAZO DE GRACIA	6
FRECUENCIA DE AMOTIZACION (meses)	1
<hr/>	
Total a amortizar	20.000.000
Total de intereses a pagar	19.499.996
Total a pagar con intereses incluidos	39.499.996

Total a pagar con intereses incluidos	39.499.996
Total de intereses a pagar	19.499.996

PROPUESTA 3

CONDICIONES DEL PRESTAMO	
MONTO DEL PRESTAMOS (\$)	20.000.000
TASA ANUAL VENCIDA(%)	30%
PLAZO DE AMORTIZACION, Gracias-Cuotas(meses)	48
PLAZO DE GRACIA	6
FRECUENCIA DE AMOTIZACION (meses)	1
Total a amortizar	20.000.000
Total de intereses a pagar	13.500.000
Total a pagar con intereses incluidos	33.500.000

Total a pagar con intereses incluidos	33'200'000
Total de intereses a pagar	13'200'000

Por otro lado, la empresa cuenta con dos inversiones más, las cuales son la venta de un terreno que pertenece al dueño de la empresa, y se propone la venta del emplazamiento actual.

En este momento se establece trabajar con un préstamo del CFI de la alternativa 1, con 72 meses para su devolución y 12 meses de periodo de gracia, donde solamente se erogan gastos de interés del préstamo.

<i>Venta de emplazamiento actual</i>	<i>Venta de terreno particular</i>	<i>CFI</i>	<i>Inversión inicial</i>
\$ 21.750.000,00	\$ 8.700.000,00	\$ 20.000.000,00	\$ 50.450.000,00

24.4. Flujo de Caja

En este apartado se exhibe el flujo de caja proveniente de los resultados obtenidos de realizar el análisis económico de del proyecto.

Periodo		Ingresos		Egresos				Utilidades antes de impuesto a las	Impuesto a las ganancias	Resultado después de impuesto a las ganancias	Flujo de fondos netos	Flujo de fondos netos anuales	Flujo de fondos acumulados
Año	Mes	Ingresos por ventas	Ingresos por scrap	Intereses de crédito	Costo de personal	Amortización de crédito	Costos fijos		35%				
0	0	\$ 0		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 50.450.000	-\$ 50.450.000	-\$ 50.450.000
1	1	\$ 0	\$ 489.951	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 10.049	\$ 3.517	-\$ 13.566	-\$ 13.566	-\$ 50.463.566	
	2	\$ 0	\$ 489.951	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 10.049	\$ 3.517	-\$ 6.532	-\$ 6.532	-\$ 50.470.098	
	3	\$ 0	\$ 489.951	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 10.049	\$ 3.517	-\$ 6.532	-\$ 6.532	-\$ 50.476.630	
	4	\$ 0	\$ 489.951	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 10.049	\$ 3.517	-\$ 6.532	-\$ 6.532	-\$ 50.483.162	
	5	\$ 0	\$ 489.951	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 10.049	\$ 3.517	-\$ 6.532	-\$ 6.532	-\$ 50.489.693	
	6	\$ 0	\$ 489.951	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 10.049	\$ 3.517	-\$ 6.532	-\$ 6.532	-\$ 50.496.225	
	7	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 500.000	\$ 1.545.443	\$ 0	\$ 32.250	\$ 663.381	\$ 232.183	\$ 895.564	\$ 895.564	-\$ 49.600.661	
	8	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 500.000	\$ 1.545.443	\$ 0	\$ 32.250	\$ 663.381	\$ 232.183	\$ 895.564	\$ 895.564	-\$ 48.705.097	
	9	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 500.000	\$ 1.545.443	\$ 0	\$ 132.465	\$ 563.166	\$ 197.108	\$ 760.274	\$ 760.274	-\$ 47.944.823	
	10	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 500.000	\$ 1.545.443	\$ 0	\$ 132.465	\$ 563.166	\$ 197.108	\$ 760.274	\$ 760.274	-\$ 47.184.550	
	11	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 500.000	\$ 1.545.443	\$ 0	\$ 132.465	\$ 563.166	\$ 197.108	\$ 760.274	\$ 760.274	-\$ 46.424.276	
	12	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 500.000	\$ 1.545.443	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 235.297	\$ 82.354	\$ 317.651	\$ 645.520	-\$ 45.778.756	
2	13	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 483.607	\$ 1.545.443	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 251.690	\$ 88.092	\$ 339.782	\$ 667.651	-\$ 45.111.105	
	14	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 483.607	\$ 1.545.443	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 251.690	\$ 88.092	\$ 339.782	\$ 667.651	-\$ 44.443.455	
	15	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 483.607	\$ 1.545.443	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 251.690	\$ 88.092	\$ 339.782	\$ 667.651	-\$ 43.775.804	
	16	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 459.016	\$ 1.545.443	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 276.280	\$ 96.698	\$ 372.979	\$ 700.848	-\$ 43.074.956	
	17	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 459.016	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 166.956	\$ 58.434	\$ 225.390	\$ 553.259	-\$ 42.521.697	
	18	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 459.016	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 166.956	\$ 58.434	\$ 225.390	\$ 553.259	-\$ 41.968.438	
	19	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 434.426	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 582.032	\$ 203.711	\$ 785.743	\$ 1.113.612	-\$ 40.854.826	
	20	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 434.426	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 582.032	\$ 203.711	\$ 785.743	\$ 1.113.612	-\$ 39.741.215	
	21	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 434.426	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 582.032	\$ 203.711	\$ 785.743	\$ 1.113.612	-\$ 38.627.603	
	22	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 409.836	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 606.622	\$ 212.318	\$ 818.940	\$ 1.146.809	-\$ 37.480.794	
	23	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 409.836	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 606.622	\$ 212.318	\$ 818.940	\$ 1.146.809	-\$ 36.333.986	
	24	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 409.836	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 606.622	\$ 212.318	\$ 818.940	\$ 1.146.809	-\$ 35.187.177	
3	25	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 385.246	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 631.212	\$ 220.924	\$ 852.136	\$ 1.180.005	-\$ 34.007.172	
	26	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 385.246	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 631.212	\$ 220.924	\$ 852.136	\$ 1.180.005	-\$ 32.827.167	
	27	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 385.246	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 631.212	\$ 220.924	\$ 852.136	\$ 1.180.005	-\$ 31.647.161	
	28	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 360.656	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 655.802	\$ 229.531	\$ 885.333	\$ 1.213.202	-\$ 30.433.959	
	29	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 360.656	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 340.956	\$ 119.335	\$ 460.290	\$ 788.159	-\$ 29.645.800	
	30	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 360.656	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 340.956	\$ 119.335	\$ 460.290	\$ 788.159	-\$ 28.857.640	
	31	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 336.066	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 756.032	\$ 264.611	\$ 1.020.643	\$ 1.348.512	-\$ 27.509.128	
	32	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 336.066	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 756.032	\$ 264.611	\$ 1.020.643	\$ 1.348.512	-\$ 26.160.616	
	33	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 336.066	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 756.032	\$ 264.611	\$ 1.020.643	\$ 1.348.512	-\$ 24.812.104	
	34	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 311.475	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 780.622	\$ 273.218	\$ 1.053.840	\$ 1.381.709	-\$ 23.430.395	
	35	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 311.475	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 780.622	\$ 273.218	\$ 1.053.840	\$ 1.381.709	-\$ 22.048.686	
	36	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 311.475	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 780.622	\$ 273.218	\$ 1.053.840	\$ 1.381.709	-\$ 20.666.977	
4	37	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 286.885	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 805.212	\$ 281.824	\$ 1.087.037	\$ 1.414.906	-\$ 19.252.071	
	38	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 286.885	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 805.212	\$ 281.824	\$ 1.087.037	\$ 1.414.906	-\$ 17.837.166	
	39	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 286.885	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 805.212	\$ 281.824	\$ 1.087.037	\$ 1.414.906	-\$ 16.422.260	
	40	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 262.295	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 829.803	\$ 290.431	\$ 1.120.234	\$ 1.448.103	-\$ 14.974.158	
	41	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 262.295	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 611.153	\$ 213.904	\$ 825.057	\$ 1.152.926	-\$ 13.821.232	
	42	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 262.295	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 611.153	\$ 213.904	\$ 825.057	\$ 1.152.926	-\$ 12.668.306	
	43	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 237.705	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.026.229	\$ 359.180	\$ 1.385.409	\$ 1.713.278	-\$ 10.955.028	
	44	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 237.705	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.026.229	\$ 359.180	\$ 1.385.409	\$ 1.713.278	-\$ 9.241.750	
	45	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 237.705	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.026.229	\$ 359.180	\$ 1.385.409	\$ 1.713.278	-\$ 7.528.472	
	46	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 213.115	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.050.819	\$ 367.787	\$ 1.418.606	\$ 1.746.475	-\$ 5.781.997	
	47	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 213.115	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.050.819	\$ 367.787	\$ 1.418.606	\$ 1.746.475	-\$ 4.035.522	
	48	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 213.115	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.050.819	\$ 367.787	\$ 1.418.606	\$ 1.746.475	-\$ 2.289.047	
5	49	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 188.525	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.075.409	\$ 376.393	\$ 1.451.803	\$ 1.779.672	-\$ 509.375	
	50	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 188.525	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.075.409	\$ 376.393	\$ 1.451.803	\$ 1.779.672	\$ 1.270.296	
	51	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 188.525	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.075.409	\$ 376.393	\$ 1.451.803	\$ 1.779.672	\$ 3.049.968	
	52	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 163.934	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.100.000	\$ 385.000	\$ 1.485.000	\$ 1.812.869	\$ 4.862.837	
	53	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 163.934	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 956.995	\$ 334.948	\$ 1.291.943	\$ 1.619.812	\$ 6.482.649	
	54	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 163.934	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 956.995	\$ 334.948	\$ 1.291.943	\$ 1.619.812	\$ 8.102.461	
	55	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 139.344	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.372.071	\$ 480.225	\$ 1.852.296	\$ 2.180.165	\$ 10.282.625	
	56	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 139.344	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.372.071	\$ 480.225	\$ 1.852.296	\$ 2.180.165	\$ 12.462.790	
	57	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 139.344	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.372.071	\$ 480.225	\$ 1.852.296	\$ 2.180.165	\$ 14.642.955	
	58	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 114.754	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.396.661	\$ 488.831	\$ 1.885.493	\$ 2.213.362	\$ 16.856.316	
	59	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 114.754	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.396.661	\$ 488.831	\$ 1.885.493	\$ 2.213.362	\$ 19.069.678	
	60	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 114.754	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.396.661	\$ 488.831	\$ 1.885.493	\$ 2.213.362	\$ 21.283.040	
6	61	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 90.164	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.311.926	\$ 459.174	\$ 1.771.101	\$ 2.098.970	\$ 23.382.009	
	62	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 90.164	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.311.926	\$ 459.174	\$ 1.771.101	\$ 2.098.970	\$ 25.480.979	
	63	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 90.164	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.311.926	\$ 459.174	\$ 1.771.101	\$ 2.098.970	\$ 27.579.949	
	64	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 65.574	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.336.517	\$ 467.781	\$ 1.804.298	\$ 2.132.167	\$ 29.712.115	
	65	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 65.574	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.336.517	\$ 467.781	\$ 1.804.298	\$ 2.132.167	\$ 31.844.282	
	66	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 65.574	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.336.517	\$ 467.781	\$ 1.804.298	\$ 2.132.167	\$ 33.976.448	
	67	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 40.984	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.						

Periodo		Ingresos		Egresos			Utilidades antes de impuesto a las	Impuesto a las ganancias	Resultado después de impuesto a las ganancias	Flujo de fondos netos	Flujo de fondos netos anuales	Flujo de fondos acumulados
Año	Mes	Ingresos por ventas	Ingresos por scrap	Intereses de crédito	Costo de personal	Amortización de crédito	Costos fijos	35%				
7	73	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.304.716	\$ 806.650	\$ 3.111.366	\$ 3.111.366	\$ 56.697.150
	74	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.304.716	\$ 806.650	\$ 3.111.366	\$ 3.111.366	\$ 59.808.516
	75	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.304.716	\$ 806.650	\$ 3.111.366	\$ 3.111.366	\$ 62.919.883
	76	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.304.716	\$ 806.650	\$ 3.111.366	\$ 3.111.366	\$ 66.031.249
	77	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.304.716	\$ 806.650	\$ 3.111.366	\$ 3.111.366	\$ 69.142.615
	78	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.304.716	\$ 806.650	\$ 3.111.366	\$ 3.111.366	\$ 72.253.981
	79	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.730.700	\$ 955.745	\$ 3.686.445	\$ 3.686.445	\$ 75.940.426
	80	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.730.700	\$ 955.745	\$ 3.686.445	\$ 3.686.445	\$ 79.626.872
	81	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.730.700	\$ 955.745	\$ 3.686.445	\$ 3.686.445	\$ 83.313.317
	82	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.730.700	\$ 955.745	\$ 3.686.445	\$ 3.686.445	\$ 86.999.763
	83	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.730.700	\$ 955.745	\$ 3.686.445	\$ 3.686.445	\$ 90.686.208
	84	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.730.700	\$ 955.745	\$ 3.686.445	\$ 3.686.445	\$ 94.372.654
	85	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.503.814	\$ 876.335	\$ 3.380.149	\$ 3.380.149	\$ 97.752.803
	86	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.503.814	\$ 876.335	\$ 3.380.149	\$ 3.380.149	\$ 101.132.952
	87	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.503.814	\$ 876.335	\$ 3.380.149	\$ 3.380.149	\$ 104.513.100
	88	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.503.814	\$ 876.335	\$ 3.380.149	\$ 3.380.149	\$ 107.893.249
89	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.503.814	\$ 876.335	\$ 3.380.149	\$ 3.380.149	\$ 111.273.398	
90	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.503.814	\$ 876.335	\$ 3.380.149	\$ 3.380.149	\$ 114.653.547	
91	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 118.608.775	
92	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 122.564.003	
93	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 126.519.232	
94	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 130.474.460	
95	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 134.429.688	
96	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 138.384.916	
97	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 142.340.145	
98	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 146.295.373	
99	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 150.250.601	
100	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 154.205.829	
101	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 158.161.058	
102	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 162.116.286	
103	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.355.783	\$ 1.174.524	\$ 4.530.308	\$ 4.530.308	\$ 166.646.593	
104	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.355.783	\$ 1.174.524	\$ 4.530.308	\$ 4.530.308	\$ 171.176.901	
105	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.355.783	\$ 1.174.524	\$ 4.530.308	\$ 4.530.308	\$ 175.707.209	
106	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.355.783	\$ 1.174.524	\$ 4.530.308	\$ 4.530.308	\$ 180.237.516	
107	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.355.783	\$ 1.174.524	\$ 4.530.308	\$ 4.530.308	\$ 184.767.824	
108	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.355.783	\$ 1.174.524	\$ 4.530.308	\$ 4.530.308	\$ 189.298.132	
109	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.982.132	\$ 1.043.746	\$ 4.025.879	\$ 4.025.879	\$ 193.324.010	
110	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.982.132	\$ 1.043.746	\$ 4.025.879	\$ 4.025.879	\$ 197.349.889	
111	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.982.132	\$ 1.043.746	\$ 4.025.879	\$ 4.025.879	\$ 201.375.767	
112	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.982.132	\$ 1.043.746	\$ 4.025.879	\$ 4.025.879	\$ 205.401.646	
113	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.982.132	\$ 1.043.746	\$ 4.025.879	\$ 4.025.879	\$ 209.427.524	
114	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.982.132	\$ 1.043.746	\$ 4.025.879	\$ 4.025.879	\$ 213.453.403	
115	\$ 6.673.761	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.408.117	\$ 1.192.841	\$ 4.600.958	\$ 4.600.958	\$ 218.054.361	
116	\$ 6.673.761	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.408.117	\$ 1.192.841	\$ 4.600.958	\$ 4.600.958	\$ 222.655.319	
117	\$ 6.673.761	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.408.117	\$ 1.192.841	\$ 4.600.958	\$ 4.600.958	\$ 227.256.276	
118	\$ 6.673.761	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.408.117	\$ 1.192.841	\$ 4.600.958	\$ 4.600.958	\$ 231.857.234	
119	\$ 6.673.761	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.408.117	\$ 1.192.841	\$ 4.600.958	\$ 4.600.958	\$ 236.458.192	
120	\$ 6.673.761	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.408.117	\$ 1.192.841	\$ 4.600.958	\$ 4.600.958	\$ 241.059.150	

24.5. Cálculo de VAN y TIR

El indicador financiero VAN (valor actual neto) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. Se pretende obtener un valor de VAN mayor a cero, lo cual indica que el dinero futuro actualizado al presente será representativo de un beneficio.

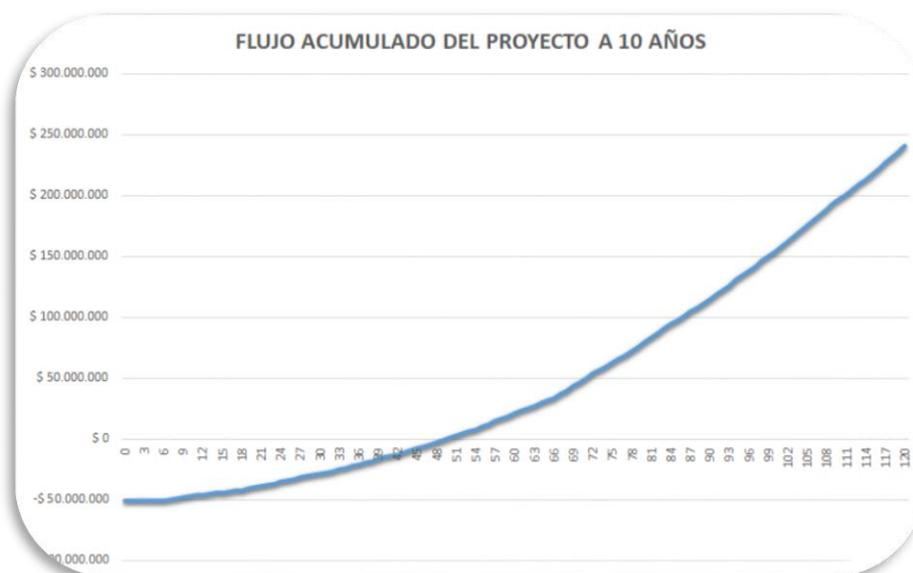
La TIR (Tasa Interna de Retorno) es la tasa a la cual el VAN representa cero. Esto quiere decir que indica cuán rentable en porcentaje es la inversión. Una tasa superior a la tasa propuesta por un agente financiero como lo es el CFI tiende a indicar que es mejor invertir en este proyecto.

A partir del flujo de caja establecido en el punto anterior, se tiene el cálculo de ambos, considerando una tasa de descuento anual de 30% por el préstamo de CFI.

Tabla 52 - Valores de VAN y TIR

VAN DEL PROYECTO
\$ 5.946.444,55
TIR DEL PROYECTO
32,76%

Tabla 53 - Gráfica de VAN - Tiempo de repago de inversión



24.6. Conclusiones del estudio y análisis del resultado económico financiero

Luego de analizar los valores de los indicadores obtenidos a partir del análisis económico financiero del presente proyecto, resultado un valor de VAN mucho mayor a cero y una TIR mayor a la tasa proveniente del préstamo, se concluye validar la inversión al proyecto. La inversión tiene un periodo de recuperación de aproximadamente 50 meses.

Además, luego de la reubicación de la empresa y sus devenidas inversiones, la misma logra capitalizarse y asentar bases de crecimiento en vista de su desarrollo a mediano y largo plazo.

Por otro lado, la implementación del proyecto de inversión deja en vista una propuesta que genera valor de impacto social, desde la creación genuina de empleos, hasta permitir el desarrollo de la actividad económica en la ciudad, lo cual implica una mejora en la evolución tecnológica de la industria Pyme de la región.

CONCLUSIONES

Finalizado el desarrollo íntegro del proyecto final, se declara al mismo como satisfactorio con los resultados obtenidos a raíz del mismo, otorgando valides al cumplimiento de los objetivos planteados inicialmente para la ejecución de este.

Dicho esto, creemos haber transitado una experiencia fructífera, no solamente por validar los resultados cumpliendo con los objetivos planteados, sino, además, desde el punto de vista de la experiencia en la ejecución y desarrollo de un proyecto de esta magnitud, el cual abarca temáticas tan diversas como interesantes, que por momentos no correspondían a temáticas propias de la carrera y aun así poder realizar la investigación y lograr análisis profundos acerca de los mismos. Además, esta manera de evolucionar en el transcurso del proyecto trajo consigo un gran desafío y un aprendizaje constante, mediante el manejo de frustraciones y ansiedades, ya que por momentos el desarrollo no transitaba como hubiéramos deseado, aunque rápidamente volvíamos a enfocar en a investigación y progreso del mismo.

Deseamos expresar el agrado de trabajar temáticas globales, de naturaleza en las materias integradoras, contenido que abarcamos en los últimos años de carrera, mucho de lo que desarrollamos en esas materias, como en manejo de materiales, elementos de máquinas, redes de distribución, administración de la producción, organización de la producción, neumática, mecánica de los fluidos, se vieron reflejadas en el desarrollo de este proyecto.

Nos pareció interesante la investigación y análisis de la gestión de materia prima y personal, involucrándonos en temáticas que no hemos desarrollado durante la carrera. Estos temas nos han permitido dilucidar nuevos aspectos a tener en cuenta en ámbitos de creación de empleos genuinos mediante la implementación de emprendimientos de esta magnitud.

El acompañamiento y orientación de los docentes de cátedra ha sido parte fundamental para mantener una orientación y organización de las temáticas, con la exigencia justa para mantener un ritmo de trabajo, logrando avances semanales con resultados satisfactorios.

