



## Proyecto Final

Departamento de Ingeniería Mecánica

**PROFESOR:** ING. LEANDRO BRANDI

**J.T.P.:** ING. PABLO BEVILACQUA

**A.T.P.:** ING. IVAN DELICH

**CURSO:** 5° Año

**AÑO:** 2020

Integrantes:

- Bazan, Joel
- Belora, Rocio
- Cauti, Pablo
- Ruhkieck, Juan Pablo
- Rusak, Alejo
- Sanchez Alarcon, Lorenzo

GRUPO		TÍTULO		
1		PLANTA PELLETIZADORA MOVIL		
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ESTADO	REVISÓ
1	25/05/21	Resolución en archivo "Correcciones Grupo 1 2020 V1"		
2				

# 1. Índices

## 1.1. Índice de contenido

<b>1. ÍNDICES.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. ÍNDICE DE IMÁGENES.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3. ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>2. ABSTRACT .....</b>	<b>10</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. INDUSTRIA VITIVINÍCOLA ARGENTINA .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. ORUJO DE UVA .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3. CLIENTE .....</b>	<b>16</b>
3.3.1. Contexto general.....	16
3.3.2. Sector Ganadero.....	16
Cría Bovina:.....	16
Recria Bovina:.....	16
Terminación .....	18
Mantenimiento:.....	18
3.3.3. Propuesta de Valor.....	19
Alimentación bovina con orujo de uva.....	19
3.3.4. Volumen de ventas.....	21
<b>3.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS POTENCIALES CLIENTES.....</b>	<b>23</b>
3.4.1. Feedlots de ganado bovino.....	23
3.4.2. Características de un feedlot .....	23
Alimentación .....	24
Costos básicos del Feedlot .....	25
Ubicación.....	26
<b>3.5. ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA .....</b>	<b>27</b>
<b>4. FACTIBILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO .....</b>	<b>30</b>
4.1.1. Inversiones del proyecto .....	30
Inversión inicial.....	30
Inversión en capital de trabajo .....	33
4.1.2. Costos del proyecto .....	33
Costos fijos.....	33
Costos variables de producción.....	38
Costos totales .....	40
Costo unitario del producto .....	41
4.1.3. Construcción del flujo de caja .....	42
Ingresos por ventas.....	42
Contribución marginal.....	42
Utilidad anual.....	42
Punto de equilibrio .....	42
Financiamiento.....	44
Flujo de caja.....	45
4.1.4. Evaluación económica .....	46
VAN y TIR.....	46
<b>4.2. CONCLUSIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA .....</b>	<b>48</b>
<b>5. FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1. DESAGREGADO TECNOLÓGICO.....</b>	<b>49</b>
<b>5.2. ALIMENTACIÓN DE MATERIA PRIMA .....</b>	<b>50</b>
<b>5.3. PELETIZADO.....</b>	<b>51</b>
<b>5.4. ENFRIADO.....</b>	<b>51</b>
<b>5.5. EXTRACCIÓN DE POLVO.....</b>	<b>51</b>
<b>5.6. EMBOLSADO.....</b>	<b>51</b>
<b>5.7. CONCLUSIÓN DE TECNOLOGÍAS SELECCIONADAS.....</b>	<b>51</b>