BIBLIOGRAFÍA

24. Sitios Web

- <https://www.aberturasvicmar.com.ar/linea-modena/>
- <http://www.deyvel.com.ar/web/index.php>
- <https://www.leffler-dietz.com.ar/#!/-inicio/>
- <https://www.nexo-aberturas.com.ar/productos/aluminio/ventanas/>
<https://www.nexo-aberturas.com.ar/productos/aluminio/ventanas/>
- <http://www.borgertycia.com.ar/>
- <https://aluplast.com.ar/>
- <https://guiadeparana.com/pagina/Metalurgica-FR-SRL/>
- <https://www.okindustrial.com.ar/categoria/1-maquinas-para-aluminio>
- <https://www.rial.com.ar/categoria/mesas/>
- <https://dgmatal.com.ar/>
- <https://www.argencort.com.ar/nosotros.html>
- https://www.hsglaser.com/es/products/sheet-metal/?gclid=Cj0KCQjwjvaYBhDIARIsAO8PKE0qEDP85I5b5vWaexjSvOb5-fdFvSBGs8CupvQWnOAD4JS4gAtUzdgaAs_pEALw_wcB
- <http://iturrospe.com.ar/>
- https://www.lagilla.com/?gclid=Cj0KCQjwjvaYBhDIARIsAO8PKE3XtE33kQZI0gi0T0c158XxA0bPnOXWBNLOwvPbNxBaGJ9r9ZCO-0YaAoScEALw_wcB
- <https://www.schroedergroup.eu/en/schroeder-group/>
- <https://www.lincolnelectric.com/es-ES>
- <https://www.wagner-group.com/es/industria/productos/recubrimiento-en-polvo/recuperacion/>
- <https://www.hegla.com/es/productos/sistema-de-almacenamiento-de-vidrio/>

- <https://www.fdsglass.com/project/sistema-de-almacenamiento-de-vidrio-tipo-organo/>
- https://www.aepro.com/files/congresos/2003pamplona/ciip03_0566_0576.2196.pdf
- <http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/SLP%20para%20Distribucion%20en%20Planta%20%202017.pdf>
- <https://www.ghcranes.com/es/>
- <http://pinturaenpolvo.org/rendimiento-de-la-pintura-en-polvo#:~:text=Utilizaci%C3%B3n%3A%20Una%20pintura%20en%20polvo,cuadrados%20por%20kilogramo%20de%20pintura>
- https://www.afvindustrial.com/_files/ugd/f03d85_2a5f2a34523748a8b0bc26572f1b2bd6.pdf
- <https://www.riello.com/spain/productos/quemadores>
- <http://www.termicasanluis.com.ar/productos.html>
- https://ect.se.com/cbt/app/index.html?code=aPrxZibfVBKPF9tycTWWaQbfbgU4tlqgRLATeOXqdW0rPRGWJepwl1xiuifIKtwwwuWknc3t34Q%3D%3D&state=623cbbcd7f3a4046a35434e90a8d2b9a&sfdc_community_url=https%3A%2F%2Fsecureidentity.schneider-electric.com%2Fidentity&sfdc_community_id=0DB12000000CaVnGAK#/CheckDiscrimination
- <https://edesign-630.se.com/home>
- <https://www.uom.org.ar/site/convenios-y-salarios/>
- https://www.copmmoter.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/305_1.pdf
- <http://190.183.231.163:4892/digesto/spip.php?article4060>
- <https://www.cifrasonline.com.ar/costos/>

25. Libros

- Administración de operaciones – Conceptos y casos contemporáneos – Quinta edición. Autores: Roger G. Schroeder – Susan Meyer Goldstein – M Johnny Rungtusanatham. Editorial: Mc Graw Hill
- Proyectos de inversión – Formulación y evaluación – Segunda edición. Autor: Nassir Sapag Chain. Editorial: Pearson
- Diseño de elementos de máquinas. Autor: V.M. Faires. Editorial: Montaner y Simon, S.A. Barcelona
- Máquinas, Cálculos de taller. Autor: A.L. Casillas
- Transferencia de calor y masa – Un enfoque práctico. Tercera edición. Autor: Yunus A. Cengel. Editorial: Mc Graw Hill

26. Leyes y Normas

- LEY: 19587 HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO – DECRETO 351/79
- LEY: 24051 – RESIDUOS PELIGROSOS
- NORMA AEA 90363-7-771 del 2006

27. Informes

- Anuario estadístico 2019 – Indicadores de la industria del aluminio en Argentina CAIAMA
- Anuario estadístico 2020 – Indicadores de la industria del aluminio en Argentina CAIAMA
- Indicadores de la coyuntura de la actividad de la construcción – Informes técnicos / Volumen 6 n°63 - Febrero de 2022 – Fuente INDEC
- Informe de coyuntura de la construcción – Informe n° 197 correspondiente al periodo Enero-Febrero 2022 - Buenos Aires – Marzo 2022
- Permisos de Edificación en Entre Ríos – 4° trimestre 2017 – Edición Marzo 2018 – Dirección General de Estadística y Censos – Ministerio de Economía, Hacienda y Finanzas – Gobierno de Entre Ríos
- Informe del sector construcción – Provincia de Entre Ríos – Dirección General de Estadística y Censos – Ministerio de Economía, Hacienda y Finanzas – Gobierno de Entre Ríos
- Informe cuatrimestral 2021 – III . Indicadores de la industria del aluminio en Argentina CAIAMA

- Planilla permisos de construcción departamento Paraná – Concordia. Año 2017

28. Apuntes de Facultad Regional Paraná

- APUNTES DE CÁTEDRA: Elementos de máquinas UTN FRP
- APUNTES DE CÁTEDRA: Manejo de materiales UTN FRP
- APUNTES DE CÁTEDRA: Redes de distribución e instalaciones eléctricas UTN FRP

29. Catálogos

- CATÁLOGO: Ruedas puente grúa ABAD
- CATÁLOGO: Reductores de velocidad tornillo sinfín-corona TRANSPOWER
- CATÁLOGO: Motores eléctricos WEG
- CATÁLOGO: Rodamientos SKF
- CATÁLOGO: DUCASSE INDUSTRIAL (carro y riel ROMA)
- CATÁLOGO: Ciclones CASIBA
- CATÁLOGO: Filtros INFESA
- CATÁLOGO: VENTILADORES SODECA
- CATÁLOGO: MARCA TERMOLANA (aislante mineral de roca)
- CATÁLOGO: QUEMADORES DE GAS RIELLO
- CATÁLOGO: CONTROLES DE TEMPERATURA FULLGAUGE CONTROLS
- CATÁLOGO: DE PRODUCTOS SCHNEIDER ELECTRIC
- CATÁLOGO: BANCO DE CAPACITORES TRIFÁSICOS WEG
- CATÁLOGO: CONDUCTORES ELÉCTRICOS PRYSMIAN
- CATÁLOGO: TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS DE POTENCIA TADEO CZERWENY
- CATÁLOGO: EXTRACTORES EÓLICOS PUGLIESE

ANEXOS

30. ANEXOS A (TABLAS)

30.1. Costos de materiales - Máquinas a fabricar

30.1.1. Puente grúa

Componentes de acero/hierro					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	Revalorizacion	Precio Final USD\$
Tubo 12" sch 40	m	120	\$ 33,67	\$ 43,77	\$ 5.252,52
Perfil W 200x135x31x3mm	m	90	\$ 21,00	\$ 27,30	\$ 2.457,00
Chapa laminada 1/4"	m2	114	\$ 84,00	\$ 109,20	\$ 12.448,80
Barra maciza cuadrada 1" 1/2	m	44	\$ 19,68	\$ 25,58	\$ 1.125,70
Caño estructural 40x60x1,2mm	m	60	\$ 6,90	\$ 8,97	\$ 538,20
Rueda acero SAE 1045 285"	Unid	4	\$ 117,85	\$ 153,21	\$ 612,82
Total					\$ 22.435,04

Accesorios y bulonería					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	Revalor	Precio Final USD\$
Carro porta cabrestante	Unid	1	\$ 5.220,00	\$ 6.786,00	\$ 6.786,00
Rodamiento FYNT 50F	Unid	8	\$ 26,60	\$ 34,58	\$ 276,64
Bulón M18x25mm	Unid	120	\$ 0,17	\$ 0,22	\$ 26,52
Bulón M13x25mm	Unid	8	\$ 0,15	\$ 0,20	\$ 1,56
Reductor de velocidad 1:40 0,5[HP]	Unid	2	\$ 56,23	\$ 73,10	\$ 146,20
Total					\$ 7.236,92

Componentes eléctricos			
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Final USD\$
Motor eléctrico trifásico 0,5[HP] 1390[rpm]	Unid	2	\$ 292,76
Transformador 220/24V	Unid	1	\$ 27,26
Pulsador de plastico	Unid	6	\$ 22,21
Contacto pulsador NC	Unid	6	\$ 4,64
Final de carrera mecánico	Unid	6	\$ 38,62
Contactor trifásico 10A bobina 24V	Unid	6	\$ 76,80
Tablero electrico estanco 8 módulos	Unid	1	\$ 14,86
Cable TPR tripolar 2,5mm	m	150	\$ 563,69
Cable TPR bipolar 1mm	m	50	\$ 45,85
			\$ 1.086,68

Descripción de costo	Total
Componentes de acero/hierro	\$ 22.435,04
Accesorios y bulonería	\$ 7.236,92
Componentes eléctricos	\$ 1.086,68
Subtotal materiales	\$ 30.758,63
Mano de obra	\$ 12.303,45
Total	\$ 43.062,09

30.1.2. Grúa de descarga

Componentes de acero/hierro					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	revalor	Precio Final USD\$
Tubo 12" sch 40	m	18	\$ 33,67	\$ 43,77	\$ 787,88
Perfil IPN 120	m	30,5	\$ 7,47	\$ 9,71	\$ 296,19
Chapa laminada 1/4"	m2	1,7	\$ 84,00	\$ 109,20	\$ 185,64
Rueda acero SAE 1045 3"	Unid	12	\$ 5,05	\$ 6,57	\$ 78,78
Total					\$ 1.348,48

Accesorios y bulonería					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	revalor	Precio Final USD\$
Aparejo eléctrico 1000[kg] 12[m]	Unid	1	\$ 388,00	\$ 504,40	\$ 504,40
Bulón M20x50mm	Unid	12	\$ 0,17	\$ 0,22	\$ 2,65
Tuerca M20	Unid	12	\$ 0,15	\$ 0,20	\$ 2,34
Total					\$ 509,39

Componentes eléctricos			
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Final USD\$
Tablero electrico estanco 4 módulos	Unid	1	\$ 8,14
Cable TPR tripolar 2,5mm	m	10	\$ 37,58
Total			\$ 45,71

Descripción de costo	Total
Componentes de acero/hierro	\$ 1.348,48
Accesorios y bulonería	\$ 509,39
Componentes eléctricos	\$ 45,71
Subtotal materiales	\$ 1.903,59
Mano de obra	\$ 856,62
Total	\$ 2.760,21

30.1.3. Cabina de pintura

Componentes de acero/hierro					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	Revalorización	Precio Final USD\$
Caño estructural 80x80x1,2mm	m	84,5	\$ 9,33	\$ 12,13	\$ 1.025,34
Caño estructural 30x30x1,2mm	m	13,6	\$ 2,92	\$ 3,80	\$ 51,63
Caño estructural 40x40x1,2mm	m	12,2	\$ 3,65	\$ 4,75	\$ 57,89
Chapa laminada calibre 18	m2	97,94	\$ 21,00	\$ 27,30	\$ 2.673,76
Hierro ángulo 1"x1/8"	m	147	\$ 1,80	\$ 2,34	\$ 343,98
Material desplegado	m2	16,32	\$ 11,14	\$ 14,48	\$ 236,35
Hierro T 100x100	m	12	\$ 7,46	\$ 9,70	\$ 116,38
Tubo 6" sch 40	m	9,5	\$ 18,74	\$ 24,36	\$ 231,44
Codo 6" sch 40	Unid	6	\$ 9,00	\$ 11,70	\$ 70,20
T 6" sch 40	Unid	3	\$ 11,00	\$ 14,30	\$ 42,90
Perfil IPN 120	m	34	\$ 7,47	\$ 9,71	\$ 330,17
Perfil IPN 60	m	11,2	\$ 4,00	\$ 5,20	\$ 58,24
Total					\$ 5.238,27

Accesorios y bulonería					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	Revalorización	Precio Final USD\$
Riel ROMA	m	70	\$ 35,54	\$ 46,20	\$ 3.234,14
Carro ROMA 4 ruedas	Unid	4	\$ 6,74	\$ 8,76	\$ 35,05
Carro ROMA 2 ruedas	Unid	8	\$ 4,57	\$ 5,94	\$ 47,53
Equipo de aplicación pintura electrostática WAGNER SPRINT60L	Unid	1	\$ 1.672,00	\$ 2.173,60	\$ 2.173,60
Filtro secundario INFESA CPCM-2	Unid	1	\$ 2.693,60	\$ 3.501,68	\$ 3.501,68
Total					\$ 8.992,00

Componentes eléctricos			
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Final USD\$
Cable TPR tripolar 2,5mm	m	5	\$ 18,78
Total			\$ 18,78

Descripción de costo	Total
Componentes de acero/hierro	\$ 5.238,27
Accesorios y bulonería	\$ 8.992,00
Componentes eléctricos	\$ 18,78
Subtotal materiales	\$ 14.249,05
Mano de obra	\$ 6.412,07
Total	\$ 20.661,12

30.1.4. Horno de curado

Componentes de acero/hierro					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	revalor	Precio Final USD\$
Caño estructural 80x80x1,2mm	m	55,7	\$ 7,18	\$ 9,33	\$ 519,90
Caño estructural 50x50x1,2mm	m	33,6	\$ 4,60	\$ 5,98	\$ 200,93
Chapa laminada 0,7mm	m2	50,7	\$ 12,23	\$ 15,90	\$ 806,08
Chapa laminada calibre 18	m2	60,74	\$ 21,00	\$ 27,30	\$ 1.658,20
Chapa Acero Inox 304	m2	9,56	\$ 71,80	\$ 93,34	\$ 892,33
Total					\$ 4.077,44

Accesorios y bulonería					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	revalor	Precio Final USD\$
Lana mineral de roca	m2	50,4	\$ 6,92	\$ 9,00	\$ 453,40
Quemador de gas EQA	Unid	1	\$ 690,24	\$ 897,31	\$ 897,31
Ventilador centrifugo SODECA	Unid	1	\$ 499,43	\$ 649,26	\$ 649,26
Riel ROMA	m	5,5	\$ 35,54	\$ 46,20	\$ 254,11
Carro ROMA 4 ruedas	Unid	4	\$ 6,74	\$ 8,76	\$ 35,05
Total					\$ 2.289,13

Componentes eléctricos					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	Precio Final USD\$	
Control de temperatura FULLGAUGE	Unid	1	\$ 47,14	\$ 61,28	
Termocupla	Unid	1	\$ 8,10	\$ 10,53	
Total					\$ 71,81

Descripción de costo	Total
Componentes de acero/hierro	\$ 4.077,44
Accesorios y bulonería	\$ 2.289,13
Componentes eléctricos	\$ 71,81
Subtotal materiales	\$ 6.438,38
Mano de obra	\$ 2.897,27
Total	\$ 9.335,66

30.1.5. Mesas de trabajo

Componentes de acero/hierro					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	renovar	Precio Final USD\$
Chapa laminada calibre 18	m2	3	\$ 21,00	\$ 27,30	\$ 81,90
Chapa laminada 1/8"	m2	5,96	\$ 49,68	\$ 64,58	\$ 384,92
Caño estructural 40x40x1,2mm	m	95,76	\$ 3,65	\$ 4,75	\$ 454,38
Hierro ángulo 1"x1/8"	m	15,96	\$ 1,80	\$ 2,34	\$ 37,35
Total					\$ 958,55

Accesorios y bulonería					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	renovar	Precio Final USD\$
Ruedas omnidireccionales 80mm	Unid	4	\$ 6,57	\$ 8,54	\$ 34,16
Tornillo M20x50mm	Unid	24	\$ 0,18	\$ 0,23	\$ 5,62
Tuerca M20	Unid	24	\$ 0,17	\$ 0,22	\$ 5,30
Total					\$ 45,08

Descripción de costo	Total
Componentes de acero/hierro	\$ 958,55
Accesorios y bulonería	\$ 45,08
Componentes eléctricos	\$ 0,00
Subtotal materiales	\$ 1.003,63
Mano de obra	\$ 451,63
Total	\$ 1.455,27

30.1.6. Racks

Componentes de acero/hierro					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	revalor	Precio Final USD\$
Caño estructural 20x20x1,2mm	m	202,85	\$ 1,34	\$ 1,74	\$ 353,36
Caño estructural 40x40x1,2mm	m	164,22	\$ 3,65	\$ 4,75	\$ 779,22
Caño estructural 80x80x1,2mm	m	5,96	\$ 7,18	\$ 9,33	\$ 55,63
Chapa laminada calibre 18	m2	15,8	\$ 21,00	\$ 27,30	\$ 431,34
Total					\$ 1.619,56

Accesorios y bulonería					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	revalor	Precio Final USD\$
Estantería de insumos	Unid	7	\$ 33,23	\$ 43,20	\$ 302,39
Rack de almacenamiento	Unid	4	\$ 370,00	\$ 481,00	\$ 1.924,00
Total					\$ 2.226,39

Descripción de costo	Total
Componentes de acero/hierro	\$ 1.619,56
Accesorios y bulonería	\$ 2.226,39
Componentes eléctricos	\$ 0,00
Subtotal materiales	\$ 3.845,95
Mano de obra	\$ 1.730,68
Total	\$ 5.576,63

30.1.7. Otros

Componentes de acero/hierro					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	revalor	Precio Final USD\$
Caño estructural 40x40x1,2mm	m	173,44	\$ 3,65	\$ 4,75	\$ 822,97
Chapa laminada calibre 12	m2	0,84	\$ 38,78	\$ 50,41	\$ 42,35
Chapa laminada calibre 18	m2	40,14	\$ 21,00	\$ 27,30	\$ 1.095,82
Barra de acero 12mm	m	4,2	\$ 2,70	\$ 3,51	\$ 14,74
Total					\$ 1.975,88

Accesorios y bulonería					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD\$	renovar	Precio Final USD\$
Rodamiento 6201	Unid	84	\$ 3,20	\$ 4,16	\$ 349,44
Tornillo M10x25mm	Unid	84	\$ 0,22	\$ 0,29	\$ 24,02
Tornillo M10x50mm	Unid	16	\$ 0,23	\$ 0,30	\$ 4,78
Tuerca M10	Unid	16	\$ 0,23	\$ 0,30	\$ 4,78
Barra grilón 40/15	m	10,5	\$ 27,27	\$ 35,45	\$ 372,24
Rueda omnidireccional 80mm	Unid	36	\$ 6,57	\$ 8,54	\$ 307,48
Total					\$ 1.062,74

Descripción de costo	Total
Componentes de acero/hierro	\$ 1.975,88
Accesorios y bulonería	\$ 1.062,74
Componentes eléctricos	\$ 0,00
Subtotal materiales	\$ 3.038,63
Mano de obra	\$ 1.367,38
Total	\$ 4.406,01

30.1.8. Equipo de sujeción

Componentes de acero/hierro					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	revalor	Precio Final
Caño estructural Aluminio 60x60	m	8	\$ 6,00	\$ 7,80	\$ 62,40
Caño estructural Aluminio 50x50	m	0,5	\$ 5,50	\$ 7,15	\$ 3,58
Chapa acero laminada 1/2"	m2	0,5	\$ 160,00	\$ 208,00	\$ 104,00
Chapa laminada 1/8"	m2	1	\$ 49,68	\$ 64,58	\$ 64,58
Tubo 3/4"	m	1	\$ 20,00	\$ 26,00	\$ 26,00
Total					\$ 260,56

Accesorios y bulonería					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	revalor	Precio Final
Tuerca 3/8"		100	\$ 0,03	\$ 0,04	\$ 4,46
Manija plástico rosca 3/8"		14	\$ 1,01	\$ 1,31	\$ 18,38
total					\$ 22,85

Componentes eléctricos				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Final
Boton verde 24v dc NA		1	\$ 1,35	\$ 1,75
Boton rojo 24v dc NC		2	\$ 1,35	\$ 3,50
Luz piloto verde ojo buey 24v dc		1	\$ 1,85	\$ 2,41
Luz piloto rojo 24v dc		2	\$ 1,85	\$ 4,81
Fuerte switching 24v - 5A		1	\$ 11,78	\$ 15,32
Caja plástico 5x10		2	\$ 0,24	\$ 0,63
Total				\$ 28,42

Componentes neumáticos				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Final
Ventosa Festo OVGm-100-A-N-G14F		10	\$ 6,73	\$ 87,54
Racor Festo LJK 1/4- codo 90° para ventosa		10	\$ 1,23	\$ 15,99
Silenciador 1/8		1	\$ 6,73	\$ 8,75
Racor codo 90° - 1/8		2	\$ 1,48	\$ 3,85
Union tipo Cruz -1/8		3	\$ 1,48	\$ 5,78
Racor tipo T- 1/8		2	\$ 1,48	\$ 3,85
Eyector Festo VN-10-H-T3-PI4-VI4-RI4		10	\$ 33,67	\$ 437,71
Válvula direccional MFH-3-1/-S-EX		1	\$ 80,81	\$ 105,05
Bobina válvula MSFG-24-EX		1	\$ 13,47	\$ 17,51
Conector bobina MSSD-F-M16		1	\$ 10,00	\$ 13,00
Vacuómetro 20mm		10	\$ 6,73	\$ 87,54
Tubo flexible 6mm	m	10	\$ 12,12	\$ 157,58
Total				\$ 944,15

Descripcion de costo	Total
Componentes de acero/hierro	\$ 260,56
Accesorios	\$ 22,85
Comonentes Eléctricos	\$ 28,42
Componentes Numáticos	\$ 944,15
Subtotal	\$ 1.255,98
Mano de obra	\$ 627,99
Total	\$ 1.883,97

30.1.9. Mesa basculante

Componentes de acero/hierro				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Final
Estructural 80x80x3.2	m	20	7,18	186,68
Chapa laminada 1/4"	m2	1	\$ 84,00	\$ 109,20
Perfil angulo 60x60x5	m	10	\$ 2,10	\$ 27,30
Estructural 80x40x3.2	m	23	\$ 6,15	\$ 183,89
			Total	507,065

Accesorios y bulonería				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Final
Tela Alfombra	m2	9	\$ 3,00	\$ 35,10
Madera MDF 18mm 2.6mx1.83m		4	\$ 63,13	\$ 328,28
Goma 5mm esp x 1m ancho	m	0,2	\$ 30,30	\$ 7,88
			Total	\$ 371,26

Componentes neumáticos				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Final
Válvula direccional Festo S/2 VHEF-H-B52-G18	u	2	\$ 67,34	\$ 175,08
Unidad de mantenimiento Festo MSB4-1/4-FRC7:J3M1	u	1	\$ 67,34	\$ 87,54
Cilindro Festo DSBC-125-500-PPSA-N3 - Festo	u	2	\$ 202,02	\$ 525,25
Brida basculante SNCL-125 - Festo	u	2	\$ 67,34	\$ 175,08
Brida basculante SNCB-125 - Festo	u	2	\$ 67,34	\$ 175,08
Puntera horquilla-SG-M27x2b - Festo	u	2	\$ 10,10	\$ 26,26
Cilindro Festo ADN-25-50-A-P-A	u	2	\$ 67,34	\$ 175,08
Valvula estranguladora G1/8	u	4	\$ 12,12	\$ 63,03
Valvula estranguladora G1/4	u	4	\$ 12,12	\$ 63,02
Racor roscado rapido QS G1/2-12	u	4	\$ 1,52	\$ 7,88
Racor roscado rapido QS G1/8	u	4	\$ 1,52	\$ 7,88
			Total	\$ 1.481,21

Costo Total Mesa Basculante	
Costo Mat	\$ 2.359,53
Costo M.O	\$ 1.179,77
Total	\$ 3.539,30

30.1.10. Grúa bandera

Componentes de acero/hierro					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	revalor	Precio Final
Perfil IPE 300	m	5	\$ 25,00	\$ 32,50	\$ 162,50
Caño 12" sch 40	m	4,5	\$ 33,67	\$ 43,77	\$ 196,97
Estructural 60x60x3.2	m	6	\$ 6,00	\$ 7,80	\$ 46,80
Chapa 1/2"	m2	0,5	\$ 160,00	\$ 208,00	\$ 104,00
Chapa 1/4"	m2	1	\$ 84,00	\$ 109,20	\$ 109,20
Estructural 150x150x4	m	1,2	\$ 10,00	\$ 13,00	\$ 15,60
Macizo redondo diam 63mm	m	0,5	\$ 5,00	\$ 6,50	\$ 3,25
Total					\$ 638,32

Accesorios y bulonería					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	revalor	Precio Final
Carro porta malacate manual 4 ruedas	un.	1	\$ 40,40	\$ 52,53	\$ 40,40
Rodamiento SKF UCF 208	un.	1	\$ 18,52	\$ 24,07	\$ 18,52
Rodamiento SKF 32006x	un.	1	\$ 11,45	\$ 14,88	\$ 11,45
Grillete 1/2" - 2000kg	un.	1	\$ 2,32	\$ 3,02	\$ 2,32
Total					\$ 72,69

Componentes eléctricos				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Final
Polipasto eléctrico 500/1000kg		1	\$ 388,00	\$ 504,40
Total				\$ 504,40

Costos Grúa bandera	
Costo materiales	\$ 1.215,41
Costo MO	\$ 607,71
total	\$ 1.823,12

30.1.11. Rack de vidrio

Componentes de acero/hierro					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	revalor	Precio Final
Estructural 80x80x3.2	m	20	\$ 7,18	\$ 9,33	\$ 186,68
Chapa laminada 1/2"	m2	3	\$ 160,00	\$ 208,00	\$ 624,00
Chapa laminada 1/4"	m2	1	\$ 84,00	\$ 109,20	\$ 109,20
Total					\$ 919,88

Accesorios y bulonería					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	revalor	Precio Final
Goma 1m x esp 10mm	m	2	\$ 8,50	\$ 11,05	\$ 22,10
Total					\$ 22,10

Costo Rack vidrio	
Costo Mat	\$ 941,98
Costo MO	\$ 470,99
Total	\$ 1.412,97

30.1.12. Tacho Scrap

Componentes de acero/hierro					
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	revalor	Precio Final
Chapa acero 1/4"	m2	6	\$ 84,00	\$ 109,20	\$ 655,20
Estructural 50x50x3.2	m	10	\$ 6,00	\$ 7,80	\$ 78,00
Chapa acero 1/8"	m2	1,5	\$ 49,60	\$ 64,48	\$ 96,72
Total					\$ 829,92

Costo Tacho scraps	
Costo Mat	\$ 829,92
Costo MO	\$ 124,49
Total	\$ 954,41

30.2. Costos de adquisición

Costos de emplazamiento		
Descripción	Cantidad	Subtotal [USD\$]
Galpón	1	\$ 123.225,61
Total emplazamiento		\$ 123.225,61

[ARS] **\$ 24.645.122,52**

Costos de maquinaria a fabricar		
Descripción	Cantidad	Subtotal [USD\$]
Puente Grúa	1	\$ 43.062,09
Grúa de descarga	1	\$ 2.760,21
Cabina de pintura	1	\$ 20.661,12
Horno de curado	1	\$ 9.335,66
Mesas de trabajo	1	\$ 1.455,27
Racks de almacenamiento	1	\$ 6.989,60
Mesa basculante	1	\$ 3.539,30
Grúa bandera	1	\$ 1.823,12
Tachos de residuos reciclables	1	\$ 954,41
Equipo de sujeción con ventosas	1	\$ 1.883,98
Otros	1	\$ 4.406,01
Total máquinas a fabricar		\$ 96.870,76

\$ 8.612.417,38
\$ 552.041,19
\$ 4.132.224,42
\$ 1.867.131,33
\$ 291.053,35
\$ 1.397.920,15
\$ 707.859,68
\$ 364.623,93
\$ 190.881,60
\$ 376.796,22
[ARS] **\$ 19.374.151,38**

Costos de instalaciones y servicios auxiliares		
Descripción	Cantidad	Subtotal [USD\$]
Instalación eléctrica	1	\$ 12.744,71
Instalacion neumática	1	\$ 36.608,10
Sistema de ventilación	1	\$ 2.902,02
Extintores de fuego	11	\$ 671,19
Total de instalaciones y servicios		\$ 52.926,02

[ARS] **\$ 10.585.204,12**

Maquinas a fabricar	[USD]	[ARS]
Alternativa 2	\$ 53.808,67	\$ 10.761.734,00
Alternativa 3	\$ 42.346,80	\$ 8.469.359,64
	\$ 39.024,00	\$ 7.804.800,92

Situación 1: Costos de maquinaria a adquirir nueva/usado excelente estado				
Descripción	Cantidad	Costo unitario [USD\$]	Subtotal [USD\$]	Observaciones
Plegadora hidráulica 2,5 m - 40 tn ERCOR	1	\$ 11.774,10	\$ 11.774,10	Máquina usada (buen estado)
Cortadora de plasma RMB CUTTER 120 Trifásico hasta 35mm	1	\$ 1.700,40	\$ 1.700,40	Se cambia la fuente del plasma actual
Sierra de corte basculante semiautomática DG METAL DG 330S	1	\$ 11.455,60	\$ 11.455,60	Máquina nueva
Soldadora MIG LASER TURBO 265[A] trifásica	1	\$ 1.175,00	\$ 1.175,00	Máquina nueva
Banco de montaje extensible aluminio OK	2	\$ 444,60	\$ 889,20	Máquina nueva
Sierra automática de corte OK PUMA 400A	1	\$ 7.484,88	\$ 7.484,88	Máquina nueva
Punzonadora universal línea Modena OK	1	\$ 3.898,25	\$ 3.898,25	Máquina nueva
Punzonadora universal línea Herrero OK	1	\$ 3.597,88	\$ 3.597,88	Máquina usada (muy poco uso)
Fresadora copiadora OK CAPYPLUS neumática	1	\$ 3.142,75	\$ 3.142,75	Máquina nueva
Trenes de rodillo con medición aluminio	1	\$ 932,32	\$ 932,32	Máquina nueva
Zorra de carga hidráulica	2	\$ 354,90	\$ 709,80	Máquina nueva
Apilador elevador hidráulico manual 1500[kg] 2[m]	1	\$ 1.313,00	\$ 1.313,00	Máquina nueva
Agujereadora eléctrica manual	4	\$ 90,61	\$ 362,44	Máquina nueva
Amoladora eléctrica	3	\$ 86,67	\$ 260,01	Máquina nueva
Atornillador neumático	2	\$ 58,50	\$ 117,00	Máquina nueva
Torno neumático	3	\$ 27,79	\$ 83,38	Máquina nueva
Remachadora neumática	2	\$ 66,69	\$ 133,38	Máquina nueva
Total maquinaria a adquirir			\$ 49.029,39	\$ 9.805.878,20

Situación 2: Costos de maquinaria a adquirir usada/nuevas alternativas				
<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo unitario [USD\$]</i>	<i>Subtotal [USD\$]</i>	<i>Observaciones</i>
Dobladora pestañadora motorizada 2,5m - 2mm LAGILLA DP-2500	1	\$ 9.082,09	\$ 9.082,09	Máquina nueva
Cortadora de plasma	1		\$ 0,00	Se utiliza plasma actual
Sierra de corte basculante semiautomática CUTMAC S125	1	\$ 1.689,50	\$ 1.689,50	Máquina nueva
Soldadora MIG LASER TURBO 265[A] trifásica	1	\$ 1.175,00	\$ 1.175,00	Máquina nueva
Banco de montaje extensible aluminio	2		\$ 0,00	Se fabrican en la empresa
Sierra automática de corte OK PUMA 400A	1	\$ 7.484,88	\$ 7.484,88	Máquina nueva
Punzonadora universal línea Modena OK	1	\$ 3.898,25	\$ 3.898,25	Máquina nueva
Punzonadora universal línea Herrero OK	1	\$ 3.597,88	\$ 3.597,88	Máquina usada (muy poco uso)
Fresadora copiadora OK CAPYPLUS neumática	1	\$ 3.142,75	\$ 3.142,75	Máquina nueva
Trenes de rodillo simple	1	\$ 619,89	\$ 619,89	Máquina nueva
Zorra de carga hidráulica	2	\$ 175,08	\$ 350,17	Máquina nueva
Apilador elevador hidráulico manual 1500[kg] 2[m]	1	\$ 1.313,00	\$ 1.313,00	Máquina nueva
Agujereadora eléctrica manual	2	\$ 90,61	\$ 181,22	Máquina nueva
Amoladora eléctrica	1	\$ 86,67	\$ 86,67	Máquina nueva
Atornillador neumático	2	\$ 58,50	\$ 117,00	Máquina nueva
Torno neumático	3	\$ 27,79	\$ 83,38	Máquina nueva
Remachadora neumática	2	\$ 66,69	\$ 133,38	Máquina nueva
Total maquinaria a adquirir			\$ 32.955,05	\$ 6.591.010,80

Valor dólar	Alternativa 1 (proyecto completo con todo nuevo)	Alternativa 2 (sin puente grúa y maquinaria usada/altaernativa)	Diferencia	Moneda
200	\$ 322.051,78	\$ 262.915,36	\$ 59.136,42	[USD]
	\$ 64.410.356,22	\$ 52.583.071,44	\$ 11.827.284,78	[ARS]

Alternativa 1 (proyecto completo con todo nuevo)	Alternativa 3 (Cabina-Horno-Racks-Tachos-Otros, maquinaria usada/nuevas altaernativa y sin ventilación)	Diferencia	Moneda
\$ 322.051,78	\$ 237.551,47	\$ 84.500,31	[USD]
\$ 64.410.356,22	\$ 47.510.293,88	\$ 16.900.062,34	[ARS]

30.3. Costos de producción

RESUMEN MENSUAL ALUMINIO						
LÍNEA MODENA	MEDIDA [m] 6					
Descripción	Perfil	Cantidad	Peso unitario [kg/m]	Peso total [kg]	Precio [USD/kg]	Subtotal
Umbral y dintel marco	6200	10	1,266	76,0	\$ 9,85	\$ 748,21
Jambas marco	6201	10	0,675	40,5	\$ 9,85	\$ 398,93
Parante lateral de hoja	6203	6	0,664	23,9	\$ 9,85	\$ 235,45
Zócalo y cabezal de hoja	6204	5	0,705	21,2	\$ 9,85	\$ 208,33
Jambas premarco	6205	42	0,397	100,0	\$ 9,85	\$ 985,43
Jambas tapa premarco	6206	39	0,181	42,4	\$ 9,85	\$ 417,19
Parante central	6207	2	0,613	7,4	\$ 9,85	\$ 72,46
Parante central con tirador	6208	2	0,813	9,8	\$ 9,85	\$ 96,10
Zócalo alto	6209	2	1,258	15,1	\$ 9,85	\$ 148,70
Jambas marco	6210	9	0,789	42,6	\$ 9,85	\$ 419,67
Jambas hoja	6214	13	1,088	84,9	\$ 9,85	\$ 835,91
Jambas marco	6216	13	0,726	56,6	\$ 9,85	\$ 557,79
Travesaño de hoja	6218	6	1,15	41,4	\$ 9,85	\$ 407,79
Zócalo de hoja	6219	6	1,647	59,3	\$ 9,85	\$ 584,03
Jambas de hoja	6234	9	0,888	48,0	\$ 9,85	\$ 472,33
Travesaño de hoja	6239	2	0,705	8,5	\$ 9,85	\$ 83,33
Parante lateral de hoja	6248	4	0,635	15,2	\$ 9,85	\$ 150,11
Zócalo y cabezal de hoja	6249	3	0,675	12,2	\$ 9,85	\$ 119,68
Parante central	6250	2	0,583	7,0	\$ 9,85	\$ 68,91
Parante central con tirador	6251	2	0,783	9,4	\$ 9,85	\$ 92,55
Zócalo alto	6252	1	1,215	7,3	\$ 9,85	\$ 71,81
Travesaño de hoja	6253	1	0,689	4,1	\$ 9,85	\$ 40,72
Zócalo y cabezal de mosquitero	6255	10	0,424	25,4	\$ 9,85	\$ 250,58
Travesaño mosquitero	6256	1	0,508	3,0	\$ 9,85	\$ 30,02
TOTAL		200		761,0		\$ 7.496,01
LÍNEA HERRERO	MEDIDA [m] 6					
Descripción	Perfil	Cantidad	Peso unitario [kg/m]	Peso total [kg]	Precio [USD/kg]	Subtotal
Jamba marco	1	24	0,921	22,1	\$ 9,75	\$ 215,51
Travesaño y cabezal hoja	2	16	0,521	8,3	\$ 9,75	\$ 81,28
Parante lateral hoja	3	3	0,577	1,7	\$ 9,75	\$ 16,88
Parante central hoja	4	3	0,518	1,6	\$ 9,75	\$ 15,15
Mosquitero vertical	5	19	0,392	7,4	\$ 9,75	\$ 72,62
Zocalo alto	44	9	0,848	7,6	\$ 9,75	\$ 74,41
Parante lateral reforzado hoja	53	9	0,712	6,4	\$ 9,75	\$ 62,48
Parante central reforzado hoja	54	9	0,729	6,6	\$ 9,75	\$ 63,97
Travesaño mosquitero	90	4	0,55	2,2	\$ 9,75	\$ 21,45
Parante hoja	103	8	0,801	6,4	\$ 9,75	\$ 62,48
Parante de hoja	179	16	1,063	17,0	\$ 9,75	\$ 165,83
Travesaño superior de hoja	180	9	0,98	8,8	\$ 9,75	\$ 86,00
Jamba marco	193	19	0,53	10,1	\$ 9,75	\$ 98,18
Revestimiento tubular	232	43	0,905	38,9	\$ 9,75	\$ 379,42
Jamba marco	681	22	0,699	15,4	\$ 9,75	\$ 149,94
Jamba marco	821	13	0,591	7,7	\$ 9,75	\$ 74,91
Tapa canto central hoja	940	8	0,326	2,6	\$ 9,75	\$ 25,43
TOTAL		234		170,9		\$ 1.665,92

RESUMEN MENSUAL ACERO							
Perfil / Chapa	[m]-Unit	Medida Perfil	Cantidad de Perfiles	Peso unitario [kg/m]	Peso total [kg]	Precio por unidad [USD]	Subtotal [USD]
Caño estructural 10x20x1,2[mm]	234	6	39	0,55	128,7	\$ 1,94	\$ 453,26
Caño estructural 20x20x1,2[mm]	407	6	68	0,75	306	\$ 1,74	\$ 708,99
Caño estructural 20x30x1,2[mm]	68	6	12	0,94	67,68	\$ 3,64	\$ 247,52
Caño estructural 20x40x1,2[mm]	35	6	6	1,44	51,84	\$ 3,21	\$ 112,39
Caño estructural 40x40x1,2[mm]	70,2	6	12	1,53	110,16	\$ 4,75	\$ 333,10
Caño estructural 70x30x1,2[mm]	50,2	6	9	1,92	103,68	\$ 6,68	\$ 335,44
Caño estructural 80x40x1,6[mm]	26,7	6	5	2,94	88,2	\$ 6,24	\$ 166,61
Caño estructural 80x80x1,6[mm]	170	6	29	3,95	687,3	\$ 9,33	\$ 1.586,78
Caño pasamano omega 36x57x1,2[mm]	54,6	6	10	1,6	96	\$ 3,71	\$ 202,29
Chapa laminada 1,2[mm] 1,22x2,44[m]	7,13	1,22x2,44		30,2	215,326	\$ 446,20	\$ 3.181,37
Hierro ángulo 1"x1/8"	89	6	15	1,19	107,1	\$ 2,34	\$ 208,26
Hierro ángulo 2"x3/16"	54	6	9	3,7	199,8	\$ 4,36	\$ 235,17
Hierro redondo Ø10[mm]	3,9	6	1	0,62	3,72	\$ 0,92	\$ 3,60
Madera	-	-	-	-	-		
Material desplegado 1,5x3[m]	2	1,50x3,00		46,35	92,7	\$ 100,26	\$ 200,52
Planchuela 1"x1/8"	204	6	34	0,63	128,52	\$ 0,98	\$ 198,90
Planchuela 1"x3/16"	31,04	6	6	0,95	34,2	\$ 1,34	\$ 41,56
Planchuela 1"1/2 x 1/8"	2,4	6	1	0,95	5,7	\$ 1,16	\$ 2,78
Planchuela 1/2"x1/8"	136	6	23	0,32	44,16	\$ 0,72	\$ 97,24
Planchuela 2"x1/8"	4,2	6	1	1,27	7,62	\$ 2,12	\$ 8,90
Planchuela 3/4"x1/8"	6,24	6	2	0,47	5,64	\$ 0,79	\$ 4,95
TOTAL					2484,046		\$ 8.329,62
RESUMEN CANTIDAD DE VIDRIO MENSUAL							
Descripción	Espesor [mm]	Ancho [mm]	Largo [mm]	Peso [kg]	Cantidad	Precio unitario [USD]	Total [USD]
Lámina de Vidrio	4	2600	3660	95	12	\$ 185,83	\$ 2.229,96
Descripción		Costo mensual					
Aluminio		\$ 9.161,93					
Acero		\$ 8.329,62					
Vidrio		\$ 2.229,96					
TOTAL		\$ 19.721,52					