<b>5.8. TABLA RESUMEN DE TECNOLOGÍAS SELECCIONADAS.....</b>	<b>52</b>
<b>6. FACTIBILIDAD LEGAL.....</b>	<b>53</b>
<b>6.1. FABRICACIÓN DE ALIMENTOS PARA ANIMALES.....</b>	<b>53</b>
6.1.1. SENASA - Resolución N.º 354/99 .....	53
6.1.2. SENASA – Sanidad Animal - Resolución 482/2001 y actualización 273/2002 .....	53
6.1.3. SENASA - Sanidad Animal - Resolución 341/2003.....	55
<b>6.2. EXIGENCIAS LABORALES.....</b>	<b>59</b>
<b>6.3. EXIGENCIAS TRIBUTARIAS .....</b>	<b>59</b>
<b>6.4. TRANSPORTE DE ALIMENTOS .....</b>	<b>59</b>
<b>6.5. DIMENSIONES DE VEHÍCULO Y CARGA (LEY DE TRÁNSITO).....</b>	<b>60</b>
<b>6.6. NORMAS Y MEJORES PRÁCTICAS DE SUBPROCESOS.....</b>	<b>62</b>
<b>6.7. CONCLUSIÓN LEGAL.....</b>	<b>63</b>
<b>7. ANÁLISIS FODA .....</b>	<b>65</b>
7.1. GRÁFICO.....	66
<b>8. INGENIERÍA BÁSICA .....</b>	<b>68</b>
<b>8.1. SELECCIÓN DE SUCCIONADORA.....</b>	<b>68</b>
8.1.1. Hipótesis.....	68
8.1.2. Introducción .....	68
8.1.3. Objetivos .....	69
8.1.4. Antecedentes.....	69
Carga y traslado manual .....	69
Transporte neumático.....	69
8.1.5. Marco teórico .....	69
Materiales sólidos a granel .....	69
Sistemas de transporte neumático.....	70
8.1.6. Selección de equipo.....	75
8.1.7. Conclusión – Succionadora .....	77
<b>8.2. SELECCIÓN DE TOLVA.....</b>	<b>78</b>
8.2.1. Introducción .....	78
8.2.2. Definiciones .....	78
8.2.3. Objetivo.....	79
8.2.4. Antecedentes.....	79
8.2.5. Marco teórico .....	79
8.2.6. Clasificación de los silos.....	80
Tamaño y Geometría .....	80
Patrón de Flujo .....	81
Material estructural .....	82
8.2.7. Cálculo de las presiones sobre las paredes.....	83
Generalidades .....	83
Eurocódigo - Reglas para el cálculo de las cargas debidas al material almacenado .....	83
8.2.8. Análisis y diseño estructural .....	86
Selección de la Forma del Silo .....	86
Diseño de Silos No Circulares .....	86
8.2.9. Diseño del sistema .....	89
Introducción y ámbito .....	89
Propiedades del material almacenado .....	89
Clasificación del silo .....	90
Cargas de llenado debidas al material almacenado.....	91
Cargas debidas a la descarga.....	93
Comprobación frente al pandeo.....	94
8.2.10. Conclusión .....	95
<b>8.3. SELECCIÓN DEL TORNILLO SINFÍN .....</b>	<b>96</b>
8.3.1. Generalidades .....	96
Características del tornillo Sinfin.....	96
Clasificación.....	98
8.3.2. Componentes del sistema .....	98
Hélice y eje.....	98
Carcasa .....	101

Conjunto moto reductor .....	101
Paso y Diámetro del tornillo .....	102
<b>8.3.3. Cálculo empírico .....</b>	<b>102</b>
Velocidad de giro del tornillo .....	102
Tipos de materiales .....	103
Capacidad de transporte .....	104
Determinación del flujo de material .....	105
Capacidad de transporte de un tornillo sin fin .....	106
<b>8.3.4. Cálculo según norma ANSI-CEMA .....</b>	<b>108</b>
Velocidad (RPM) del tornillo sin fin .....	110
Factores de capacidad (CF) .....	111
Capacidad de cálculo .....	113
Determinación de la velocidad del tornillo .....	113
Cálculo del requerimiento de potencia .....	115
Verificación al torque .....	119
Verificación a la deflexión .....	120
Selección del código de los componentes .....	121
<b>8.4. SELECCIÓN DE PELETIZADORA .....</b>	<b>122</b>
8.4.1. Generalidades .....	122
Beneficios de pelletizar .....	123
8.4.2. Definiciones .....	123
8.4.3. Objetivo .....	124
8.4.4. Marco teórico .....	124
Producción del pellet .....	124
Peletizadoras de matriz plana: .....	124
Peletizadoras de matriz anular .....	126
8.4.5. Diseño del sistema .....	127
8.4.6. Conclusión de la Peletizadora .....	130
<b>8.5. SELECCIÓN DE CINTAS TRANSPORTADORAS .....</b>	<b>134</b>
8.5.1. Generalidades .....	134
8.5.2. Selección del equipo .....	135
<b>8.6. SELECCIÓN DE ENFRIADOR Y ZARANDA .....</b>	<b>143</b>
8.6.1. Generalidades - Enfriador .....	143
8.6.2. Objetivos - Enfriador .....	143
8.6.3. Antecedentes - Enfriador .....	143
Enfriador horizontal .....	143
Enfriador vertical .....	144
Enfriador por contraflujo .....	144
8.6.4. Marco teórico - Enfriador .....	145
8.6.5. Cálculo de proceso de enfriamiento .....	146
8.6.6. Proveedor de equipo .....	147
8.6.7. Objetivos - Zaranda .....	150
8.6.8. Marco teórico - Zaranda .....	150
8.6.9. Requerimientos de Zaranda .....	151
8.6.10. Conclusión - Enfriador con zaranda .....	151
<b>8.7. SELECCIÓN DE COLECTOR DE POLVO .....</b>	<b>152</b>
8.7.1. Generalidades .....	152
8.7.2. Objetivos .....	152
8.7.3. Antecedentes – Colector de polvo .....	152
Filtro de mangas .....	152
Medios filtrantes .....	152
8.7.4. Modos de filtrado .....	153
Filtración interior .....	153
Filtración externa .....	153
8.7.5. Método de limpieza .....	153
8.7.6. Selección de equipo – Colector de polvo .....	155
8.7.7. Conclusión de Colector de polvo .....	157
<b>8.8. DISEÑO DE PLATAFORMA BASE .....</b>	<b>158</b>
8.8.1. Objetivos .....	158
8.8.2. Diseño .....	158
8.8.3. Construcción de la plataforma .....	158
8.8.4. Cuadro de pesos .....	159
8.8.5. Análisis Estático por MEF .....	160

Distribución de fuerzas .....	160
Dimensionamiento por resistencia .....	164
Dimensionamiento por deformación .....	165
<b>8.8.6. Verificación de soldadura por MEF .....</b>	<b>165</b>
Lado superior del perfil.....	169
Lado vertical del perfil .....	170
Lado inferior del perfil.....	171
Conclusión estudio de soldadura .....	172
<b>8.9. SELECCIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO .....</b>	<b>173</b>
8.9.1. Generalidades .....	173
8.9.2. Clasificación .....	173
8.9.3. Selección del generador eléctrico .....	176
<b>8.10. CUADRO DE CONSUMOS .....</b>	<b>176</b>
8.10.1. Equipo seleccionado .....	178
Dimensiones del grupo generador .....	179
<b>8.11. SELECCIÓN DE GRÚA ELEVADORA .....</b>	<b>180</b>
8.11.1. Generalidades .....	180
Características de una grúa hidráulica.....	180
Sistemas de elevación y transporte .....	181
8.11.2. Aplicaciones .....	183
8.11.3. Características principales .....	184
Principio de funcionamiento.....	184
Par mecánico .....	184
Características de los cilindros.....	184
Estabilización.....	184
Tipos de montaje .....	185
8.11.4. Selección del tipo de grúa .....	187
<b>9. AMFE .....</b>	<b>189</b>
<b>9.1. CRITERIOS .....</b>	<b>189</b>
9.1.1. Criterio de severidad .....	189
9.1.2. Criterio de ocurrencia .....	190
9.1.3. Criterio de detección .....	190
<b>9.2. AMFE - CONCLUSIÓN.....</b>	<b>192</b>
<b>10. CONCLUSIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>193</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>195</b>