30.4. Ingreso por ventas

Año	Mes	Costos de producción mensual [USD]	Mano de obra	Ingreso por ventas [USD]	Descripción	Costos de producción mensual [ARS]	Ingreso por ventas [ARS]	
1	1	\$ 19.721,52	0,55	\$ 10.846,83	1	Año 1: Valores objetivo de proyecto	\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	2	\$ 19.721,52	0,55	\$ 10.846,83			\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	3	\$ 19.721,52	0,55	\$ 10.846,83			\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	4	\$ 19.721,52	0,55	\$ 10.846,83			\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	5	\$ 19.721,52	0,55	\$ 10.846,83			\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	6	\$ 19.721,52	0,55	\$ 10.846,83			\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	7	\$ 19.721,52	0,55	\$ 10.846,83			\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	8	\$ 19.721,52	0,55	\$ 10.846,83			\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	9	\$ 19.721,52	0,55	\$ 10.846,83			\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	10	\$ 19.721,52	0,55	\$ 10.846,83			\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	11	\$ 19.721,52	0,55	\$ 10.846,83			\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
	12	\$ 19.721,52	0,55	\$ 10.846,83			\$ 3.944.303,08	\$ 2.603.240,03
2	13	\$ 22.679,74	0,55	\$ 12.473,86	1,15	Año 2: Aumento de 15 % en ventas	\$ 4.535.948,54	\$ 2.993.726,03
	14	\$ 22.679,74	0,55	\$ 12.473,86			\$ 4.535.948,54	\$ 2.993.726,03
	15	\$ 22.679,74	0,55	\$ 12.473,86			\$ 4.535.948,54	\$ 2.993.726,03
	16	\$ 22.679,74	0,55	\$ 12.473,86			\$ 4.535.948,54	\$ 2.993.726,03
	17	\$ 22.679,74	0,55	\$ 12.473,86			\$ 4.535.948,54	\$ 2.993.726,03
	18	\$ 22.679,74	0,55	\$ 12.473,86			\$ 4.535.948,54	\$ 2.993.726,03
	19	\$ 22.679,74	0,55	\$ 12.473,86			\$ 4.535.948,54	\$ 2.993.726,03
	20	\$ 22.679,74	0,55	\$ 12.473,86			\$ 4.535.948,54	\$ 2.993.726,03
	21	\$ 22.679,74	0,55	\$ 12.473,86			\$ 4.535.948,54	\$ 2.993.726,03
	22	\$ 22.679,74	0,55	\$ 12.473,86			\$ 4.535.948,54	\$ 2.993.726,03
	23	\$ 22.679,74	0,55	\$ 12.473,86			\$ 4.535.948,54	\$ 2.993.726,03
	24	\$ 22.679,74	0,55	\$ 12.473,86			\$ 4.535.948,54	\$ 2.993.726,03
3	25	\$ 25.637,97	0,55	\$ 14.100,88	1,3	Año 3: Aumento de 30 % en ventas	\$ 5.127.594,00	\$ 3.384.212,04
	26	\$ 25.637,97	0,55	\$ 14.100,88			\$ 5.127.594,00	\$ 3.384.212,04
	27	\$ 25.637,97	0,55	\$ 14.100,88			\$ 5.127.594,00	\$ 3.384.212,04
	28	\$ 25.637,97	0,55	\$ 14.100,88			\$ 5.127.594,00	\$ 3.384.212,04
	29	\$ 25.637,97	0,55	\$ 14.100,88			\$ 5.127.594,00	\$ 3.384.212,04
	30	\$ 25.637,97	0,55	\$ 14.100,88			\$ 5.127.594,00	\$ 3.384.212,04
	31	\$ 25.637,97	0,55	\$ 14.100,88			\$ 5.127.594,00	\$ 3.384.212,04
	32	\$ 25.637,97	0,55	\$ 14.100,88			\$ 5.127.594,00	\$ 3.384.212,04
	33	\$ 25.637,97	0,55	\$ 14.100,88			\$ 5.127.594,00	\$ 3.384.212,04
	34	\$ 25.637,97	0,55	\$ 14.100,88			\$ 5.127.594,00	\$ 3.384.212,04
	35	\$ 25.637,97	0,55	\$ 14.100,88			\$ 5.127.594,00	\$ 3.384.212,04
	36	\$ 25.637,97	0,55	\$ 14.100,88			\$ 5.127.594,00	\$ 3.384.212,04
4	37	\$ 28.596,20	0,55	\$ 15.727,91	1,45	Año 4: Aumento de 45 % en ventas	\$ 5.719.239,46	\$ 3.774.698,04
	38	\$ 28.596,20	0,55	\$ 15.727,91			\$ 5.719.239,46	\$ 3.774.698,04
	39	\$ 28.596,20	0,55	\$ 15.727,91			\$ 5.719.239,46	\$ 3.774.698,04
	40	\$ 28.596,20	0,55	\$ 15.727,91			\$ 5.719.239,46	\$ 3.774.698,04
	41	\$ 28.596,20	0,55	\$ 15.727,91			\$ 5.719.239,46	\$ 3.774.698,04
	42	\$ 28.596,20	0,55	\$ 15.727,91			\$ 5.719.239,46	\$ 3.774.698,04
	43	\$ 28.596,20	0,55	\$ 15.727,91			\$ 5.719.239,46	\$ 3.774.698,04
	44	\$ 28.596,20	0,55	\$ 15.727,91			\$ 5.719.239,46	\$ 3.774.698,04
	45	\$ 28.596,20	0,55	\$ 15.727,91			\$ 5.719.239,46	\$ 3.774.698,04
	46	\$ 28.596,20	0,55	\$ 15.727,91			\$ 5.719.239,46	\$ 3.774.698,04
	47	\$ 28.596,20	0,55	\$ 15.727,91			\$ 5.719.239,46	\$ 3.774.698,04
	48	\$ 28.596,20	0,55	\$ 15.727,91			\$ 5.719.239,46	\$ 3.774.698,04
5	49	\$ 31.554,42	0,55	\$ 17.354,93	1,6	Año 5: Aumento de 60 % en ventas	\$ 6.310.884,92	\$ 4.165.184,05
	50	\$ 31.554,42	0,55	\$ 17.354,93			\$ 6.310.884,92	\$ 4.165.184,05
	51	\$ 31.554,42	0,55	\$ 17.354,93			\$ 6.310.884,92	\$ 4.165.184,05
	52	\$ 31.554,42	0,55	\$ 17.354,93			\$ 6.310.884,92	\$ 4.165.184,05
	53	\$ 31.554,42	0,55	\$ 17.354,93			\$ 6.310.884,92	\$ 4.165.184,05
	54	\$ 31.554,42	0,55	\$ 17.354,93			\$ 6.310.884,92	\$ 4.165.184,05
	55	\$ 31.554,42	0,55	\$ 17.354,93			\$ 6.310.884,92	\$ 4.165.184,05
	56	\$ 31.554,42	0,55	\$ 17.354,93			\$ 6.310.884,92	\$ 4.165.184,05
	57	\$ 31.554,42	0,55	\$ 17.354,93			\$ 6.310.884,92	\$ 4.165.184,05
	58	\$ 31.554,42	0,55	\$ 17.354,93			\$ 6.310.884,92	\$ 4.165.184,05
	59	\$ 31.554,42	0,55	\$ 17.354,93			\$ 6.310.884,92	\$ 4.165.184,05
	60	\$ 31.554,42	0,55	\$ 17.354,93			\$ 6.310.884,92	\$ 4.165.184,05

Año	Mes	Costos de producción mensual [USD]	Mano de obra	Ingreso por ventas [USD]	Descripción	Costos de producción mensual [ARS]	Ingreso por ventas [ARS]	
6	61	\$ 34.512,65	0,6	\$ 20.707,59	1,75	Año 6: Aumento de 75 % en ventas	\$ 6.902.530,38	\$ 4.969.821,88
	62	\$ 34.512,65	0,6	\$ 20.707,59			\$ 6.902.530,38	\$ 4.969.821,88
	63	\$ 34.512,65	0,6	\$ 20.707,59			\$ 6.902.530,38	\$ 4.969.821,88
	64	\$ 34.512,65	0,6	\$ 20.707,59			\$ 6.902.530,38	\$ 4.969.821,88
	65	\$ 34.512,65	0,6	\$ 20.707,59			\$ 6.902.530,38	\$ 4.969.821,88
	66	\$ 34.512,65	0,6	\$ 20.707,59			\$ 6.902.530,38	\$ 4.969.821,88
	67	\$ 34.512,65	0,6	\$ 20.707,59			\$ 6.902.530,38	\$ 4.969.821,88
	68	\$ 34.512,65	0,6	\$ 20.707,59			\$ 6.902.530,38	\$ 4.969.821,88
	69	\$ 34.512,65	0,6	\$ 20.707,59			\$ 6.902.530,38	\$ 4.969.821,88
	70	\$ 34.512,65	0,6	\$ 20.707,59			\$ 6.902.530,38	\$ 4.969.821,88
	71	\$ 34.512,65	0,6	\$ 20.707,59			\$ 6.902.530,38	\$ 4.969.821,88
	72	\$ 34.512,65	0,6	\$ 20.707,59			\$ 6.902.530,38	\$ 4.969.821,88
7	73	\$ 37.470,88	0,6	\$ 22.482,53	1,9	Año 7: Aumento de 90 % en ventas	\$ 7.494.175,85	\$ 5.395.806,61
	74	\$ 37.470,88	0,6	\$ 22.482,53			\$ 7.494.175,85	\$ 5.395.806,61
	75	\$ 37.470,88	0,6	\$ 22.482,53			\$ 7.494.175,85	\$ 5.395.806,61
	76	\$ 37.470,88	0,6	\$ 22.482,53			\$ 7.494.175,85	\$ 5.395.806,61
	77	\$ 37.470,88	0,6	\$ 22.482,53			\$ 7.494.175,85	\$ 5.395.806,61
	78	\$ 37.470,88	0,6	\$ 22.482,53			\$ 7.494.175,85	\$ 5.395.806,61
	79	\$ 37.470,88	0,6	\$ 22.482,53			\$ 7.494.175,85	\$ 5.395.806,61
	80	\$ 37.470,88	0,6	\$ 22.482,53			\$ 7.494.175,85	\$ 5.395.806,61
	81	\$ 37.470,88	0,6	\$ 22.482,53			\$ 7.494.175,85	\$ 5.395.806,61
	82	\$ 37.470,88	0,6	\$ 22.482,53			\$ 7.494.175,85	\$ 5.395.806,61
	83	\$ 37.470,88	0,6	\$ 22.482,53			\$ 7.494.175,85	\$ 5.395.806,61
	84	\$ 37.470,88	0,6	\$ 22.482,53			\$ 7.494.175,85	\$ 5.395.806,61
8	85	\$ 40.429,11	0,6	\$ 24.257,46	2,05	Año 8: Aumento de 105 % en ventas	\$ 8.085.821,31	\$ 5.821.791,34
	86	\$ 40.429,11	0,6	\$ 24.257,46			\$ 8.085.821,31	\$ 5.821.791,34
	87	\$ 40.429,11	0,6	\$ 24.257,46			\$ 8.085.821,31	\$ 5.821.791,34
	88	\$ 40.429,11	0,6	\$ 24.257,46			\$ 8.085.821,31	\$ 5.821.791,34
	89	\$ 40.429,11	0,6	\$ 24.257,46			\$ 8.085.821,31	\$ 5.821.791,34
	90	\$ 40.429,11	0,6	\$ 24.257,46			\$ 8.085.821,31	\$ 5.821.791,34
	91	\$ 40.429,11	0,6	\$ 24.257,46			\$ 8.085.821,31	\$ 5.821.791,34
	92	\$ 40.429,11	0,6	\$ 24.257,46			\$ 8.085.821,31	\$ 5.821.791,34
	93	\$ 40.429,11	0,6	\$ 24.257,46			\$ 8.085.821,31	\$ 5.821.791,34
	94	\$ 40.429,11	0,6	\$ 24.257,46			\$ 8.085.821,31	\$ 5.821.791,34
	95	\$ 40.429,11	0,6	\$ 24.257,46			\$ 8.085.821,31	\$ 5.821.791,34
	96	\$ 40.429,11	0,6	\$ 24.257,46			\$ 8.085.821,31	\$ 5.821.791,34
9	97	\$ 43.387,33	0,6	\$ 26.032,40	2,2	Año 9: Aumento de 120 % en ventas	\$ 8.677.466,77	\$ 6.247.776,07
	98	\$ 43.387,33	0,6	\$ 26.032,40			\$ 8.677.466,77	\$ 6.247.776,07
	99	\$ 43.387,33	0,6	\$ 26.032,40			\$ 8.677.466,77	\$ 6.247.776,07
	100	\$ 43.387,33	0,6	\$ 26.032,40			\$ 8.677.466,77	\$ 6.247.776,07
	101	\$ 43.387,33	0,6	\$ 26.032,40			\$ 8.677.466,77	\$ 6.247.776,07
	102	\$ 43.387,33	0,6	\$ 26.032,40			\$ 8.677.466,77	\$ 6.247.776,07
	103	\$ 43.387,33	0,6	\$ 26.032,40			\$ 8.677.466,77	\$ 6.247.776,07
	104	\$ 43.387,33	0,6	\$ 26.032,40			\$ 8.677.466,77	\$ 6.247.776,07
	105	\$ 43.387,33	0,6	\$ 26.032,40			\$ 8.677.466,77	\$ 6.247.776,07
	106	\$ 43.387,33	0,6	\$ 26.032,40			\$ 8.677.466,77	\$ 6.247.776,07
	107	\$ 43.387,33	0,6	\$ 26.032,40			\$ 8.677.466,77	\$ 6.247.776,07
	108	\$ 43.387,33	0,6	\$ 26.032,40			\$ 8.677.466,77	\$ 6.247.776,07
10	109	\$ 46.345,56	0,6	\$ 27.807,34	2,35	Año 10: Aumento de 135 % en ventas	\$ 9.269.112,23	\$ 6.673.760,81
	110	\$ 46.345,56	0,6	\$ 27.807,34			\$ 9.269.112,23	\$ 6.673.760,81
	111	\$ 46.345,56	0,6	\$ 27.807,34			\$ 9.269.112,23	\$ 6.673.760,81
	112	\$ 46.345,56	0,6	\$ 27.807,34			\$ 9.269.112,23	\$ 6.673.760,81
	113	\$ 46.345,56	0,6	\$ 27.807,34			\$ 9.269.112,23	\$ 6.673.760,81
	114	\$ 46.345,56	0,6	\$ 27.807,34			\$ 9.269.112,23	\$ 6.673.760,81
	115	\$ 46.345,56	0,6	\$ 27.807,34			\$ 9.269.112,23	\$ 6.673.760,81
	116	\$ 46.345,56	0,6	\$ 27.807,34			\$ 9.269.112,23	\$ 6.673.760,81
	117	\$ 46.345,56	0,6	\$ 27.807,34			\$ 9.269.112,23	\$ 6.673.760,81
	118	\$ 46.345,56	0,6	\$ 27.807,34			\$ 9.269.112,23	\$ 6.673.760,81
	119	\$ 46.345,56	0,6	\$ 27.807,34			\$ 9.269.112,23	\$ 6.673.760,81
	120	\$ 46.345,56	0,6	\$ 27.807,34			\$ 9.269.112,23	\$ 6.673.760,81

30.5. Costo contratación de Personal

Personal	Horas laborales mensuales	Categoría	Valor hora de trabajo [USD]	Sueldo mensual [USD]	Año 1		
					Cantidad de personal	Subtotal sueldo mensual	
Operario aluminio 1	192	Medio oficial	\$ 2,04	\$ 587,81	1	\$ 587,81	
Operario aluminio 2	192	Operario calificado	\$ 1,90	\$ 546,62	3	\$ 1.639,87	
Operario acero 1	192	Medio oficial	\$ 2,04	\$ 587,81	2	\$ 1.175,62	
Operario acero 2	192	Operario calificado	\$ 1,90	\$ 546,62	3	\$ 1.639,87	
Administrativo 1	192	Administrativo de 1a	\$ 1,76	\$ 505,44	1	\$ 505,44	
Administrativo 2	192	Administrativo de 2a	\$ 1,95	\$ 561,60	1	\$ 561,60	
Ingeniero/técnico 1	192	Técnico de 6a	\$ 2,69	\$ 775,01	1	\$ 775,01	
Socio gerente 1	192			\$ 842,00	1	\$ 842,00	
					TOTAL [USD]	13	\$ 7.727,22
					TOTAL [ARS]		\$ 1.545.443,20

Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Cantidad de personal	Subtotal sueldo mensual								
1	\$ 587,81	1	\$ 587,81	1	\$ 587,81	2	\$ 1.175,62	2	\$ 1.175,62
3	\$ 1.639,87	3	\$ 1.639,87	4	\$ 2.186,50	3	\$ 1.639,87	4	\$ 2.186,50
2	\$ 1.175,62	2	\$ 1.175,62	2	\$ 1.175,62	2	\$ 1.175,62	2	\$ 1.175,62
3	\$ 1.639,87	4	\$ 2.186,50	4	\$ 2.186,50	5	\$ 2.733,12	5	\$ 2.733,12
1	\$ 505,44	1	\$ 505,44	1	\$ 505,44	2	\$ 1.010,88	2	\$ 1.010,88
1	\$ 561,60	1	\$ 561,60	1	\$ 561,60	1	\$ 561,60	1	\$ 561,60
1	\$ 775,01	1	\$ 775,01	2	\$ 1.550,02	2	\$ 1.550,02	2	\$ 1.550,02
1	\$ 842,00	1	\$ 842,00	1	\$ 1.094,60	1	\$ 1.094,60	1	\$ 1.263,00
13	\$ 7.727,22	14	\$ 8.273,84	16	\$ 9.848,07	18	\$ 10.941,32	19	\$ 11.656,34
	\$ 1.545.443,20		\$ 1.654.768,00		\$ 1.969.614,40		\$ 2.188.264,00		\$ 2.331.268,80

Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10	
Cantidad de personal	Subtotal sueldo mensual								
2	\$ 1.175,62	2	\$ 1.175,62	3	\$ 1.763,42	3	\$ 1.763,42	3	\$ 1.763,42
4	\$ 2.186,50	5	\$ 2.733,12	5	\$ 2.733,12	5	\$ 2.733,12	6	\$ 3.279,74
2	\$ 1.175,62	3	\$ 1.763,42	3	\$ 1.763,42	3	\$ 1.763,42	3	\$ 1.763,42
6	\$ 3.279,74	5	\$ 2.733,12	6	\$ 3.279,74	6	\$ 3.279,74	7	\$ 3.826,37
2	\$ 1.010,88	2	\$ 1.010,88	2	\$ 1.010,88	2	\$ 1.010,88	2	\$ 1.010,88
1	\$ 561,60	2	\$ 1.123,20	2	\$ 1.123,20	2	\$ 1.123,20	2	\$ 1.123,20
2	\$ 1.550,02	2	\$ 1.550,02	2	\$ 1.550,02	2	\$ 1.550,02	3	\$ 2.325,02
1	\$ 1.263,00	1	\$ 1.263,00	1	\$ 1.263,00	1	\$ 1.263,00	1	\$ 1.263,00
20	\$ 12.202,97	22	\$ 13.352,38	24	\$ 14.486,81	24	\$ 14.486,81	27	\$ 16.355,06
	\$ 2.440.593,60		\$ 2.670.475,20		\$ 2.897.361,60		\$ 2.897.361,60		\$ 3.271.012,80

30.6. Créditos CFI

CONDICIONES DEL PRESTAMO					
MONTO DEL PRESTAMOS (\$)		20.000.000			
TASA ANUAL VENCIDA(%)		30%			
PLAZO DE AMORTIZACION, Gracias-Cuotas(meses)		72			
PLAZO DE GRACIA		12			
FRECUENCIA DE AMOTIZACION (meses)		1			
PERIODO		DEUDA \$	PAGO		
AÑO	MES		Amortizacion	Intereses	Total
1	1	20.000.000	0	500.000	500.000
	2	20.000.000	0	500.000	500.000
	3	20.000.000	0	500.000	500.000
	4	20.000.000	0	500.000	500.000
	5	20.000.000	0	500.000	500.000
	6	20.000.000	0	500.000	500.000
	7	20.000.000	0	500.000	500.000
	8	20.000.000	0	500.000	500.000
	9	20.000.000	0	500.000	500.000
	10	20.000.000	0	500.000	500.000
	11	20.000.000	0	500.000	500.000
	12	20.000.000	327.869	500.000	827.869
2	13	19.672.131	327.869	483.607	811.476
	14	19.344.262	327.869	483.607	811.476
	15	19.016.393	327.869	483.607	811.476
	16	18.688.524	327.869	459.016	786.885
	17	18.360.655	327.869	459.016	786.885
	18	18.032.786	327.869	459.016	786.885
	19	17.704.917	327.869	434.426	762.295
	20	17.377.048	327.869	434.426	762.295
	21	17.049.179	327.869	434.426	762.295
	22	16.721.310	327.869	409.836	737.705
	23	16.393.441	327.869	409.836	737.705
	24	16.065.572	327.869	409.836	737.705
3	25	15.737.703	327.869	385.246	713.115
	26	15.409.834	327.869	385.246	713.115
	27	15.081.965	327.869	385.246	713.115
	28	14.754.096	327.869	360.656	688.525
	29	14.426.227	327.869	360.656	688.525
	30	14.098.358	327.869	360.656	688.525
	31	13.770.489	327.869	336.066	663.935
	32	13.442.620	327.869	336.066	663.935
	33	13.114.751	327.869	336.066	663.935
	34	12.786.882	327.869	311.475	639.344
	35	12.459.013	327.869	311.475	639.344
	36	12.131.144	327.869	311.475	639.344
4	37	11.803.275	327.869	286.885	614.754
	38	11.475.406	327.869	286.885	614.754
	39	11.147.537	327.869	286.885	614.754
	40	10.819.668	327.869	262.295	590.164
	41	10.491.799	327.869	262.295	590.164
	42	10.163.930	327.869	262.295	590.164
	43	9.836.061	327.869	237.705	565.574
	44	9.508.192	327.869	237.705	565.574
	45	9.180.323	327.869	237.705	565.574
	46	8.852.454	327.869	213.115	540.984
	47	8.524.585	327.869	213.115	540.984
	48	8.196.716	327.869	213.115	540.984
5	49	7.868.847	327.869	188.525	516.394
	50	7.540.978	327.869	188.525	516.394
	51	7.213.109	327.869	188.525	516.394
	52	6.885.240	327.869	163.934	491.803
	53	6.557.371	327.869	163.934	491.803
	54	6.229.502	327.869	163.934	491.803
	55	5.901.633	327.869	139.344	467.213
	56	5.573.764	327.869	139.344	467.213
	57	5.245.895	327.869	139.344	467.213
	58	4.918.026	327.869	114.754	442.623
	59	4.590.157	327.869	114.754	442.623
	60	4.262.288	327.869	114.754	442.623
6	61	3.934.419	327.869	90.164	418.033
	62	3.606.550	327.869	90.164	418.033
	63	3.278.681	327.869	90.164	418.033
	64	2.950.812	327.869	65.574	393.443
	65	2.622.943	327.869	65.574	393.443
	66	2.295.074	327.869	65.574	393.443
	67	1.967.205	327.869	40.984	368.853
	68	1.639.336	327.869	40.984	368.853
	69	1.311.467	327.869	40.984	368.853
	70	983.598	327.869	16.393	344.262
	71	655.729	327.869	16.393	344.262
	72	327.860	327.869	16.393	344.262
7	73	0	0	0	0
Total a amortizar		20.000.000			
Total de intereses a pagar		21.000.000			
Total a pagar con intereses incluidos		41.000.000			