## 1.2. Índice de imágenes

ILUSTRACIÓN 1 – PLANTA MÓVIL DE ORUJO.....	10
ILUSTRACIÓN 2 - PROCESO DE VINIFICACIÓN EN TINTO. FUENTE: ALONSO, 2015.....	13
ILUSTRACIÓN 3 - CURVA CONCEPTUAL DEL CRECIMIENTO ACUMULADO DE MATERIA VIVA (KG) EN FUNCIÓN DE LA EDAD. EN LA PARTE INFERIOR, TASA DE INCREMENTOS DIARIOS. FRASINELLI, 2014.....	17
ILUSTRACIÓN 4 - PROCESO DE UN FEEDLOT. ELABORACIÓN PROPIA .....	23
ILUSTRACIÓN 5 – FEEDLOT. FUENTE: MOTIVAR 2019. ....	24
ILUSTRACIÓN 6 - VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE ENGORDE A CORRAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE: (DE LA ORDEN, 2020) .....	24
ILUSTRACIÓN 7 - ZONAS APTAS PARA ENGORDE A CORRAL. FUENTE: WWW.PRODUCCION-ANIMAL.COM.AR, 2020.....	26
ILUSTRACIÓN 9 - COSTO FIJO TOTAL .....	37
ILUSTRACIÓN 10 - COSTO VARIABLE TOTAL.....	39
ILUSTRACIÓN 11 - COSTO TOTAL .....	40
ILUSTRACIÓN 12 - INCIDENCIAS EN EL COSTO TOTAL .....	40
ILUSTRACIÓN 13 - PUNTO DE EQUILIBRIO .....	43
ILUSTRACIÓN 14 - VAN POR AÑO .....	47
ILUSTRACIÓN 15 - PROCESO DE FABRICACIÓN DE UN PELLET - FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	49
ILUSTRACIÓN 16 - DESAGREGADO TECNOLÓGICO DE LA PELETIZADORA MÓVIL DE ORUJO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	50
ILUSTRACIÓN 17 - ANÁLISIS FODA.....	66
ILUSTRACIÓN 18 - VECTOR FODA.....	67
ILUSTRACIÓN 19 - TIPOS DE SOPLADORES. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	70
ILUSTRACIÓN 20 - ALIMENTADORA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES .....	71
ILUSTRACIÓN 21 - TIPOS DE SEPARADORES. FUENTE: ILUSTRACIÓN 63 - ALIMENTADORA. FUENTE: WWW.SOLERPALAU.COM, 2020. ....	71
ILUSTRACIÓN 22 - SISTEMA DE PRESIÓN POSITIVA. FUENTE: MOLINERIA.ONLINE.....	72
ILUSTRACIÓN 23 - SISTEMA DE PRESIÓN NEGATIVA. FUENTE: ESCUELA-POLITÉCNICA-NACIONAL .....	73
ILUSTRACIÓN 24 - SISTEMA COMBINADO DE PRESIONES. FUENTE: FOLLETO KONGSKILDE.....	73
ILUSTRACIÓN 25 - TÍPICAS GEOMETRÍAS DE CONTENEDORES. FUENTE: EUROCÓDIGO .....	80
ILUSTRACIÓN 26 - PATRONES DE FLUJO. FUENTE: EUROCÓDIGO.....	81
ILUSTRACIÓN 27 - MÉTODO GRÁFICO PARA LA DETERMINACIÓN DEL PATRÓN DE FLUJO. FUENTE: EUROCÓDIGO .....	82
ILUSTRACIÓN 28 - DISTRIBUCIÓN DE LAS PRESIONES HORIZONTALES Y VERTICALES EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DEL MATERIAL ALMACENADO. FUENTE: EUROCÓDIGO.....	83
ILUSTRACIÓN 29 - FORMAS DE SILOS MOSTRANDO LAS ANOTACIONES DE DIMENSIONES Y PRESIONES. FUENTE: EUROCÓDIGO .....	84