CONDICIONES DEL PRESTAMO					
MONTO DEL PRESTAMOS (\$)		20.000.000			
TASA ANUAL VENCIDA(%)		30%			
PLAZO DE AMORTIZACION, Gracias-Cuotas(meses)		72			
PLAZO DE GRACIA		6			
FRECUENCIA DE AMOTIZACION (meses)		1			
PERIODO		DEUDA \$	PAGO		
AÑO	MES		Amortizacion	Intereses	Total
1	1	20.000.000	0	500.000	500.000
	2	20.000.000	0	500.000	500.000
	3	20.000.000	0	500.000	500.000
	4	20.000.000	99.502	500.000	599.502
	5	19.900.498	99.502	500.000	599.502
	6	19.800.995	99.502	500.000	599.502
	7	19.701.493	298.507	485.075	783.582
	8	19.402.986	298.507	485.075	783.582
	9	19.104.478	298.507	485.075	783.582
	10	18.805.971	298.507	462.687	761.194
	11	18.507.464	298.507	462.687	761.194
	12	18.208.956	298.507	462.687	761.194
2	13	17.910.449	298.507	440.298	738.806
	14	17.611.942	298.507	440.298	738.806
	15	17.313.434	298.507	440.298	738.806
	16	17.014.927	298.507	417.910	716.417
	17	16.716.420	298.507	417.910	716.417
	18	16.417.912	298.507	417.910	716.417
	19	16.119.405	298.507	395.522	694.029
	20	15.820.898	298.507	395.522	694.029
	21	15.522.390	298.507	395.522	694.029
	22	15.223.883	298.507	373.134	671.641
	23	14.925.376	298.507	373.134	671.641
	24	14.626.868	298.507	373.134	671.641
3	25	14.328.361	298.507	350.746	649.253
	26	14.029.854	298.507	350.746	649.253
	27	13.731.346	298.507	350.746	649.253
	28	13.432.839	298.507	328.358	626.865
	29	13.134.332	298.507	328.358	626.865
	30	12.835.824	298.507	328.358	626.865
	31	12.537.317	298.507	305.970	604.477
	32	12.238.810	298.507	305.970	604.477
	33	11.940.302	298.507	305.970	604.477
	34	11.641.795	298.507	283.582	582.089
	35	11.343.288	298.507	283.582	582.089
	36	11.044.780	298.507	283.582	582.089
4	37	10.746.273	298.507	261.194	559.701
	38	10.447.766	298.507	261.194	559.701
	39	10.149.258	298.507	261.194	559.701
	40	9.850.751	298.507	238.806	537.313
	41	9.552.244	298.507	238.806	537.313
	42	9.253.736	298.507	238.806	537.313
	43	8.955.229	298.507	216.418	514.925
	44	8.656.722	298.507	216.418	514.925
	45	8.358.214	298.507	216.418	514.925
	46	8.059.707	298.507	194.030	492.537
	47	7.761.200	298.507	194.030	492.537
	48	7.462.692	298.507	194.030	492.537
5	49	7.164.185	298.507	171.642	470.149
	50	6.865.678	298.507	171.642	470.149
	51	6.567.170	298.507	171.642	470.149
	52	6.268.663	298.507	149.254	447.761
	53	5.970.156	298.507	149.254	447.761
	54	5.671.648	298.507	149.254	447.761
	55	5.373.141	298.507	126.866	425.373
	56	5.074.634	298.507	126.866	425.373
	57	4.776.126	298.507	126.866	425.373
	58	4.477.619	298.507	104.478	402.985
	59	4.179.112	298.507	104.478	402.985
	60	3.880.604	298.507	104.478	402.985
6	61	3.582.097	298.507	82.090	380.597
	62	3.283.590	298.507	82.090	380.597
	63	2.985.082	298.507	82.090	380.597
	64	2.686.575	298.507	59.701	358.208
	65	2.388.068	298.507	59.701	358.208
	66	2.089.560	298.507	59.701	358.208
	67	1.791.053	298.507	37.313	335.820
	68	1.492.546	298.507	37.313	335.820
	69	1.194.038	298.507	37.313	335.820
	70	895.531	298.507	14.925	313.432
	71	597.024	298.507	14.925	313.432
	72	298.516	298.507	14.925	313.432
7	73	0	0	0	0
Total a amortizar		20.000.000			
Total de intereses a pagar		19.499.996			
Total a pagar con intereses incluidos		39.499.996			

CONDICIONES DEL PRESTAMO					
MONTO DEL PRESTAMOS (\$)					20.000.000
TASA ANUAL VENCIDA(%)					30%
PLAZO DE AMORTIZACION, Gracias-Cuotas(meses)					48
PLAZO DE GRACIA					6
FRECUENCIA DE AMOTIZACION (meses)					1
PERIODO		DEUDA \$	PAGO		
AÑO	MES		Amortizacion	Intereses	Total
1	1	20.000.000	0	500.000	500.000
	2	20.000.000	0	500.000	500.000
	3	20.000.000	0	500.000	500.000
	4	20.000.000	152.039	500.000	652.039
	5	19.847.961	152.039	500.000	652.039
	6	19.695.923	152.039	500.000	652.039
	7	19.543.884	465.116	476.744	941.860
	8	19.078.768	465.116	476.744	941.860
	9	18.613.651	465.116	476.744	941.860
	10	18.148.535	465.116	441.860	906.976
	11	17.683.419	465.116	441.860	906.976
	12	17.218.302	465.116	441.860	906.976
2	13	16.753.186	465.116	406.977	872.093
	14	16.288.070	465.116	406.977	872.093
	15	15.822.953	465.116	406.977	872.093
	16	15.357.837	465.116	372.093	837.209
	17	14.892.721	465.116	372.093	837.209
	18	14.427.604	465.116	372.093	837.209
	19	13.962.488	465.116	337.209	802.325
	20	13.497.372	465.116	337.209	802.325
	21	13.032.255	465.116	337.209	802.325
	22	12.567.139	465.116	302.326	767.442
	23	12.102.023	465.116	302.326	767.442
	24	11.636.906	465.116	302.326	767.442
3	25	11.171.790	465.116	267.442	732.558
	26	10.706.674	465.116	267.442	732.558
	27	10.241.557	465.116	267.442	732.558
	28	9.776.441	465.116	232.558	697.674
	29	9.311.325	465.116	232.558	697.674
	30	8.846.208	465.116	232.558	697.674
	31	8.381.092	465.116	197.674	662.790
	32	7.915.976	465.116	197.674	662.790
	33	7.450.859	465.116	197.674	662.790
	34	6.985.743	465.116	162.791	627.907
	35	6.520.627	465.116	162.791	627.907
	36	6.055.510	465.116	162.791	627.907
4	37	5.590.394	465.116	127.907	593.023
	38	5.125.278	465.116	127.907	593.023
	39	4.660.161	465.116	127.907	593.023
	40	4.195.045	465.116	93.023	558.139
	41	3.729.929	465.116	93.023	558.139
	42	3.264.812	465.116	93.023	558.139
	43	2.799.696	465.116	58.140	523.256
	44	2.334.580	465.116	58.140	523.256
	45	1.869.463	465.116	58.140	523.256
	46	1.404.347	465.116	23.256	488.372
	47	939.231	465.116	23.256	488.372
	48	474.114	465.116	23.256	488.372
5	49	8.998	465.116	0	0
Total a amortizar					20.000.000
Total de intereses a pagar					13.500.000
Total a pagar con intereses incluidos					33.500.000

30.7. Alternativas

Item	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Costos del proyecto [USD]	Costos del proyecto [ARS]	Costos del proyecto [USD]	Costos del proyecto [ARS]	Costos del proyecto [USD]	Costos del proyecto [ARS]
Total emplazamiento	\$ 123.225,61	\$ 24.645.122,52	\$ 123.225,61	\$ 24.645.122,52	\$ 123.225,61	\$ 24.645.122,52
Total máquinas a fabricar	\$ 96.870,76	\$ 19.374.151,38	\$ 53.808,67	\$ 10.761.734,00	\$ 42.346,80	\$ 8.469.359,64
Total de instalaciones y servicios	\$ 52.926,02	\$ 10.585.204,12	\$ 39.491,00	\$ 7.898.199,34	\$ 39.024,00	\$ 7.804.800,92
Total maquinaria a adquirir	\$ 49.029,39	\$ 9.805.878,20	\$ 32.955,05	\$ 6.591.010,80	\$ 32.955,05	\$ 6.591.010,80
TOTAL	\$ 322.051,78	\$ 64.410.356,22	\$ 249.480,33	\$ 49.896.066,66	\$ 237.551,47	\$ 47.510.293,88

Valor Dólar	FINANCIACIÓN				
	CFI	Venta de emplazamiento actual	Venta de terreno particular	TOTAL	Moneda
200	\$ 100.000,00	\$ 75.000,00	\$ 30.000,00	\$ 205.000,00	[USD]
290	\$ 20.000.000,00	\$ 21.750.000,00	\$ 8.700.000,00	\$ 50.450.000,00	[ARS]

Alternativas para llevar a cabo el proyecto	
Alternativa 1	Proyecto completo adquiriendo todo nuevo
Alternativa 2	Sin fabricación de puente grúa y con la compra de maquinaria usada/alternativa
Alternativa 3	Fabricación de Cabina-Horno-Racks-Tachos-Otros, compra de maquinaria usada/nuevas alternativa y sin ventilación

30.8. Flujo de caja

Periodo		Ingresos		Egresos				Utilidades antes de impuestos a las ganancias	Impuesto a las ganancias 35%	Resultado después de impuesto a las ganancias	Flujo de fondos netos	Flujo de fondos netos anuales	Flujo de fondos acumulados	
Año	Mes	Ingresos por ventas	Ingresos por scrap	Intereses de crédito	Costo de personal	Amortización de crédito	Costos fijos							
0	0	\$ 0		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 50.450.000	-\$ 50.450.000	-\$ 50.450.000	
1	1	\$ 0	\$ 489.951	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 10.049	\$ 3.517	-\$ 13.566	-\$ 13.566	\$ 4.671.244	-\$ 50.463.566	
	2	\$ 0	\$ 489.951	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 10.049	\$ 3.517	-\$ 6.532	-\$ 6.532		-\$ 50.470.098	
	3	\$ 0	\$ 489.951	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 10.049	\$ 3.517	-\$ 6.532	-\$ 6.532		-\$ 50.476.630	
	4	\$ 0	\$ 489.951	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 10.049	\$ 3.517	-\$ 6.532	-\$ 6.532		-\$ 50.483.162	
	5	\$ 0	\$ 489.951	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 10.049	\$ 3.517	-\$ 6.532	-\$ 6.532		-\$ 50.489.693	
	6	\$ 0	\$ 489.951	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 10.049	\$ 3.517	-\$ 6.532	-\$ 6.532		-\$ 50.496.225	
	7	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 500.000	\$ 1.545.443	\$ 0	\$ 32.250	\$ 663.381	\$ 232.183	\$ 895.564	\$ 895.564		\$ 895.564	-\$ 49.600.661
	8	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 500.000	\$ 1.545.443	\$ 0	\$ 32.250	\$ 663.381	\$ 232.183	\$ 895.564	\$ 895.564		\$ 895.564	-\$ 48.705.097
	9	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 500.000	\$ 1.545.443	\$ 0	\$ 32.250	\$ 663.381	\$ 232.183	\$ 895.564	\$ 895.564		\$ 895.564	-\$ 47.944.823
	10	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 500.000	\$ 1.545.443	\$ 0	\$ 32.250	\$ 663.381	\$ 232.183	\$ 895.564	\$ 895.564		\$ 895.564	-\$ 47.184.550
	11	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 500.000	\$ 1.545.443	\$ 0	\$ 32.250	\$ 663.381	\$ 232.183	\$ 895.564	\$ 895.564		\$ 895.564	-\$ 46.424.276
	12	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 500.000	\$ 1.545.443	\$ 327.869	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 235.297	\$ 82.354	\$ 317.651		\$ 645.520	-\$ 45.778.756
2	13	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 483.607	\$ 1.545.443	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 251.690	\$ 88.092	\$ 339.782	\$ 667.651	\$ 10.591.579	-\$ 45.111.105	
	14	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 483.607	\$ 1.545.443	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 251.690	\$ 88.092	\$ 339.782	\$ 667.651		-\$ 44.443.455	
	15	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 483.607	\$ 1.545.443	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 251.690	\$ 88.092	\$ 339.782	\$ 667.651		-\$ 43.775.804	
	16	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 459.016	\$ 1.545.443	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 276.280	\$ 96.698	\$ 372.979	\$ 700.848		-\$ 43.074.956	
	17	\$ 2.603.240	\$ 137.834	\$ 459.016	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 166.956	\$ 58.434	\$ 225.390	\$ 553.259		-\$ 42.521.697	
	18	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 459.016	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 166.956	\$ 58.434	\$ 225.390	\$ 553.259		-\$ 41.968.438	
	19	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 434.426	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 582.032	\$ 203.711	\$ 785.743	\$ 1.113.612		-\$ 40.854.826	
	20	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 434.426	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 582.032	\$ 203.711	\$ 785.743	\$ 1.113.612		-\$ 39.741.215	
	21	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 434.426	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 582.032	\$ 203.711	\$ 785.743	\$ 1.113.612		-\$ 38.627.603	
	22	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 409.836	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 606.622	\$ 212.318	\$ 818.940	\$ 1.146.809		-\$ 37.480.794	
	23	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 409.836	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 606.622	\$ 212.318	\$ 818.940	\$ 1.146.809		-\$ 36.333.986	
	24	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 409.836	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 606.622	\$ 212.318	\$ 818.940	\$ 1.146.809		-\$ 35.187.177	
25	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 385.246	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 631.212	\$ 220.924	\$ 852.136	\$ 1.180.005	-\$ 34.007.172			
3	26	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 385.246	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 631.212	\$ 220.924	\$ 852.136	\$ 1.180.005	\$ 14.520.200	-\$ 32.827.167	
	27	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 385.246	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 631.212	\$ 220.924	\$ 852.136	\$ 1.180.005		-\$ 31.647.161	
	28	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 360.656	\$ 1.654.768	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 655.802	\$ 229.531	\$ 885.333	\$ 1.213.202		-\$ 30.433.959	
	29	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 360.656	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 340.956	\$ 119.335	\$ 460.290	\$ 788.159		-\$ 29.645.800	
	30	\$ 2.993.726	\$ 137.834	\$ 360.656	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 340.956	\$ 119.335	\$ 460.290	\$ 788.159		-\$ 28.857.640	
	31	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 336.066	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 756.032	\$ 264.611	\$ 1.020.643	\$ 1.348.512		-\$ 27.509.128	
	32	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 336.066	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 756.032	\$ 264.611	\$ 1.020.643	\$ 1.348.512		-\$ 26.160.616	
	33	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 336.066	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 756.032	\$ 264.611	\$ 1.020.643	\$ 1.348.512		-\$ 24.812.104	
	34	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 311.475	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 780.622	\$ 273.218	\$ 1.053.840	\$ 1.381.709		-\$ 23.430.395	
	35	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 311.475	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 780.622	\$ 273.218	\$ 1.053.840	\$ 1.381.709		-\$ 22.048.686	
	36	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 311.475	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 780.622	\$ 273.218	\$ 1.053.840	\$ 1.381.709		-\$ 20.666.977	
	37	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 286.885	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 805.212	\$ 281.824	\$ 1.087.037	\$ 1.414.906		-\$ 19.252.071	
4	38	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 286.885	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 805.212	\$ 281.824	\$ 1.087.037	\$ 1.414.906	\$ 18.377.930	-\$ 17.837.166	
	39	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 286.885	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 805.212	\$ 281.824	\$ 1.087.037	\$ 1.414.906		-\$ 16.422.260	
	40	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 262.295	\$ 1.969.614	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 829.803	\$ 290.431	\$ 1.120.234	\$ 1.448.103		-\$ 14.974.158	
	41	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 262.295	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 611.153	\$ 213.904	\$ 825.057	\$ 1.152.926		-\$ 13.821.232	
	42	\$ 3.384.212	\$ 137.834	\$ 262.295	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 611.153	\$ 213.904	\$ 825.057	\$ 1.152.926		-\$ 12.668.306	
	43	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 237.705	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.026.229	\$ 359.180	\$ 1.385.409	\$ 1.713.278		-\$ 11.505.028	
	44	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 237.705	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.026.229	\$ 359.180	\$ 1.385.409	\$ 1.713.278		-\$ 9.241.750	
	45	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 237.705	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.026.229	\$ 359.180	\$ 1.385.409	\$ 1.713.278		-\$ 7.528.472	
	46	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 213.115	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.050.819	\$ 367.787	\$ 1.418.606	\$ 1.746.475		-\$ 5.781.997	
	47	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 213.115	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.050.819	\$ 367.787	\$ 1.418.606	\$ 1.746.475		-\$ 4.035.522	
	48	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 213.115	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.050.819	\$ 367.787	\$ 1.418.606	\$ 1.746.475		-\$ 2.289.477	
	49	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 188.525	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.075.409	\$ 376.393	\$ 1.451.803	\$ 1.779.672		-\$ 509.375	
5	50	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 188.525	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.075.409	\$ 376.393	\$ 1.451.803	\$ 1.779.672	\$ 23.572.086	\$ 1.270.296	
	51	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 188.525	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.075.409	\$ 376.393	\$ 1.451.803	\$ 1.779.672		\$ 3.049.968	
	52	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 163.934	\$ 2.188.264	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.100.000	\$ 385.000	\$ 1.485.000	\$ 1.812.869		\$ 4.862.837	
	53	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 163.934	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 956.995	\$ 334.948	\$ 1.291.943	\$ 1.619.812		\$ 6.482.649	
	54	\$ 3.774.698	\$ 137.834	\$ 163.934	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 956.995	\$ 334.948	\$ 1.291.943	\$ 1.619.812		\$ 8.102.461	
	55	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 139.344	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.372.071	\$ 480.225	\$ 1.852.296	\$ 2.180.165		\$ 10.282.625	
	56	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 139.344	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.372.071	\$ 480.225	\$ 1.852.296	\$ 2.180.165		\$ 12.462.790	
	57	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 139.344	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.372.071	\$ 480.225	\$ 1.852.296	\$ 2.180.165		\$ 14.642.955	
	58	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 114.754	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.396.661	\$ 488.831	\$ 1.885.493	\$ 2.213.362		\$ 16.856.316	
	59	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 114.754	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.396.661	\$ 488.831	\$ 1.885.493	\$ 2.213.362		\$ 19.069.678	
	60	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 114.754	\$ 2.331.269	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.396.661	\$ 488.831	\$ 1.885.493	\$ 2.213.362		\$ 21.283.040	
	61	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 90.164	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.311.926	\$ 459.174	\$ 1.771.101	\$ 2.098.970		\$ 23.382.009	
6	62	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 90.164	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.311.926	\$ 459.174	\$ 1.771.101	\$ 2.098.970	\$ 32.302.745	\$ 25.480.979	
	63	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 90.164	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.311.926	\$ 459.174	\$ 1.771.101	\$ 2.098.970		\$ 27.579.949	
	64	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 65.574	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.336.517	\$ 467.781	\$ 1.804.298	\$ 2.132.167		\$ 29.712.115	
	65	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 65.574	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.336.517	\$ 467.781	\$ 1.804.298	\$ 2.132.167		\$ 31.844.282	
	66	\$ 4.165.184	\$ 137.834	\$ 65.574	\$ 2.440.594	\$ 327.869	\$ 132.465	\$ 1.336.517	\$ 467.781</					

Periodo		Ingresos		Egresos				Utilidades antes de impuesto a las	Impuesto a las ganancias 35%	Resultado después de impuesto a las ganancias	Flujo de fondos netos	Flujo de fondos netos anuales	Flujo de fondos acumulados
Año	Mes	Ingresos por ventas	Ingresos por scrap	Intereses de crédito	Costo de personal	Amortización de crédito	Costos fijos						
7	73	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.304.716	\$ 806.650	\$ 3.111.366	\$ 3.111.366	\$ 56.697.150	
	74	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.304.716	\$ 806.650	\$ 3.111.366	\$ 3.111.366	\$ 59.808.516	
	75	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.304.716	\$ 806.650	\$ 3.111.366	\$ 3.111.366	\$ 62.919.883	
	76	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.304.716	\$ 806.650	\$ 3.111.366	\$ 3.111.366	\$ 66.031.249	
	77	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.304.716	\$ 806.650	\$ 3.111.366	\$ 3.111.366	\$ 69.142.615	
	78	\$ 4.969.822	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.304.716	\$ 806.650	\$ 3.111.366	\$ 3.111.366	\$ 72.253.981	
	79	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.730.700	\$ 955.745	\$ 3.686.445	\$ 3.686.445	\$ 75.940.426	
	80	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.730.700	\$ 955.745	\$ 3.686.445	\$ 3.686.445	\$ 79.626.872	
	81	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.730.700	\$ 955.745	\$ 3.686.445	\$ 3.686.445	\$ 83.313.317	
	82	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.730.700	\$ 955.745	\$ 3.686.445	\$ 3.686.445	\$ 86.999.763	
	83	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.730.700	\$ 955.745	\$ 3.686.445	\$ 3.686.445	\$ 90.686.208	
	84	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.670.475	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.730.700	\$ 955.745	\$ 3.686.445	\$ 3.686.445	\$ 94.372.654	
8	85	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.503.814	\$ 876.335	\$ 3.380.149	\$ 3.380.149	\$ 97.752.803	
	86	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.503.814	\$ 876.335	\$ 3.380.149	\$ 3.380.149	\$ 101.132.952	
	87	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.503.814	\$ 876.335	\$ 3.380.149	\$ 3.380.149	\$ 104.513.100	
	88	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.503.814	\$ 876.335	\$ 3.380.149	\$ 3.380.149	\$ 107.893.249	
	89	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.503.814	\$ 876.335	\$ 3.380.149	\$ 3.380.149	\$ 111.273.398	
	90	\$ 5.395.807	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.503.814	\$ 876.335	\$ 3.380.149	\$ 3.380.149	\$ 114.653.547	
	91	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 118.608.775	
	92	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 122.564.003	
	93	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 126.519.232	
	94	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 130.474.460	
	95	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 134.429.688	
	96	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 138.384.916	
9	97	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 142.340.145	
	98	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 146.295.373	
	99	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 150.250.601	
	100	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 154.205.829	
	101	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 158.161.058	
	102	\$ 5.821.791	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.929.799	\$ 1.025.430	\$ 3.955.228	\$ 3.955.228	\$ 162.116.286	
	103	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.355.783	\$ 1.174.524	\$ 4.530.308	\$ 4.530.308	\$ 166.646.593	
	104	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.355.783	\$ 1.174.524	\$ 4.530.308	\$ 4.530.308	\$ 171.176.901	
	105	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.355.783	\$ 1.174.524	\$ 4.530.308	\$ 4.530.308	\$ 175.707.209	
	106	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.355.783	\$ 1.174.524	\$ 4.530.308	\$ 4.530.308	\$ 180.237.516	
	107	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.355.783	\$ 1.174.524	\$ 4.530.308	\$ 4.530.308	\$ 184.767.824	
	108	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 2.897.362	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.355.783	\$ 1.174.524	\$ 4.530.308	\$ 4.530.308	\$ 189.298.132	
10	109	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.982.132	\$ 1.043.746	\$ 4.025.879	\$ 4.025.879	\$ 193.324.010	
	110	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.982.132	\$ 1.043.746	\$ 4.025.879	\$ 4.025.879	\$ 197.349.889	
	111	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.982.132	\$ 1.043.746	\$ 4.025.879	\$ 4.025.879	\$ 201.375.767	
	112	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.982.132	\$ 1.043.746	\$ 4.025.879	\$ 4.025.879	\$ 205.401.646	
	113	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.982.132	\$ 1.043.746	\$ 4.025.879	\$ 4.025.879	\$ 209.427.524	
	114	\$ 6.247.776	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 2.982.132	\$ 1.043.746	\$ 4.025.879	\$ 4.025.879	\$ 213.453.403	
	115	\$ 6.673.761	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.408.117	\$ 1.192.841	\$ 4.600.958	\$ 4.600.958	\$ 218.054.361	
	116	\$ 6.673.761	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.408.117	\$ 1.192.841	\$ 4.600.958	\$ 4.600.958	\$ 222.655.319	
	117	\$ 6.673.761	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.408.117	\$ 1.192.841	\$ 4.600.958	\$ 4.600.958	\$ 227.256.276	
	118	\$ 6.673.761	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.408.117	\$ 1.192.841	\$ 4.600.958	\$ 4.600.958	\$ 231.857.234	
	119	\$ 6.673.761	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.408.117	\$ 1.192.841	\$ 4.600.958	\$ 4.600.958	\$ 236.458.192	
	120	\$ 6.673.761	\$ 137.834	\$ 0	\$ 3.271.013	\$ 0	\$ 132.465	\$ 3.408.117	\$ 1.192.841	\$ 4.600.958	\$ 4.600.958	\$ 241.059.150	

Venta de emplazamiento actual	Venta de terreno particular	CFI	Inversión inicial
\$ 21.750.000,00	\$ 8.700.000,00	\$ 20.000.000,00	\$ 50.450.000,00

Tasa de desc anual	30%
Tasa de desc mensual	2,21%

VAN MENSUAL	VAN ANUAL
\$ 12.593.842	\$ 5.946.444,55
TIR MENSUAL	TIR ANUAL
2,61%	32,76%

30.9. Estudio de mercado

	Construcciones nuevas	Ampliaciones	Ampliaciones con corrección del 40% no declarado
Univiendas sin locales	159	64	90
Univiendas con locales	9	8	11
Multiviendas sin locales	26	20	20
Multiviendas con locales	9	4	4

	Construcciones nuevas	Ampliaciones
Univiendas sin locales	159	90
Univiendas con locales	9	11
Multiviendas sin locales	26	20
Multiviendas con locales	9	4

Construcciones nuevas								
Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Univiendas sin locales	6	1	3	6	1	1	1	10
Univiendas con locales	7	1	4	8	1	1	1	10

Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Multiviendas sin locales	30	28	70	28	1	0	32	0
Multiviendas con locales	31	28	71	30	1	0	32	0

Ampliaciones								
Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Univiendas sin locales	1	1	1	2	0	0	0	10
Univiendas con locales	1	1	1	2	0	0	0	10

Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Multiviendas sin locales	3	0	4	7	0	0	0	0
Multiviendas con locales	3	0	4	7	0	0	0	0

Mercado objetivo 15%		
	Construcciones nuevas	Ampliaciones
Univiendas sin locales	24	13
Univiendas con locales	1	2
Multiviendas sin locales	4	3
Multiviendas con locales	1	1

Cantidades a producir según mercado objetivo 15%								
Construcciones nuevas								
Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Univiendas sin locales	143	24	72	143	24	24	24	239
Univiendas con locales	9	1	5	11	1	1	1	14

Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Multiviendas sin locales	117	109	273	109	4	0	125	0
Multiviendas con locales	42	38	96	41	1	0	43	0

Ampliaciones								
Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Univiendas sin locales	13	13	13	27	0	0	0	134
Univiendas con locales	2	2	2	3	0	0	0	17

Tipo de vivienda	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Multiviendas sin locales	9	0	12	21	0	0	0	0
Multiviendas con locales	2	0	2	4	0	0	0	0

Niveles de producción según mercado objetivo 15%								
Producto	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Cantidades totales	337	187	189	250	30	25	150	403

Niveles de producción según nuevos canales de comercialización								
Producto	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Cantidades mensuales	10	5	10	10	2	0	0	0
Cantidades totales	120	60	120	120	24	0	0	0

Niveles de producción totales objetivo								
Producto	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	Portones	Escaleras	Barandas	Metros de Rejas
Cantidades totales anuales	457	247	309	370	54	25	150	403
Cantidades totales mensuales	38	21	26	31	5	2	13	34

Proporción demanda según línea de productos en aluminio, anualmente					40%
Producto	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	
Cantidades anuales LINEA MODENA	183	99	-	148	
Cantidades anuales LINEA HERRERO	274	148	309	222	
Cantidad total anual	457	247	309	370	

Proporción demanda según línea de productos en aluminio, mensualmente					40%
Producto	Puertas de abrir alum.	Puerta de dos hojas corredizas alum.	Puertas placa	Ventanas	
Cantidades mensuales LINEA MODENA	15	8	-	12	
Cantidades mensuales LINEA HERRERO	23	12	26	18	
Cantidad total mensual	38	21	26	31	

Proporción demanda según utilización DVH LINEA MODENA					40%
Producto	Puerta de dos hojas corredizas		Ventana		
	Simple	DVH	Simple	DVH	
Cantidad Anual	59	40	88	60	
Cantidad Mensual	5	4	8	5	

30.9.1. Perfilera de aluminio

30.9.1.1. Línea herrero

Puerta de rebatir tubular línea Herrero				
Descripción	Perfil	Cantidad	medida (mm)	Corte
Jamba marco	193	2	H	90-45
Dintel marco	193	1	A	45-45
Parante de hoja	179	2	H-32	90-90
Travesaño superior de hoja	180	1	A-213	90-90
Travesaño inferior de hoja	180	1	A-213	90-90
Travesaño intermedio de hoja	180	1	A-213	90-90
Revestimiento tubular	232	15	A-167	90-90
Tapa canto central hoja	940	1	H	90-90
Escuadra de armado	37	2	*	90-90

Puertas y ventanas corredizas de dos hojas línea Herrero					
Descripción	Perfil	Corte	medida (mm)	Puerta	Ventana
Jamba marco	1	45-45		2	2
Dintel y umbral marco	1	45-45		2	2
Zocalo y cabezal hoja	2	90-90		2	4
Parante lateral hoja	3	90-90			2
Parante central hoja	4	90-90			2
Mosquitero	5	45-45		4	4
Travesaño mosquitero	90	90-90		2	
Parante lateral reforzado hoja	53	90-90		2	
Parante central reforzado hoja	54	90-90		2	
Zocalo alto	44	90-90		2	
Escuadra de armado	37	90-90		2	4

Puerta placa de simple contacto				
Descripción	Perfil	Cantidad	medida (mm)	Corte
Jamba marco	681	2		90-45
Dintel marco	681	1		45-45
Escuadra de armado	37	2		90-90

Ventana de abrir de una hoja línea Herrero				
Descripción	Perfil	Cantidad	medida (mm)	Corte
Jamba marco	821	2		45-45
Dintel y umbral marco	821	2		45-45
Zocalo y cabezal hoja	44	2		45-45
Parante hoja	103	2		45-45
Escuadra de armado	37	4		90-90

30.9.1.2. Línea Módena

Puerta de rebatir tubular línea Modena				
Descripción	Perfil	medida (mm)	Cantidad	Corte
Jambas premarco	6205	H+18	2	45-90
Dintel premarco	6205	A+36	1	45-45
Jambas tapa premarco	6206	H+27	2	45-90
Dintel tapa premarco	6206	A+53	1	45-45
Jambas marco	6216	H	2	45-90
Dintel marco	6216	A	1	45-45
Jambas hoja	6214	H-24	2	45-90
Cabezal hoja	6214	A-39	1	45-45
Zócalo de hoja	6219	H-192	1	90-90
Travesaño de hoja	6218	H-192	1	90-90
Revestimiento tubular	6428		12	90-90

Puertas y ventanas corredizas de dos hojas línea Modena							
Descripción	Perfil	medida (mm)	Corte	Puerta	Ventana	Puerta DVH	Ventana DVH
Jambas premarco	6205	H+36	45-45	2	2	2	2
Umbral y dintel premarco	6205	A+36	45-45	2	2	2	2
Jambas tapa premarco	6206	H+53	45-45		2		2
Jambas tapa premarco	6206	*	45-90	2		2	
Umbral y dintel tapa premarco	6206	A+53	45-45		2		2
Dintel tapa premarco	6206	A+53	45-45	1		1	
Jambas marco	6201	H	90-90	2	2	2	2
Umbral y dintel marco	6200	A-42	90-90	2	2	2	2
Parante lateral de hoja	6203	H-79	90-90	2	2		
Zócalo y cabezal de hoja	6204	(A/2)-24	90-90		4		
Cabeal de hoja	6204	(A/2)-24	90-90	2			
Parante central	6207	H-79	90-90	1			
Parante central con tirador	6208	H-79	90-90	1			
Zócalo alto	6209	(A/2)-24	90-90	2			
Travesaño de hoja	6239	(A/2)-67	90-90	2			
Parante lateral de hoja	6248	H-79	90-90			2	2
Zócalo y cabezal de hoja	6249	(A/2)-24	90-90				4
Cabezal de hoja	6249	(A/2)-24	90-90			2	
Parante central	6250	H-79	90-90			1	
Parante central con tirador	6251	H-79	90-90			1	
Zócalo alto	6252	(A/2)-24	90-90			2	
Travesaño de hoja	6253	(A/2)-67	90-90			2	
Zócalo y cabezal de mosquitero	6255	(A/2)-7	45-45	2	2	2	2
Jambas mosquitero	6255	H-88	45-45	2	2	2	2
Travesaño mosquitero	6256	(A/2)-70	90-90	1		1	

Ventana de abrir de una hoja línea Modena				
Descripción	Perfil	medida (mm)	Cantidad	Corte
Jambas premarco	6205	H+36	2	45-45
Umbral y dintel premarco	6205	A+36	2	45-45
Jambas tapa premarco	6206	H+53	2	45-45
Umbral y dintel tapa premarco	6206	A+53	2	45-45
Jambas marco	6210	H	2	45-45
Umbral y dintel marco	6210	A	2	45-45
Jambas de hoja	6234	H-39	2	45-45
Zócalo y cabezal de hoja	6234	A-39	2	45-45

30.9.1.3. Perfilería de acero

Portón ciego de chapa plegada levadizo				
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado	Medida [m]
Parante de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90	2,1
Travesaño de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90	2,5
Revestimiento	Chapa laminada 1,2[mm]	2	10 golpes a 90	1,22 x 2,44
Guía portón	Hierro ángulo 2"x3/16"	4	90-90	2,5
Cajón contrapeso	Chapa laminada 1,2 [mm]	2	4 golpes a 90	0,5 x 1,2
Guía cajón contrapeso	Hierro ángulo 1"x1/8"	8	90-90	2
Brazo de portón	Planchuela 1,5"x1/8"	2	90-90	1,2

Cantidad de productos mensuales	Cantidad de Cortes	Cantidad de Plegados	Cantidad de cortes pantógrafo
2	4		
	4		
		40	4
	8		
		16	4
	16		
	4		
Total	36	56	8

Portón ciego de chapa plegada corredizo				
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado	Medida [m]
Parante de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90	2,1
Travesaño de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90	2,5
Parante marco	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	1	90-90	2,1
Tapa juntas	Planchuela 2"x1/8"	1	90-90	2,1
Revestimiento	Chapa laminada 1,2 [mm]	2	10 golpes a 90	1,22 x 2,44
Guía portón	Hierro ángulo 1"x1/8"	1	90-90	6

Cantidad de productos mensuales	Cantidad de Cortes	Cantidad de Plegados	Cantidad de cortes pantógrafo
1	2		
	2		
	1		
	1		
		20	2
	1		
Total	7	20	2

Portón con revestimiento de caños estructurales levadizo				
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado	Medida [m]
Parante de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90	2,1
Travesaño de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90	2,5
Revestimiento	Caño estructural 20x40x1,2 [mm]	14	90-90	2,5
Revestimiento	Caño estructural 20x20x1,2 [mm]	10	90-90	2,5
Guía portón	Hierro ángulo 2"x3/16"	4	90-90	2,5
Cajón contrapeso	Chapa laminada 1,2 [mm]	2	4 golpes a 90	0,5 x 1,2
Guía cajón contrapeso	Hierro ángulo 1"x1/8"	8	90-90	2
Brazo de portón	Planchuela 1,5"x1/8"	2	90-90	1,2

Cantidad de productos mensuales	Cantidad de Cortes	Cantidad de Plegados	Cantidad de cortes pantógrafo
1	2		
	2		
	14		
	10		
	4		
		8	2
	8		
	2		
Total	42	8	2

Portón con revestimiento de caños estructurales corredizo				
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado	Medida [m]
Parante de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90	2,1
Travesaño de portón	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	2	90-90	2,5
Parante marco	Caño estructural 70x30x1,2 [mm]	1	90-90	2,1
Tapa juntas	Planchuela 2"x1/8"	1	90-90	2,1
Revestimiento	Caño estructural 20x40x1,2 [mm]	14	90-90	2,5
Revestimiento	Caño estructural 20x20x1,2 [mm]	10	90-90	2,5
Guía portón	Hierro ángulo 2" x 3/16"	4	90-90	6

Cantidad de productos mensuales	Cantidad de Cortes	Cantidad de Plegados	Cantidad de cortes pantógrafo
1	2		
	2		
	1		
	1		
	14		
	10		
	4		
Total	34	0	0

Escalera metálica con peldaños de material desplegado				
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado	Medida [m]
Largueros tramo corto	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90	1,3
Travesaños tramo corto	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	1	90-90	0,75
Largueros tramo largo	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90	3,5
Travesaños tramo largo	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90	0,75
Marco ancho peldaños	Hierro ángulo 1"x1/8"	32	45-45	0,25
Marco largo peldaños	Hierro ángulo 1"x1/8"	32	45-45	0,75
Revestimiento peldaños	Material desplegado	16	90-90	0,24 x 0,74
Soporte peldaños	Planchuela 1"x3/16"	32	90-90	0,17
Travesaños descanso	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90	0,75
Marco descanso	Hierro ángulo 1"x1/8"	4	45-45	0,75

Cantidad de productos mensuales	Cantidad de Cortes	Cantidad de Plegados	Cantidad de cortes pantógrafo
1	2		
	1		
	2		
	2		
	32		
	32		16
	32		
	2		
	4		
Total	71	0	16

Escalera metálica con peldaños de madera				
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado	Medida [m]
Largueros tramo corto	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90	1,3
Travesaños tramo corto	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	1	90-90	0,75
Largueros tramo largo	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90	3,5
Travesaños tramo largo	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90	0,75
Peldaños	Madera	19	90-90	0,75 x 0,25
Soporte peldaños	Planchuela 1"x3/16"	64	90-90	0,4
Travesaños descanso	Caño estructural 80x40x1,6 [mm]	2	90-90	0,75

Cantidad de productos mensuales	Cantidad de Cortes	Cantidad de Plegados	Cantidad de Plegados
1	2		
	1		
	2		
	2		
	19		
	64		
	2		
Total	92	0	0

Baranda metálica				
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado	Medida [m]
Parante de sujeción	Caño estructural 40x40x1,2[mm]	6	90-90	0,9
Pasamanos largo	Caño pasamano omega 36x57x1,2[mm]	1	45-45	3
Pasamanos corto	Caño pasamano omega 36x57x1,2[mm]	2	90-45	0,6
Travesaños de cerramiento largos	Caño estructural 10x20x1,2[mm]	5	90-45	3
Travesaños de cerramiento cortos	Caño estructural 10x20x1,2[mm]	5	45-45	0,6
Oreja de sujeción	Planchuela 3/4"x1/8"	12	90-90	0,04
Perno separador	Hierro redondo Ø10[mm]	6	90-90	0,05
Tapa parante sujeción	Chapa laminada 1,2[mm]	6	90-90	0,04 x 0,04

Cantidad de productos mensuales	Cantidad de Cortes	Cantidad de Plegados	Cantidad de cortes pantógrafo
13	78		
	13		
	26		
	65		
	65		
	156		
	78		
Total	559	0	78

Reja de seguridad (por metro)				
Descripción	Perfil/Chapa	Cantidad	Corte/Plegado	Medida [m]
Barrotes	Caño estructural 20x20x1,2[mm]	7	90-90	1,5
Travesaño	Caño estructural 20x30x1,2[mm]	2	90-90	1
Planchuelas de refuerzo	Planchuela 1"x1/8"	6	90-90	1
Planchuelas de terminación	Planchuela 1/2"x1/8"	4	90-90	1
Revestimiento	Material desplegado	1	90-90	0,5 x 1
Columnas	Caño estructural 80x80x1,6[mm]	2	90-90	2,5

Cantidad de productos mensuales	Cantidad de Cortes	Cantidad de Plegados	Cantidad de cortes pantógrafo
34	238		
	68		
	204		
	136		
			34
Total	714	0	34

30.9.2. Cortes aluminio

DIMENSIONES DE CORTE DE PERFILES								CONTEO DE PERFILES DEL PRODUCTO			
LÍNEA DE PERFIL	MODENA			TIPO DE ABERTURA PUERTA DE DOS HOJAS CORREDIZAS							
MEDIDAS		ANCHO [A]	1500	ALTO [H]	2000						
Descripción	Perfil	Medida (mm)	Corte	Cantidad de piezas	Medida de Corte	Medida de Perfil	Cortes x Perfil	Cant mensual de producto	Cant Perfiles necesarios	Suma igual perfil	Cortes totales
Jambas premarco	6205	H+36	45-45	2	2000	6000	3	5	4	7	12
Umbral y dintel premarco	6205	A+36	45-45	2	1500	6000	4	5	3		12
Jambas tapa premarco	6206	H+53	45-90	2	2000	6000	3	5	4	6	12
Umbral y dintel tapa premarco	6206	A+53	45-45	1	1500	6000	4	5	2		8
Jambas marco	6201	H	90-90	2	2000	6000	3	5	4	4	12
Umbral y dintel marco	6200	A-42	90-90	2	1500	6000	4	5	3	3	12
Parante lateral de hoja	6203	H-79	90-90	2	2000	6000	3	5	4	4	12
Cabezal de hoja	6204	(A/2)-24	90-90	2	750	6000	8	5	2	2	16
Parante central	6207	H-79	90-90	1	2000	6000	3	5	2	2	6
Parante central con tirador	6208	H-79	90-90	1	2000	6000	3	5	2	2	6
Zócalo alto	6209	(A/2)-24	90-90	2	750	6000	8	5	2	2	16
Travesaño de hoja	6239	(A/2)-67	90-90	2	750	6000	8	5	2	2	16
TOTALES								21	34		
								Cantidad de cortes necesarios		140	

DIMENSIONES DE CORTE DE PERFILES								CONTEO DE PERFILES DEL PRODUCTO			
LÍNEA DE PERFIL	MODENA			TIPO DE ABERTURA VENTANA DE DOS HOJAS							
MEDIDAS		ANCHO [A]	1000	ALTO [H]	600						
Descripción	Perfil	Medida (mm)	Corte	Cantidad de piezas	Medida de Corte	Medida de Perfil	Cortes x Perfil	Cant mensual de producto	Cant Perfiles necesarios	Suma igual perfil	Cortes totales
Jambas premarco	6205	H+36	45-45	2	600	6000	10	8	2	5	20
Umbral y dintel premarco	6205	A+36	45-45	2	1000	6000	6	8	3	8	18
Jambas tapa premarco	6206	H+53	45-45	2	600	6000	10	8	2	5	20
Umbral y dintel tapa premarco	6206	A+53	45-45	2	1000	6000	6	8	3	8	18
Jambas marco	6201	H	90-90	2	600	6000	10	8	2	2	20
Umbral y dintel marco	6200	A-42	90-90	2	1000	6000	6	8	3	3	18
Parante lateral de hoja	6203	H-79	90-90	2	600	6000	10	8	2	2	20
Zócalo y cabezal de hoja	6204	(A/2)-24	90-90	4	500	6000	12	8	3	3	36
Zócalo y cabezal de mosquitero	6255	(A/2)-7	45-45	2	500	6000	12	8	2	4	24
Jambas mosquitero	6255	H-88	45-45	2	600	6000	10	8	2	2	20
TOTALES								22	24		
								Cantidad de cortes necesarios		214	