ILUSTRACIÓN 30 - TENSIONES EN UNA FRANJA HORIZONTAL DEL SILO. FUENTE: EUROCÓDIGO .....	85
ILUSTRACIÓN 31 - RIGIDIZACIÓN TÍPICA EN UN SILO RECTANGULAR. FUENTE: EUROCÓDIGO.....	87
ILUSTRACIÓN 32 - PLACA RECTANGULAR EQUIVALENTE A UNA PLANTA TRAPEZOIDAL. FUENTE: EUROCÓDIGO.....	88
ILUSTRACIÓN 33 - TORNILLO SIN FÍN INCLINADO. FUENTE: PARASON.COM, 2020.....	97
ILUSTRACIÓN 34 - TIPOS DE HÉLICES. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	98
ILUSTRACIÓN 35 - COMPONENTES DEL TORNILLO SIN FÍN. FUENTE: HTTPS://BLOGMECH.COM, 2020.....	99
ILUSTRACIÓN 36 - MOTOR CON REDUCTOR MONTADO EN UN TORNILLO SIN FÍN. FUENTE: HTTP://WWW.GEARBOXTRANSMISSION.COM/, 2020.....	101
ILUSTRACIÓN 37 - PASO DE UN TORNILLO SIN FÍN. FUENTE: HTTP://WWW.DSPACE.ESPOL.EDU.EC/ .....	102
ILUSTRACIÓN 38 - ORUJO DE UVA. FUENTE: HTTPS://SCIALERT.NE.....	109
ILUSTRACIÓN 39 - FACTOR DE CAPACIDAD POR PASO. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	111
ILUSTRACIÓN 40 - GRÁFICO DE EFICIENCIA DE PASO. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	111
ILUSTRACIÓN 41 - CORRECCIÓN DE POTENCIA. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	117
ILUSTRACIÓN 42 - SISTEMA DE FUERZA DE UN TORNILLO SIN FÍN. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	117
ILUSTRACIÓN 43 - FACTOR DE INCLINACIÓN. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	119
ILUSTRACIÓN 44 - MATRIZ ANULAR – MATRIZ PLANA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	124
ILUSTRACIÓN 45- PELETIZADORA CON MATRIZ PLANA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES .....	125
ILUSTRACIÓN 46 - FLUJO DE TRABAJO DE PELETIZADORA DE MATRIZ PLANA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES .....	126
ILUSTRACIÓN 47 - SISTEMA DE PELLETIZADO CON MATRIZ ANULAR. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES .....	127
ILUSTRACIÓN 48 - SISTEMAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	128
ILUSTRACIÓN 49 - RESULTADOS POR MATRIZ. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES .....	129
ILUSTRACIÓN 50 - TRANSMISIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA EN LA PELETIZADORA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES .....	130
ILUSTRACIÓN 51 – PELETIZADORA DE MATRIZ PLANA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES .....	130
ILUSTRACIÓN 52 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PELETIZADORA. FUENTE: KAHL.....	131
ILUSTRACIÓN 53 - ALIMENTACIÓN EN LA CÁMARA DE GRANULACIÓN. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	132