DIMENSIONES DE CORTE DE PERFILES								CONTEO DE PERFILES DEL PRODUCTO			
LÍNEA DE PERFIL	MODENA			TIPO DE ABERTURA PUERTA DE DOS HOJAS CORREDIZAS DVH							
MEDIDAS		ANCHO [A]	1500	ALTO [H]	2000						
Descripción	Perfil	Medida (mm)	Corte	Cantidad de piezas	Medida de Corte	Medida de Perfil	Cortes x Perfil	Cant mensual de producto	Cant Perfiles necesarios	Suma igual perfil	Cortes totales
Jambas premarco	6205	H+36	45-45	2	2000	6000	3	4	3	5	9
Umbral y dintel premarco	6205	A+36	45-45	2	1500	6000	4	4	2		8
Jambas tapa premarco	6206	A	45-90	2	1500	6000	4	4	2	3	8
Dintel tapa premarco	6206	A+53	45-45	1	1500	6000	4	4	1		4
Jambas marco	6201	H	90-90	2	2000	6000	3	4	3	3	9
Umbral y dintel marco	6200	A-42	90-90	2	1500	6000	4	4	2	2	8
Parante lateral de hoja	6248	H-79	90-90	2	2000	6000	3	4	3	3	9
Cabezal de hoja	6249	(A/2)-24	90-90	2	750	6000	8	4	1	1	8
Parante central	6250	H-79	90-90	1	2000	6000	3	4	2	2	6
Parante central con tirador	6251	H-79	90-90	1	2000	6000	3	4	2	2	6
Zócalo alto	6252	(A/2)-24	90-90	2	750	6000	8	4	1	1	8
Travesaño de hoja	6253	(A/2)-67	90-90	2	750	6000	8	4	1	1	8
Zócalo y cabezal de mosquitero	6255	(A/2)-7	45-45	2	750	6000	8	4	1	4	8
Jambas mosquitero	6255	H-88	45-45	2	2000	6000	3	4	3		9
Travesaño mosquitero	6256	(A/2)-70	90-90	1	750	6000	8	4	1	1	8
TOTALES								26	28		
								Cantidad de cortes necesarios		116	

DIMENSIONES DE CORTE DE PERFILES								CONTEO DE PERFILES DEL PRODUCTO			
LÍNEA DE PERFIL	MODENA			TIPO DE ABERTURA VENTANA DE DOS HOJAS DVH							
MEDIDAS		ANCHO [A]	1000	ALTO [H]	600						
Descripción	Perfil	Medida (mm)	Corte	Cantidad de piezas	Medida de Corte	Medida de Perfil	Cortes x Perfil	Cant mensual de producto	Cant Perfiles necesarios	Suma igual perfil	Cortes totales
Jambas premarco	6205	H+36	45-45	2	600	6000	10	5	1	3	10
Umbral y dintel premarco	6205	A+36	45-45	2	1000	6000	6	5	2		12
Jambas tapa premarco	6206	H+53	45-45	2	600	6000	10	5	1	3	10
Umbral y dintel tapa premarco	6206	A+53	45-45	2	1000	6000	6	5	2		12
Jambas marco	6201	H	90-90	2	600	6000	10	5	1	1	10
Umbral y dintel marco	6200	A-42	90-90	2	1000	6000	6	5	2	2	12
Parante lateral de hoja	6248	H-79	90-90	2	600	6000	10	5	1	1	10
Zócalo y cabezal de hoja	6249	(A/2)-24	90-90	4	500	6000	12	5	2	2	24
Zócalo y cabezal de mosquitero	6255	(A/2)-7	45-45	2	500	6000	12	5	1	2	12
Jambas mosquitero	6255	H-88	45-45	2	600	6000	10	5	1		10
TOTALES								22	14		
								Cantidad de cortes necesarios		122	

DIMENSIONES DE CORTE DE PERFILES								CONTEO DE PERFILES DEL PRODUCTO			
LÍNEA DE PERFIL	MODENA			TIPO DE ABERTURA VENTANA UNA HOJA REBATIBLE							
MEDIDAS		ANCHO [A]	800	ALTO [H]	1200						
Descripción	Perfil	Medida (mm)	Corte	Cantidad de piezas	Medida de Corte	Medida de Perfil	Cortes x Perfil	Cant mensual de producto	Cant Perfiles necesarios	Suma igual perfil	Cortes totales
Jambas premarco	6205	H+36	45-45	2	1200	6000	5	12	5	9	25
Umbral y dintel premarco	6205	A+36	45-45	2	800	6000	8	12	4		32
Jambas tapa premarco	6206	H+53	45-45	2	1200	6000	5	12	5	9	25
Umbral y dintel tapa premarco	6206	A+53	45-45	2	800	6000	8	12	5		32
Jambas marco	6210	H	45-45	2	1200	6000	5	12	5	9	25
Umbral y dintel marco	6210	A	45-45	2	800	6000	8	12	4		32
Jambas de hoja	6234	H-39	45-45	2	1200	6000	5	12	5	9	25
Zócalo y cabezal de hoja	6234	A-39	45-45	2	800	6000	8	12	4		32
TOTALES								16	36		
								Cantidad de cortes necesarios		228	

DIMENSIONES DE CORTE DE PERFILES								CONTEO DE PERFILES DEL PRODUCTO			
LÍNEA DE PERFIL	MODENA			TIPO DE ABERTURA PUERTA DE REBATIR TUBULAR							
MEDIDAS		ANCHO [A]	800	ALTO [H]	2000						
Descripción	Perfil	Medida (mm)	Corte	Cantidad de piezas	Medida de Corte	Medida de Perfil	Cortes x Perfil	Cant mensual de producto	Cant Perfiles necesarios	Suma igual perfil	Cortes totales
Jambas premarco	6205	H+18	45-90	2	2000	6000	3	15	11	13	33
Dintel premarco	6205	A+36	45-45	1	800	6000	8	15	2		16
Jambas tapa premarco	6206	H+27	45-90	2	2000	6000	3	15	11	13	33
Dintel tapa premarco	6206	A+53	45-45	1	800	6000	8	15	2		16
Jambas marco	6216	H	45-90	2	2000	6000	3	15	11	13	33
Dintel marco	6216	A	45-45	1	800	6000	8	15	2		16
Jambas hoja	6214	H-24	45-90	2	2000	6000	3	15	11	13	33
Cabezal de hoja	6214	A-39	45-45	1	800	6000	8	15	2		16
Zócalo de hoja	6219	H-192	90-90	1	2000	6000	3	15	6	6	18
Travesaño de hoja	6218	H-192	90-90	1	2000	6000	3	15	6	6	18
TOTALES								14	64		
								Cantidad de cortes necesarios		232	

DIMENSIONES DE CORTE DE PERFILES								CONTEO DE PERFILES DEL PRODUCTO			
LÍNEA DE PERFIL	HERRERO			TIPO DE ABERTURA PUERTA DE REBATIR TUBULAR							
MEDIDAS		ANCHO [A]	800	ALTO [H]	2000						
Descripción	Perfil	Medida (mm)	Corte	Cantidad de piezas	Medida de Corte	Medida de Perfil	Cortes x Perfil	Cant mensual de producto	Cant Perfiles necesarios	Suma igual perfil	Cortes totales
Jamba marco	193	H	90-45	2	2000	6000	3	23	16	19	48
Dintel marco	193	A	45-45	1	800	6000	8	23	3		24
Parante de hoja	179	H-32	90-90	2	2000	6000	3	23	16	16	48
Travesaño superior de hoja	180	A-213	90-90	1	800	6000	8	23	3		24
Travesaño inferior de hoja	180	A-213	90-90	1	800	6000	8	23	3	9	24
Travesaño intermedio de hoja	180	A-213	90-90	1	800	6000	8	23	3		24
Revestimiento tubular	232	A-167	90-90	15	800	6000	8	23	43	43	344
Tapa canto central hoja	940	H	90-90	1	2000	6000	3	23	8	8	24
TOTALES								24	95		
								Cantidad de cortes necesarios		560	

DIMENSIONES DE CORTE DE PERFILES										CONTEO DE PERFILES DEL PRODUCTO			
LINEA DE PERFIL	HERRERO				TIPO DE ABERTURA		PUERTA DE DOS HOJAS CORREDIZAS						
MEDIDAS	ANCHO [A]	1500	ALTO [H]	2000									
Descripción	Perfil	Medida (mm)	Corte	Cantidad de piezas	Medida de Corte	Medida de Perfil	Cortes x Perfil	Cant mensual de producto	Cant Perfiles necesarios	Suma igual perfil	Cortes totales		
Jamba marco	1	H	45-45	2	2000	6000	3	12	9	16	27		
Dintel y umbral marco	1	A	45-45	2	1500	6000	4	12	7	8	28		
Travesaño y cabezal hoja	2	(A/2)-121	90-90	2	750	6000	8	12	4	8	32		
Mosquitero vertical	5	H-75	45-45	2	2000	6000	3	12	9	13	27		
Mosquitero horizontal	5	(A/2)	45-45	2	750	6000	8	12	4	8	32		
Travesaño mosquitero	90	(A/2)-44	90-90	2	750	6000	8	12	4	4	32		
Parante lateral reforzado hoja	53	H-66	90-90	2	2000	6000	3	12	9	9	27		
Parante central reforzado hoja	54	H-66	90-90	2	2000	6000	3	12	9	9	27		
Zocalo alto	44	(A/2)-121	90-90	2	750	6000	8	12	4	4	32		
TOTALES				18					59	264			
Cantidad de cortes necesarios										264			
DIMENSIONES DE CORTE DE PERFILES										CONTEO DE PERFILES DEL PRODUCTO			
LINEA DE PERFIL	HERRERO				TIPO DE ABERTURA		VENTANA DE DOS HOJAS						
MEDIDAS	ANCHO [A]	1000	ALTO [H]	600									
Descripción	Perfil	Medida (mm)	Corte	Cantidad de piezas	Medida de Corte	Medida de Perfil	Cortes x Perfil	Cant mensual de producto	Cant Perfiles necesarios	Suma igual perfil	Cortes totales		
Jamba marco	1	H	45-45	2	600	6000	10	12	3	8	30		
Dintel y umbral marco	1	A	45-45	2	1000	6000	6	12	5	8	30		
Travesaño y cabezal hoja	2	(A/2)-100	90-90	4	500	6000	12	12	5	8	60		
Parante lateral hoja	3	H-66	90-90	2	600	6000	10	12	3	3	30		
Parante central hoja	4	H-66	90-90	2	600	6000	10	12	3	3	30		
Mosquitero	5	H-75	45-45	2	600	6000	10	12	3	3	30		
Mosquitero	5	(A/2)	45-45	2	500	6000	12	12	3	6	36		
TOTALES				16					25	246			
Cantidad de cortes necesarios										246			
DIMENSIONES DE CORTE DE PERFILES										CONTEO DE PERFILES DEL PRODUCTO			
LINEA DE PERFIL	HERRERO				TIPO DE ABERTURA		PUERTA PLACA DE SIMPLE CONTACTO						
MEDIDAS	ANCHO [A]	800	ALTO [H]	2000									
Descripción	Perfil	Medida (mm)	Corte	Cantidad de piezas	Medida de Corte	Medida de Perfil	Cortes x Perfil	Cant mensual de producto	Cant Perfiles necesarios	Suma igual perfil	Cortes totales		
Jamba marco	681	H	90-45	2	2000	6000	3	26	18	22	54		
Dintel marco	681	A	45-45	1	800	6000	8	26	4	4	32		
TOTALES				3					22	86			
Cantidad de cortes necesarios										86			
DIMENSIONES DE CORTE DE PERFILES										CONTEO DE PERFILES DEL PRODUCTO			
LINEA DE PERFIL	HERRERO				TIPO DE ABERTURA		VENTANA DE UNA HOJA						
MEDIDAS	ANCHO [A]	800	ALTO [H]	1200									
Descripción	Perfil	Medida (mm)	Corte	Cantidad de piezas	Medida de Corte	Medida de Perfil	Cortes x Perfil	Cant mensual de producto	Cant Perfiles necesarios	Suma igual perfil	Cortes totales		
Jamba marco	821	H	45-45	2	1200	6000	5	18	8	13	40		
Dintel y umbral marco	821	A	45-45	2	800	6000	8	18	5	5	40		
Zocalo y cabezal hoja	44	A-193	45-45	2	800	6000	8	18	5	5	40		
Parante hoja	103	H-53	45-45	2	1200	6000	5	18	8	8	40		
TOTALES				8					26	160			
Cantidad de cortes necesarios										160			

CANTIDAD DE CORTES TOTALES MENSUALES	2368	3552
---	-------------	-------------

30.10. Stock material

30.10.1. Vidrio

RESUMEN CANTIDAD DE VIDRIO MENSUAL					
Descripción	Espesor	Ancho	Largo	Peso	Cantidad
Vidrio	4	2600	3660	95	12

30.10.2. Aluminio

RESUMEN MENSUAL ALUMINIO				
LÍNEA MODENA	MEDIDA [m]	6		
Descripción	Perfil	Cantidad	Peso unitario [kg/m]	Peso total [kg]
Umbral y dintel marco	6200	10	1,266	76,0
Jambas marco	6201	10	0,675	40,5
Parante lateral de hoja	6203	6	0,664	23,9
Zócalo y cabezal de hoja	6204	5	0,705	21,2
Jambas premarco	6205	42	0,397	100,0
Jambas tapa premarco	6206	39	0,181	42,4
Parante central	6207	2	0,613	7,4
Parante central con tirador	6208	2	0,813	9,8
Zócalo alto	6209	2	1,258	15,1
Jambas marco	6210	9	0,789	42,6
Jambas hoja	6214	13	1,088	84,9
Jambas marco	6216	13	0,726	56,6
Travesaño de hoja	6218	6	1,15	41,4
Zócalo de hoja	6219	6	1,647	59,3
Jambas de hoja	6234	9	0,888	48,0
Travesaño de hoja	6239	2	0,705	8,5
Parante lateral de hoja	6248	4	0,635	15,2
Zócalo y cabezal de hoja	6249	3	0,675	12,2
Parante central	6250	2	0,583	7,0
Parante central con tirador	6251	2	0,783	9,4
Zócalo alto	6252	1	1,215	7,3
Travesaño de hoja	6253	1	0,689	4,1
Zócalo y cabezal de mosquitero	6255	10	0,424	25,4
Travesaño mosquitero	6256	1	0,508	3,0
TOTAL		200		761,0

RESUMEN MENSUAL ALUMINIO				
LÍNEA HERRERO	MEDIDA [m]	6		
Descripción	Perfil	Cantidad	Peso unitario [kg/m]	Peso total [kg]
Jamba marco	1	24	0,921	22,1
Travesaño y cabezal hoja	2	16	0,521	8,3
Parante lateral hoja	3	3	0,577	1,7
Parante central hoja	4	3	0,518	1,6
Mosquitero vertical	5	19	0,392	7,4
Zocalo alto	44	9	0,848	7,6
Parante lateral reforzado hoja	53	9	0,712	6,4
Parante central reforzado hoja	54	9	0,729	6,6
Travesaño mosquitero	90	4	0,55	2,2
Parante hoja	103	8	0,801	6,4
Parante de hoja	179	16	1,063	17,0
Travesaño superior de hoja	180	9	0,98	8,8
Jamba marco	193	19	0,53	10,1
Revestimiento tubular	232	43	0,905	38,9
Jamba marco	681	22	0,699	15,4
Jamba marco	821	13	0,591	7,7
Tapa canto central hoja	940	8	0,326	2,6
TOTAL		234		170,9

30.10.3. Acero

RESUMEN MENSUAL ACERO					
Perfil / Chapa	[m]-Unit	Medida Perfil	Cantidad de Perfiles	Peso unitario [kg/m]	Peso total [kg]
Caño estructural 10x20x1,2[mm]	234	6	39	0,55	128,7
Caño estructural 20x20x1,2[mm]	407	6	68	0,75	306
Caño estructural 20x30x1,2[mm]	68	6	12	0,94	67,68
Caño estructural 20x40x1,2[mm]	35	6	6	1,44	51,84
Caño estructural 40x40x1,2[mm]	70,2	6	12	1,53	110,16
Caño estructural 70x30x1,2[mm]	50,2	6	9	1,92	103,68
Caño estructural 80x40x1,6[mm]	26,7	6	5	2,94	88,2
Caño estructural 80x80x1,6[mm]	170	6	29	3,95	687,3
Caño pasamano omega 36x57x1,2[mm]	54,6	6	10	1,6	96
Chapa laminada 1,2[mm] 1,22x2,44[m]	7,13	1,22x2,44		30,2	215,326
Hierro ángulo 1"x1/8"	89	6	15	1,19	107,1
Hierro ángulo 2"x3/16"	54	6	9	3,7	199,8
Hierro redondo Ø10[mm]	3,9	6	1	0,62	3,72
Madera	-	-	-	-	-
Material desplegado 1,5x3[m]	2	1,50x3,00		46,35	92,7
Planchuela 1"x1/8"	204	6	34	0,63	128,52
Planchuela 1"x3/16"	31,04	6	6	0,95	34,2
Planchuela 1"1/2 x 1/8"	2,4	6	1	0,95	5,7
Planchuela 1/2"x1/8"	136	6	23	0,32	44,16
Planchuela 2"x1/8"	4,2	6	1	1,27	7,62
Planchuela 3/4"x1/8"	6,24	6	2	0,47	5,64

30.10.4. SCRAP

RESUMEN MENSUAL ACERO							
Perfil / Chapa	[m]-Unit	Medida Perfil	Scrap cortes [m,m2]	8% de error humano	%1,5 falla materia prima	Peso unitario perfil/chapa [kg/m,kg/m2]	Peso de Scrap
Caño estructural 10x20x1,2[mm]	234	6	0	18,72	3,51	0,55	12,2265
Caño estructural 20x20x1,2[mm]	407	6	1	32,64	6,12	0,75	29,82
Caño estructural 20x30x1,2[mm]	68	6	4	5,76	1,08	0,94	10,1896
Caño estructural 20x40x1,2[mm]	35	6	1	2,88	0,54	1,44	6,3648
Caño estructural 40x40x1,2[mm]	70,2	6	1,8	5,76	1,08	1,53	13,2192
Caño estructural 70x30x1,2[mm]	50,2	6	3,8	4,32	0,81	1,92	17,1456
Caño estructural 80x40x1,6[mm]	26,7	6	3,3	2,4	0,45	2,94	18,081
Caño estructural 80x80x1,6[mm]	170	6	4	13,92	2,61	3,95	81,0935
Caño pasamano omega 36x57x1,2[mm]	54,6	6	5,4	4,8	0,9	1,6	17,76
Chapa laminada 1,2[mm] 1,22x2,44[m]	7,13	1,22x2,44	0,3	0,5704	0,10695	30,2	29,51597
Hierro ángulo 1"x1/8"	89	6	1	7,2	1,35	1,19	11,3645
Hierro ángulo 2"x3/16"	54	6	0	4,32	0,81	3,7	18,981
Hierro redondo Ø10[mm]	3,9	6	2,1	0,48	0,09	0,62	1,6554
Madera	-	-	-	-	-	-	-
Material desplegado 1,5x3[m]	2	1,5x3	0,15	0,16	0,03	46,35	15,759
Planchuela 1"x1/8"	204	6	0	16,32	3,06	0,63	12,2094
Planchuela 1"x3/16"	31,04	6	4,96	2,88	0,54	0,95	7,961
Planchuela 1"1/2 x 1/8"	2,4	6	3,6	0,48	0,09	0,95	3,9615
Planchuela 1/2"x1/8"	136	6	2	11,04	2,07	0,32	4,8352
Planchuela 2"x1/8"	4,2	6	1,8	0,48	0,09	1,27	3,0099
Planchuela 3/4"x1/8"	6,24	6	5,76	0,96	0,18	0,47	3,243
Total Scrap [kg]							318,39607

RESUMEN MENSUAL ALUMINIO							
Perfil línea Modena	Cantidad perfiles	Medida Perfil	Scrap generado [m,m2]	8% de error humano	%1,5 falla materia prima	Peso unitario perfil/chapa [kg/m,kg/m2]	Peso de Scrap
Umbral y dintel marco	10	6	6	4,8	0,9	1,266	14,8122
Jambas marco	10	6	6	4,8	0,9	0,675	7,8975
Parante lateral de hoja	6	6	3,6	2,88	0,54	0,664	4,66128
Zócalo y cabezal de hoja	5	6	3	2,4	0,45	0,705	4,12425
Jambas premarco	42	6	25,2	20,16	3,78	0,397	19,50858
Jambas tapa premarco	39	6	23,4	18,72	3,51	0,181	8,25903
Parante central	2	6	1,2	0,96	0,18	0,613	1,43442
Parante central con tirador	2	6	1,2	0,96	0,18	0,813	1,90242
Zócalo alto	2	6	1,2	0,96	0,18	1,258	2,94372
Jambas marco	9	6	5,4	4,32	0,81	0,789	8,30817
Jambas hoja	13	6	7,8	6,24	1,17	1,088	16,54848
Jambas marco	13	6	7,8	6,24	1,17	0,726	11,04246
Travesaño de hoja	6	6	3,6	2,88	0,54	1,15	8,073
Zócalo de hoja	6	6	3,6	2,88	0,54	1,647	11,56194
Jambas de hoja	9	6	5,4	4,32	0,81	0,888	9,35064
Travesaño de hoja	2	6	1,2	0,96	0,18	0,705	1,6497
Parante lateral de hoja	4	6	2,4	1,92	0,36	0,635	2,9718
Zócalo y cabezal de hoja	3	6	1,8	1,44	0,27	0,675	2,36925
Parante central	2	6	1,2	0,96	0,18	0,583	1,36422
Parante central con tirador	2	6	1,2	0,96	0,18	0,783	1,83222
Zócalo alto	1	6	0,6	0,48	0,09	1,215	1,42155
Travesaño de hoja	1	6	0,6	0,48	0,09	0,689	0,80613
Zócalo y cabezal de mosquitero	10	6	6	4,8	0,9	0,424	4,9608
Travesaño mosquitero	1	6	0,6	0,48	0,09	0,508	0,59436
Total Scrap [kg]							148,39812