ILUSTRACIÓN 54 - RODILLOS DE PELETIZADORA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES .....	132
ILUSTRACIÓN 55. REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE RODILLOS. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES .....	132
ILUSTRACIÓN 56- CAPA DE PRODUCTO PARA PELETIZAR. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES .....	133
ILUSTRACIÓN 57- DISTANCIA ENTRE RODILLOS Y MATRIZ. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	133
ILUSTRACIÓN 58- LUBRICACIÓN RODILLO. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES .....	133
ILUSTRACIÓN 59- DESMONTAJE Y CAMBIOS DE ELEMNTOS. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	134
ILUSTRACIÓN 60 - DIFERENTES GRANULOMETRÍAS. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	134
ILUSTRACIÓN 61 - COMPONENTES DE LA CINTA TRANSPORTADORA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES .....	135
ILUSTRACIÓN 62 - ENFRIADOR HORIZONTAL. FUENTE: BORTONE, 2020.....	144
ILUSTRACIÓN 63 MÁQUINA ENFRIADORA A CONTRAFLUJO. FUENTE: BORTONE, 2020. ....	145
ILUSTRACIÓN 64 - DIAGRAMA DE ENFRIADOR A CONTRAFLUJO. FUENTE: BORTONE, 2020.....	145
ILUSTRACIÓN 65- ENFRIADOR A CONTRAFLUJO MARCA FDSP. FUENTE: FDSP, 2020.....	147
ILUSTRACIÓN 66 ENFRIADOR A CONTRAFLUJO CON ZARANDA MARCA FDSP. FUENTE: FDSP, 2020. ....	149
ILUSTRACIÓN 67 - LIMPIEZA POR AIRE A CONTRACORRIENTE CON JET PULSE. FUENTE: HTTP://WWW.MANCERA.CL/PRODUCTOS-VENTILACION.HTM, 2020. ....	154
ILUSTRACIÓN 68 - PELETIZADORA MÓVIL - FLUJO DE AIRE. ELABORACIÓN PROPIA. ....	155
ILUSTRACIÓN 69 - TBLMD 52 MARCA FDSP. FUENTE: HTTPS://WWW.FDSP-CN.COM/HIGH-QUALITY-TBLMD- SERIES-DRUM-PULSE-FILTER, 2020. ....	157
ILUSTRACIÓN 70 - RENDER DE LA PLATAFORMA BASE. ELABORACIÓN PROPIA .....	158
ILUSTRACIÓN 71 - DISPOSICIÓN DE TRAVESÉENOS. ELABORACIÓN PROPIA.....	159
ILUSTRACIÓN 72 - ANÁLISIS RESISTENCIAL DE LA PLATAFORMA. ELABORACIÓN PROPIA .....	164
ILUSTRACIÓN 73 - ANÁLISIS DE DEFORMACIÓN DE LA PLATAFORMA. ELABORACIÓN PROPIA .....	165
ILUSTRACIÓN 74 - ESFUERZOS CARACTERIZADOS EN EL ANÁLISIS 1, HTTP://HELP.SOLIDWORKS.COM/2018/ENGLISH/SOLIDWORKS/CWORKS/C_EDGE_WELD_DEFINITIONS.HT M, 2021.....	166
ILUSTRACIÓN 75 - ESFUERZOS CARACTERIZADOS EN EL ANÁLISIS 2, , .....	166
ILUSTRACIÓN 76 - ANÁLISIS DEL CORDÓN DE SOLDADURA DEL LADO SUPERIOR DEL PERFIL .....	169
ILUSTRACIÓN 77 - GRAFICO DE ESPESOR DE CORDÓN DE SOLDADURA DEL LADO SUPERIOR DEL PERFIL.....	169
ILUSTRACIÓN 78 - ANÁLISIS DEL CORDÓN DE SOLDADURA DEL LADO VERTICAL DEL PERFIL.....	170
ILUSTRACIÓN 79 - GRAFICO DE ESPESOR DE CORDÓN DE SOLDADURA DEL LADO VERTICAL DEL PERFIL .....	171
ILUSTRACIÓN 80 - ANÁLISIS DEL CORDÓN DE SOLDADURA DEL LADO INFERIOR DEL PERFIL.....	171
ILUSTRACIÓN 81 - GRAFICO DE ESPESOR DE CORDÓN DE SOLDADURA DEL LADO INFERIOR DEL PERFIL .....	172
ILUSTRACIÓN 82 - GENERADOR DE POTENCIA AUXILIAR DE EMERGENCIA. FUENTE: HTTPS://WWW.VENTAGENERADORES.NET, 2020. ....	174
ILUSTRACIÓN 83 - GENERADOR DE POTENCIA AUXILIAR. FUENTE: HTTPS://WWW.VENTAGENERADORES.NET, 2020. ....	174
ILUSTRACIÓN 84 - GENERADOR DE POTENCIA PRINCIPAL (PRIME POWER). FUENTE: HTTPS://WWW.VENTAGENERADORES.NET, 2020. ....	175
ILUSTRACIÓN 85 - GENERADOR DE POTENCIA CONTINUA. FUENTE: HTTPS://WWW.VENTAGENERADORES.NET, 2020. ....	175
ILUSTRACIÓN 86 - DIMENSIONES DEL EQUIPO GENERADOR. FUENTE: CATÁLOGO FPT.....	179
ILUSTRACIÓN 87 - DISTINTOS SISTEMAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	180
ILUSTRACIÓN 88 - PUENTE GRÚA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	181
ILUSTRACIÓN 89 - GRÚA BANDERA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	182
ILUSTRACIÓN 90 - HIDROGRÚA ARTICULADA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	182
ILUSTRACIÓN 91 - HIDROGRÚA ARTICULADA CON BIG BAG. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES. ....	183
ILUSTRACIÓN 92 - HIDROGRUA AL FINAL DEL CHASIS. FUENTE: HTTP://NUEVASILGEN.COM/2.....	186
ILUSTRACIÓN 93 - HIDROGRÚA TRAS LA CABINA. FUENTE: , 2020.....	186
ILUSTRACIÓN 94 - HIDROGRÚA SOBRE CARRETÓN. FUENTE: HTTPS://T2.GSTATIC.COM/, 2020.....	187
ILUSTRACIÓN 95 - HIDROGRÚA ARTICULADA. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES.....	188
ILUSTRACIÓN 96 - DISPOSICIÓN FINAL DE LA PLANTA. ELABORACIÓN PROPIA.....	193

### 1.3. Índice de Tablas

TABLA 1 - ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE UVA 2020 ARGENTINA. FUENTE: VINICULTORA, 2020. ....	12
TABLA 2 - COMPOSICIÓN QUÍMICA (%MS) ORUJO DE UVA. FUENTE: FEDNA NUTRICIÓN, 2020.....	14
TABLA 3 - VALOR ENERGÉTICO (KCAL/KG) ORUJO DE UVA. FUENTE: FEDNA NUTRICIÓN, 2020.....	14
TABLA 4 - COMPOSICIÓN QUÍMICA (%MS) ORUJO DE UVA AGOTADO. FUENTE: GUTIERREZ, 2017.....	15
TABLA 5 - GRANULOMETRÍA. FUENTE: EMILIO GIMÉNEZ E HIJOS, 2020.....	15
TABLA 6 - COMPOSICIÓN DE DIETAS EN BASE MS. FUENTE: GUTIÉRREZ, 2017.....	19

TABLA 7 - RESULTADOS DE DIETAS. FUENTE: GUTIÉRREZ, 2017 .....	20
TABLA 8 - STK BOVINO. FUENTE: GOBIERNO ARGENTINO, 2020.....	22
TABLA 9 – EJEMPLOS DE DIETAS ALTAS EN ENERGÍA.....	27
TABLA 10 - EJEMPLO DE DIETAS BAJAS EN ENERGÍA .....	28
TABLA 11 - COMPOSICIÓN DEL ORUJO DE UVA Y ACEITUNA. FUENTE: (MAYER, 2014).....	29
TABLA 12 - COSTOS DE ALIMENTOS MÁS UTILIZADOS. (LUNA).....	29
TABLA 13 - INVERSIÓN EN EQUIPOS.....	30
TABLA 14 - RODADOS Y EQUIPOS AUXILIARES.....	31
TABLA 15 - OTROS CARGOS DIFERIDOS .....	31
TABLA 16 - TOTAL INVERSIÓN INICIAL.....	32
TABLA 17 - RESUMEN TOTAL INVERSIÓN INICIAL.....	32
TABLA 18 - SUBTOTAL EQUIPOS Y EQUIPOS AUXILIARES .....	33
TABLA 19 - INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO.....	33
TABLA 20 - APORTES Y CONTRIBUCIONES .....	34
TABLA 21 - SALARIOS EN PESOS - MANO DE OBRA INDIRECTA.....	35
TABLA 22 - SERVICIOS TERCERIZADOS .....	35
TABLA 23 - OTROS COSTOS FIJOS.....	35
TABLA 24 - COSTOS DE MANTENIMIENTO .....	35
TABLA 25 - DEPRECIACIONES.....	36
TABLA 26 - AMORTIZACIONES DE CARGO DIFERIDO .....	36
TABLA 27 - COSTO FIJO TOTAL .....	37
TABLA 28 - COSTO DE MATERIA PRIMA.....	38
TABLA 29 - COSTOS POR INSUMOS .....	38
TABLA 30 - COSTOS DE COMBUSTIBLE.....	38
TABLA 31 - COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA.....	39
TABLA 32 - COSTO VARIABLE TOTAL .....	39
TABLA 33 - COSTO TOTAL ANUAL.....	40
TABLA 34 - COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO .....	41
TABLA 35 - INGRESOS POR VENTAS .....	42
TABLA 36 - CONTRIBUCIÓN MARGINAL .....	42
TABLA 37 - UTILIDAD ANUAL .....	42
TABLA 38 - PUNTO DE EQUILIBRIO .....	43
TABLA 39 - CONDICIONES DEL CRÉDITO SOLICITADO .....	44
TABLA 40 - CÁLCULO DEL CRÉDITO PARA LA INVERSIÓN.....	44
TABLA 41 - FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO A 15 AÑOS.....	45
TABLA 42 - DETERMINACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO (R) .....	46
TABLA 43 - VAN Y TIR.....	46
TABLA 44 - VAN POR AÑO.....	46
TABLA 45 - TABLA RESUMEN DE TECNOLOGÍAS SELECCIONADAS .....	52
TABLA 46 - CRITERIOS LEGALES PARA TENER EN CUENTA.....	63
TABLA 47 - PARÁMETROS ECUACIÓN UCRT. FUENTE: SCHADE, 1987 .....	74
TABLA 48 - PARÁMETROS DE SELECCIÓN DE EQUIPO.....	75
TABLA 49 - CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA NEUMÁTICO .....	77
TABLA 50 - CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO .....	78
TABLA 51 - CHAPAS CON CANTOS SIMPLEMENTE APOYADOS O CON BORDES FIJOS. FUENTE: EUROCÓDIGO .....	88
TABLA 52 - CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ENSILADOS .....	90
TABLA 53 - TIPOS DE TORNILLOS SIN FÍN. FUENTE: <a href="https://ingemecanica.com/">HTTPS://INGEMECANICA.COM/</a> , 2020.....	100
TABLA 54 – VELOCIDAD MÁXIMA DEL TORNILLO. FUENTE: MANSILLA, 2014, UTN FRSR.....	103
TABLA 55 - TIPOS DE MATERIALES. FUENTE: MANSILLA, 2014, UTN FRSR.....	103
TABLA 56 - COEFICIENTES DE RELLENO. FUENTE: MANSILLA, 2014, UTN FRSR.....	105
TABLA 57 - COEFICIENTES DE DISMINUCIÓN DE FLUJO. FUENTE: MANSILLA, 2014, UTN FRSR.....	105
TABLA 58 -CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE UN SIN FÍN. FUENTE: MANSILLA, 2014, UTN FRSR.....	106
TABLA 59 - COEFICIENTE CO. FUENTE: MANSILLA, 2014, UTN FRSR.....	107
TABLA 60 - CARACTERÍSTICAS DEL TRANSPORTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	108
TABLA 61 - CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	109
TABLA 62 - FACTORES DE MATERIAL. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	110
TABLA 63 - FACTORES DE MATERIALES. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	110
TABLA 64 - FACTOR DE PASO ESPECIAL CF1. FUENTE: ANSI-CEMA 350 .....	112
TABLA 65 - COEFICIENTE DE FLANCO. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	112
TABLA 66 - CAPACIDAD DEL TORNILLO. FUENTE: ANSI-CEMA 350 .....	114