RESUMEN MENSUAL ALUMINIO							
Perfil línea Herrero	Cantidad perfiles	Medida Perfil	Scrap generado [m,m2]	8% de error humano	%1,5 falla materia prima	Peso unitario perfil/chapa [kg/m,kg/m2]	Peso de Scrap
Jamba marco	24	6	14,4	11,52	2,16	0,921	25,86168
Travesaño y cabezal hoja	16	6	9,6	7,68	1,44	0,521	9,75312
Parante lateral hoja	3	6	1,8	1,44	0,27	0,577	2,02527
Parante central hoja	3	6	1,8	1,44	0,27	0,518	1,81818
Mosquitero vertical	19	6	11,4	9,12	1,71	0,392	8,71416
Zocalo alto	9	6	5,4	4,32	0,81	0,848	8,92944
Parante lateral reforzado hoja	9	6	5,4	4,32	0,81	0,712	7,49736
Parante central reforzado hoja	9	6	5,4	4,32	0,81	0,729	7,67637
Travesaño mosquitero	4	6	2,4	1,92	0,36	0,55	2,574
Parante hoja	8	6	4,8	3,84	0,72	0,801	7,49736
Parante de hoja	16	6	9,6	7,68	1,44	1,063	19,89936
Travesaño superior de hoja	9	6	5,4	4,32	0,81	0,98	10,3194
Jamba marco	19	6	11,4	9,12	1,71	0,53	11,7819
Revestimiento tubular	43	6	25,8	20,64	3,87	0,905	45,53055
Jamba marco	22	6	13,2	10,56	1,98	0,699	17,99226
Jamba marco	13	6	7,8	6,24	1,17	0,591	8,98911
Tapa canto central hoja	8	6	4,8	3,84	0,72	0,326	3,05136
						Total Scrap [kg]	199,91088

RESUMEN MENSUAL VIDRIO							
Láminas de vidrio	Cantidad laminas	Medida Perfil	Scrap generado [m2]	8% de error humano	%1,5 falla materia prima	Peso unitario vidrio [kg/m2]	Peso de Scrap
Vidrio	12	2,6x3,66	5,7096	9,13536	1,71288	10	165,5784
						Total Scrap [kg]	165,5784

MATERIAL	[kg]	[USD\$]
Acero	318,39607	19,10
Aluminio	348,309	661,79
Vidrio	165,5784	8,28
Total		689,17

30.11. Organización de la Producción

30.11.1. Tiempos de aluminio

Corte de perfiles de aluminio			
<i>Tarea</i>	<i>Estación</i>	<i>Maquinaria/Operario</i>	<i>Tiempo de tarea unitaria [s]</i>
Buscar perfiles desde el almacén	Estación de corte	Operario	34
Cortar a longitud definida		Sierra automática de corte	24
Inspección de medida de corte		Operario	5
Almacenar perfil cortado		Operario	10
Total tiempo corte de perfil			73

Mecanizado de perfiles de aluminio			
<i>Tarea</i>	<i>Estación</i>	<i>Maquinaria/Operario</i>	<i>Tiempo de tarea unitaria [s]</i>
Buscar perfil cortado	Estación de mecanizado	Operario	7
Punzonado de perfil		Punzonadora universal	28
Fresado de perfil		Fresadora copiadora	24
Inspección de mecanizado		Operario	12
Almacenar perfil mecanizado		Operario	8
Total tiempo perfil mecanizado			79

Corte de vidrios			
<i>Tarea</i>	<i>Estación</i>	<i>Maquinaria/Operario</i>	<i>Tiempo de tarea unitaria [s]</i>
Rebatir mesa basculante de corte	Estación de vidrios	Mesa basculante de corte	30
Sujeción de lámina con sistema de ventosas		Grúa bandera	25
Desplazamiento de lámina hacia mesa de corte		Grúa bandera	90
Rebatir mesa basculante de corte		Mesa basculante de corte	30
Corte de vidrios		Operario	600
Inspección de corte		Operario	30
Almacenaje de vidrio cortado		Operario	120
Total tiempo corte de vidrio			925

Armado de aberturas				
<i>Tarea</i>	<i>Estación</i>	<i>Maquinaria/Operario</i>	<i>Tiempo de tarea unitaria [s]</i>	
Buscar perfiles mecanizados	Ensamble de aberturas	Operario	30	
Atornillado de marco de abertura		Operario/maquina manual	420	
Buscar herrajes y accesorios		Operario	30	
Instalación de herrajes y accesorios en marco		Operario/maquina manual	120	
Inspección de ensamblado de marco		Operario	50	
Buscar perfiles mecanizados		Operario	30	
Colocación de felpa en perfiles		Operario	300	
Atornillado de marco de hoja		Operario/maquina manual	480	
Buscar vidrio a medida		Operario	120	
Instalación de vidrio en hoja		Operario	600	
Buscar burletes de goma		Operario	30	
Colocación de burlete en hoja		Operario	276	
Buscar herrajes y accesorios		Operario	30	
Instalación de herrajes y accesorios en hoja		Operario/maquina manual	900	
Inspección de hojas		Operario	45	
Instalación de hojas sobre marco		Operario	600	
Inspección de funcionamiento		Operario	120	
Total tiempo armado de abertura			4181	

Armado de puerta placa			
<i>Tarea</i>	<i>Estación</i>	<i>Maquinaria/Operario</i>	<i>Tiempo de tarea unitaria [s]</i>
Buscar perfiles mecanizados	Ensamble de abertura	Operario	30
Atornillado de marco de hoja		Operario/maquina manual	420
Buscar puerta placa		Operario	60
Buscar herrajes y accesorios		Operario	30
Instalación de herrajes y accesorios		Operario/maquina manual	600
Instalación de puerta placa sobre marco		Operario	240
Inspección de funcionamiento		Operario	120
Total tiempo armado de puerta placa			1500

Embalaje de aberturas			
<i>Tarea</i>	<i>Estación</i>	<i>Maquinaria/Operario</i>	<i>Tiempo de tarea unitaria [s]</i>
Posicionamiento de abertura	Expedición	Operario	120
Colocación de esquinero de cartón		Operario	60
Embalaje con film plástico		Operario	300
Ordenamiento en pallet		Operario	300
Total tiempo embalaje de abertura			780

30.11.2. Organización del aluminio

Productos	Cantidad de productos mensuales	Cantidad de piezas/productos a procesar por Estación de trabajo				
		Corte de perfiles	Mecanizado de perfiles	Corte de vidrio	Ensamble de abertura	Expedición
Puerta de dos hojas corrediza MODENA	5	210	210	10	5	5
Ventana de dos hojas MODENA	8	321	321	16	8	8
Puerta de dos hojas corrediza DVH MODENA	4	174	174	8	4	4
Ventana de dos hojas DVH MODENA	5	183	183	10	5	5
Ventana de una hoja rebatible MODENA	12	342	342	12	12	12
Puerta de rebatir tubular MODENA	15	348	348	0	15	15
Puerta de rebatir tubular HERRERO	23	840	840	0	23	23
Puerta de dos hojas corrediza HERRERO	12	396	396	24	12	12
Ventana de dos hojas HERRERO	12	369	369	24	12	12
Puerta placa de simple contacto HERRERO	26	129	129	0	26	26
Ventana de una hoja rebatible HERRERO	18	240	240	18	18	18

Productos	Cantidad de productos mensuales	Tiempo de estación por unidad [s]					
		Corte de perfiles	Mecanizado de perfiles	Corte de vidrio	Ensamble de abertura	Expedición	
Puerta de dos hojas corrediza MODENA	5	73	79	925	4181	780	
Ventana de dos hojas MODENA	8	73	79	925	4181	780	
Puerta de dos hojas corrediza DVH MODENA	4	73	79	925	4181	780	
Ventana de dos hojas DVH MODENA	5	73	79	925	4181	780	
Ventana de una hoja rebatible MODENA	12	73	79	925	4181	780	
Puerta de rebatir tubular MODENA	15	73	79	925	4181	780	
Puerta de rebatir tubular HERRERO	23	73	79	925	4181	780	
Puerta de dos hojas corrediza HERRERO	12	73	79	925	4181	780	
Ventana de dos hojas HERRERO	12	73	79	925	4181	780	
Puerta placa de simple contacto HERRERO	26	73	79	925	1500	780	
Ventana de una hoja rebatible HERRERO	18	73	79	925	4181	780	
Productos	Cantidad de productos mensuales	Tiempo total necesario [h]					
		Corte de perfiles	Mecanizado de perfiles	Corte de vidrio	Ensamble de abertura	Expedición	
Puerta de dos hojas corrediza MODENA	5	4,26	4,61	2,57	5,81	1,08	
Ventana de dos hojas MODENA	8	6,51	7,04	4,11	9,29	1,73	
Puerta de dos hojas corrediza DVH MODENA	4	3,53	3,82	2,06	4,65	0,87	
Ventana de dos hojas DVH MODENA	5	3,71	4,02	2,57	5,81	1,08	
Ventana de una hoja rebatible MODENA	12	6,94	7,51	3,08	13,94	2,60	
Puerta de rebatir tubular MODENA	15	7,06	7,64	0,00	17,42	3,25	
Puerta de rebatir tubular HERRERO	23	17,03	18,43	0,00	26,71	4,98	
Puerta de dos hojas corrediza HERRERO	12	8,03	8,69	6,17	13,94	2,60	
Ventana de dos hojas HERRERO	12	7,48	8,10	6,17	13,94	2,60	
Puerta placa de simple contacto HERRERO	26	2,62	2,83	0,00	10,83	5,63	
Ventana de una hoja rebatible HERRERO	18	4,87	5,27	4,63	20,91	3,90	
Productos	Cantidad de productos mensuales	Horas laborales [h]	Días necesarios para producción				
			Corte de perfiles	Mecanizado de perfiles	Corte de vidrio	Ensamble de abertura	Expedición
Puerta de dos hojas corrediza MODENA	5	7,5	0,57	0,61	0,34	0,77	0,14
Ventana de dos hojas MODENA	8	7,5	0,87	0,94	0,55	1,24	0,23
Puerta de dos hojas corrediza DVH MODENA	4	7,5	0,47	0,51	0,27	0,62	0,12
Ventana de dos hojas DVH MODENA	5	7,5	0,49	0,54	0,34	0,77	0,14
Ventana de una hoja rebatible MODENA	12	7,5	0,92	1,00	0,41	1,86	0,35
Puerta de rebatir tubular MODENA	15	7,5	0,94	1,02	0,00	2,32	0,43
Puerta de rebatir tubular HERRERO	23	7,5	2,27	2,46	0,00	3,56	0,66
Puerta de dos hojas corrediza HERRERO	12	7,5	1,07	1,16	0,82	1,86	0,35
Ventana de dos hojas HERRERO	12	7,5	1,00	1,08	0,82	1,86	0,35
Puerta placa de simple contacto HERRERO	26	7,5	0,35	0,38	0,00	1,44	0,75
Ventana de una hoja rebatible HERRERO	18	7,5	0,65	0,70	0,62	2,79	0,52
Totales			9,60	10,39	4,18	19,10	4,04

30.11.3. Tiempos del acero

Corte de caños estructurales/barras de acero			
Tarea	Estación	Maquinaria/Operario	Tiempo de tarea unitaria [s]
Buscar caño estructural/barra de almacén	Estación de corte de perfiles	Operario	42
Corte de caño estructural/barra		Sierra de corte basculante	38
Inspección de medida de corte		Operario	5
Rebabado de caño/barra a medida		Amoladora de banco	45
Almacenar de caño/barra a medida		Operario	12
Total tiempo corte de caños			142
Corte de chapas laminadas			
Tarea	Estación	Maquinaria/Operario	Tiempo de tarea unitaria [s]
Buscar chapa laminada de almacén	Estación de corte de chapas	Operario/Zorra hidráulica	300
Colocar chapa sobre pantógrafo plasma		Operario	120
Cortar chapa laminada a medida		Pantógrafo CNC plasma	900
Descargar piezas cortadas a medida		Operario	420
Almacenar piezas cortadas a medida		Operario	90
Descargar recortes de chapa del pantógrafo plasma		Operario	60
Depositar recortes en contenedor de residuos		Operario	60
Total tiempo corte de chapas			1950
Plegado de chapas laminadas			
Tarea	Estación	Maquinaria/Operario	Tiempo de tarea unitaria [s]
Buscar pieza cortada a medida/chapa laminada	Estación de plegado de chapas	Operario	35
Plegado de chapa o pieza a medida		Plegadora hidráulica	45
Verificación de medidas de plegado		Operario	30
Paletizado de pieza plegada		Operario	35
Total tiempo plegado de chapa			145
Armado de estructuras metálicas			
Tarea	Estación	Maquinaria/Operario	Tiempo de tarea unitaria [s]
Buscar caños cortados a medidas	Estación de soldadura	Operario	600
Maquinar perfiles necesarios		Operario/Maquinas manuales	1200
Soldar estructuras		Soldadora MIG	14400
Verificar medidas		Operario	600
Buscar revestimientos/accesorios		Operario	180
Soldar y/o fijar accesorios		Soldadora MIG/Maquinas manuales	3600
Verificar medidas finales		Operario	600
Trasladar producto hacia almacén de productos semielaborados		Operario/Puente grúa	720
Total tiempo armado de estructuras			21900
Desbaste, pulido y terminación de estructuras metálicas			
Tarea	Estación	Maquinaria/Operario	Tiempo de tarea unitaria [s]
Buscar estructura metálica de almacén semielaborados	Estación de pulido	Operario/Puente grúa	120
Colocar estructura sobre mesa de trabajo		Operario/Puente grúa	120
Pulir superficies y dar terminaciones al producto		Operario/maquina manual	1080
Dar vuelta el producto sobre mesa de trabajo		Operario/Puente grúa	60
Pulir superficies y dar terminaciones al producto		Operario/maquina manual	1080
Trasladar producto hacia almacén de productos semielaborados		Operario/Puente grúa	120
Total tiempo pulido de estructuras			2580
Limpieza y preparación prepintura de estructuras metálicas			
Tarea	Estación	Maquinaria/Operario	Tiempo de tarea unitaria [s]
Buscar estructura metálica de almacén semielaborados	Estación de limpieza	Operario/Puente grúa	70
Colocar estructura sobre mesa de trabajo		Operario/Puente grúa	180
Preparar productos de limpieza y EPP		Operario	120
Limpiar superficies del producto con fosfatizante		Operario	900
Secar superficies del producto con trapos secos limpios		Operario	360
Colocar estructura sobre percha de transporte sistema de pintura		Operario	600
Total tiempo limpieza de estructuras			2230
Cabina de pintura			
Tarea	Estación	Maquinaria/Operario	Tiempo de tarea unitaria [s]
Introducir producto dentro de cabina de aplicación	Estación de pintura	Operario	300
Preparar equipo de aplicación y cabina según producto		Operario	600
Aplicar pintura en polvo sobre superficies del producto		Operario/Equipo de aplicación	600
Desplazar producto fuera de la cabina de aplicación		Operario	300
Total tiempo pintura de estructuras			1800

Curado de pintura			
Tarea	Estación	Maquinaria/Operario	Tiempo de tarea unitaria [s]
Introducir producto dentro del horno de curado de pintura	Estación de curado de pintura	Operario	300
Tiempo de curado de pintura		Horno de curado	1200
Desplazar producto fuera del horno de curado de pintura		Operario	300
Total tiempo curado de pintura			1800

Embalaje de estructuras metálicas			
Tarea	Estación	Maquinaria/Operario	Tiempo de tarea unitaria [s]
Posicionamiento de estructura	Expedición	Operario	300
Colocación de esquineros de cartón y protecciones		Operario	420
Embalaje con film plástico		Operario	600
Ordenamiento en almacén		Operario	300
Total tiempo embalaje de estructuras			1620

30.11.4. Organización del acero

Productos	Cantidad de productos mensuales	Cantidad de piezas/productos a procesar por Estación de trabajo								
		Corte de caños	Corte de chapas	Plegado de chapas	Armado estructuras	Desbaste y pulido	Limpieza y preparación	Pintura	Curado de pintura	Expedición
Portón levadizo con revestimiento de chapa	2	36	8	56	2	2	2	2	2	2
Portón levadizo con revestimiento tubular	1	7	2	20	1	1	1	1	1	1
Portón corredizo con revestimiento de chapa	1	42	2	8	1	1	1	1	1	1
Portón corredizo con revestimiento tubular	1	34	0	0	1	1	1	1	1	1
Escalera metálica con peldaños de material desplegado	1	71	16	0	1	1	1	1	1	1
Escalera metálica con peldaños de madera	1	92	0	0	1	1	1	1	1	1
Baranda metálica	13	559	78	0	13	13	13	13	13	13
Reja de seguridad (por metro)	34	714	34	0	34	34	34	34	34	34

Productos	Cantidad de productos mensuales	Tiempo de estación por unidad [s]								
		Corte de caños	Corte de chapas	Plegado de chapas	Armado estructuras	Desbaste y pulido	Limpieza y preparación	Pintura	Curado de pintura	Expedición
Portón levadizo con revestimiento de chapa	2	142	1950	145	21900	2580	2230	1800	1800	1620
Portón levadizo con revestimiento tubular	1	142	1950	145	21900	2580	2230	1800	1800	1620
Portón corredizo con revestimiento de chapa	1	142	1950	145	21900	2580	2230	1800	1800	1620
Portón corredizo con revestimiento tubular	1	142	1950	145	21900	2580	2230	1800	1800	1620
Escalera metálica con peldaños de material desplegado	1	142	1950	145	21900	2580	2230	1800	1800	1620
Escalera metálica con peldaños de madera	1	142	1950	145	21900	2580	2230	1800	1800	1620
Baranda metálica	13	142	1950	145	21900	2580	2230	1800	1800	1620
Reja de seguridad (por metro)	34	142	1950	145	21900	2580	2230	1800	1800	1620

Productos	Cantidad de productos mensuales	Tiempo total necesario [h]								
		Corte de caños	Corte de chapas	Plegado de chapas	Armado estructuras	Desbaste y pulido	Limpieza y preparación	Pintura	Curado de pintura	Expedición
Portón levadizo con revestimiento de chapa	2	1,42	4,33	2,26	12,17	1,43	1,24	1,00	1,00	0,90
Portón levadizo con revestimiento tubular	1	0,28	1,08	0,81	6,08	0,72	0,62	0,50	0,50	0,45
Portón corredizo con revestimiento de chapa	1	1,66	1,08	0,32	6,08	0,72	0,62	0,50	0,50	0,45
Portón corredizo con revestimiento tubular	1	1,34	0,00	0,00	6,08	0,72	0,62	0,50	0,50	0,45
Escalera metálica con peldaños de material desplegado	1	2,80	8,67	0,00	6,08	0,72	0,62	0,50	0,50	0,45
Escalera metálica con peldaños de madera	1	3,63	0,00	0,00	6,08	0,72	0,62	0,50	0,50	0,45
Baranda metálica	13	22,05	42,25	0,00	79,08	9,32	8,05	6,50	6,50	5,85
Reja de seguridad (por metro)	34	28,16	18,42	0,00	206,83	24,37	21,06	17,00	17,00	15,30

Productos	Cantidad de productos mensuales	Horas laborales [h]	Días necesarios para producción								
			Corte de caños	Corte de chapas	Plegado de chapas	Armado estructuras	Desbaste y pulido	Limpieza y preparación	Pintura	Curado de pintura	Expedición
Portón levadizo con revestimiento de chapa	2	7,5	0,19	0,58	0,30	1,62	0,19	0,17	0,13	0,13	0,12
Portón levadizo con revestimiento tubular	1	7,5	0,04	0,14	0,11	0,81	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06
Portón corredizo con revestimiento de chapa	1	7,5	0,22	0,14	0,04	0,81	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06
Portón corredizo con revestimiento tubular	1	7,5	0,18	0,00	0,00	0,81	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06
Escalera metálica con peldaños de material desplegado	1	7,5	0,37	1,16	0,00	0,81	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06
Escalera metálica con peldaños de madera	1	7,5	0,48	0,00	0,00	0,81	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06
Baranda metálica	13	7,5	2,94	5,63	0,00	10,54	1,24	1,07	0,87	0,87	0,78
Reja de seguridad (por metro)	34	7,5	3,76	2,46	0,00	27,58	3,25	2,81	2,27	2,27	2,04
Totales			8,18	10,11	0,45	43,80	5,16	4,46	3,60	3,60	3,24

30.12. Producción y personal

Año	Mes	Nivel productivo Aluminio (en productos)	Cantidad de personal producción aluminio	Nivel productivo Acero (en productos)	Cantidad personal producción acero	Cantidad personal administrativo	Cantidad personal técnico	Descripción	
1	1	140	4	54	5	2	1	1	Valores objetivo de proyecto
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
2	13	161	4	62	6	2	1	1,15	Aumento de producción de 15%
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								
	21								
	22								
	23								
	24								
3	25	182	5	70	6	2	2	1,3	Aumento de producción de 30%
	26								
	27								
	28								
	29								
	30								
	31								
	32								
	33								
	34								
	35								
	36								
4	37	203	5	78	7	3	2	1,45	Aumento de producción de 45%
	38								
	39								
	40								
	41								
	42								
	43								
	44								
	45								
	46								
	47								
	48								
5	49	224	6	86	7	3	2	1,6	Aumento de producción de 60%
	50								
	51								
	52								
	53								
	54								
	55								
	56								
	57								
	58								
	59								
	60								

ANEXO B (PLANIMETRÍA)