SE DEBE NOTAR QUE EN LA TABLA 2-3 (67) SE RECOMIENDAN 90 RPM COMO VELOCIDAD MÁXIMA DEL TORNILLO EN EL DIÁMETRO SELECCIONADO (A MAYOR DIÁMETRO MENOR VELOCIDAD).....	114
TABLA 68 - FACTOR DE DIÁMETRO. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	115
TABLA 69 - CLASES DE RODAMIENTOS. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	116
TABLA 70 - FACTOR DE RODAMIENTO. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	116
TABLA 71 - EFICIENCIA DE MECANISMOS DE REDUCCIÓN. FUENTE: ANSI-CEMA 350.....	118
TABLA 72 - CAÑOS ESTÁNDAR PARA EL EJE DEL TORNILLO. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	119
TABLA 73 - TORQUE MÁXIMO POR EJE. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	120
TABLA 74 - DIMENSIONES ESTÁNDAR DE LOS CAÑOS. FUENTE: ANSI-CEMA 350.....	120
TABLA 75 - SELECCIÓN DEL TORNILLO SEGÚN NORMA. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	121
TABLA 76 - SELECCIÓN DE RODAMIENTOS. FUENTE: GUÍA DE INGENIERÍA KWS.....	122
TABLA 77 - TABLA DE SELECCIÓN DE PELETIZADORA.....	131
TABLA 78 - TABLAS DE CATALOGO DE DUNLOP.....	135
TABLA 79 - TABLAS DE CATALOGO DE DUNLOP.....	136
TABLA 80 - DISTANCIA ENTRE CINTAS. FUENTE: CATÁLOGO DUNLOP.....	136
TABLA 81 - ANGULO DE SOBRECARGA. FUENTE: CATÁLOGO DUNLOP.....	137
TABLA 82 - FACTORES CB, CL Y Kf. FUENTE: CATÁLOGO DE DUNLOP.....	138
TABLA 83 - NUMERO DE TELAS. FUENTE: CATÁLOGO DE DUNLOP.....	139
TABLA 84 - TIPOS DE TENSORES. FUENTE: CATÁLOGO DE DUNLOP.....	140
TABLA 85 - NUMERO DE TELAS. FUENTE: CATÁLOGO DE DUNLOP.....	140
TABLA 86 - SELECCIÓN DE COEFICIENTE DE ROZAMIENTO. FUENTE: CATÁLOGO DE DUNLOP.....	140
TABLA 87 - TABLA DE DIÁMETROS DE TAMBORES. FUENTE: CATÁLOGO DE DUNLOP.....	141
TABLA 88 - RESULTADO DEL CÁLCULO DE CINTAS. FUENTE: PROGRAMA DE SELECCIÓN DE DUNLOP.....	141
TABLA 89- HOJA TÉCNICA ENFRIADOR A CONTRAFLUJO MARCA FDSP. FUENTE: FDSP, 2020.....	148
TABLA 90- HOJA TÉCNICA ENFRIADOR A CONTRAFLUJO CON ZARANDA MARCA FDSP. FUENTE: FDSP, 2020. ....	149
TABLA 91 U.S STD SIEVE MALLADO ESTANDARIZADO. FUENTE: TECHNOLOGIES, 2020. ....	150
TABLA 92 - PROPIEDADES DE MATERIALES EMPLEADOS PARA LOS FILTROS. FUENTE: BENÍTEZ, J., 1993; CORBITT, R., 1990; COOPER, D. AND ALLEY, F., 2002. ....	153
TABLA 93- PARÁMETROS DE SELECCIÓN DE MÁQUINA "PULSE DUST FILTER" DE FDSP. FUENTE: <a href="https://www.fdsp-cn.com/pulse-dust-filter-with-flat-bottom-round">HTTPS://WWW.FDSP-CN.COM/PULSE-DUST-FILTER-WITH-FLAT-BOTTOM-ROUND</a> , 2020.....	156
TABLA 94 - DISTRIBUCIÓN DE PESOS. ELABORACIÓN PROPIA. ....	159
TABLA 95 - TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FUERZAS.....	161
TABLA 96 - PROPIEDADES DE LOS MATERIALES USADOS.....	164
TABLA 97 - TABLA DE VALORES ADMISIBLES DE FLECHAS.....	165
TABLA 98 - TABLA DE ESFUERZOS DEL LADO SUPERIOR DEL PERFIL.....	169
TABLA 99 - TABLA DE ESFUERZOS DEL LADO VERTICAL DEL PERFIL.....	170
TABLA 100 - TABLA DE ESFUERZOS DEL LADO INFERIOR DEL PERFIL.....	172
TABLA 101 - CUADRO DE CONSUMOS. ELABORACIÓN PROPIA. ....	177
TABLA 102 - CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO ELECTRÓGENO. FUENTE: CATÁLOGO FPT.....	178
TABLA 103 - AMFE: CRITERIO DE SEVERIDAD. FUENTE: APUNTES DE CÁTEDRA ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL 2019. UTN FRGP.....	189
TABLA 104 - AMFE: CRITERIO DE OCURRENCIA. FUENTE: APUNTES DE CÁTEDRA ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL 2019. UTN FRGP.....	190
TABLA 105 - AMFE: CRITERIO DE DETECCIÓN. FUENTE: APUNTES DE CÁTEDRA ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL 2019. UTN FRGP.....	190
TABLA 106 - FALLOS DESTACABLES. ELABORACIÓN PROPIA.....	191

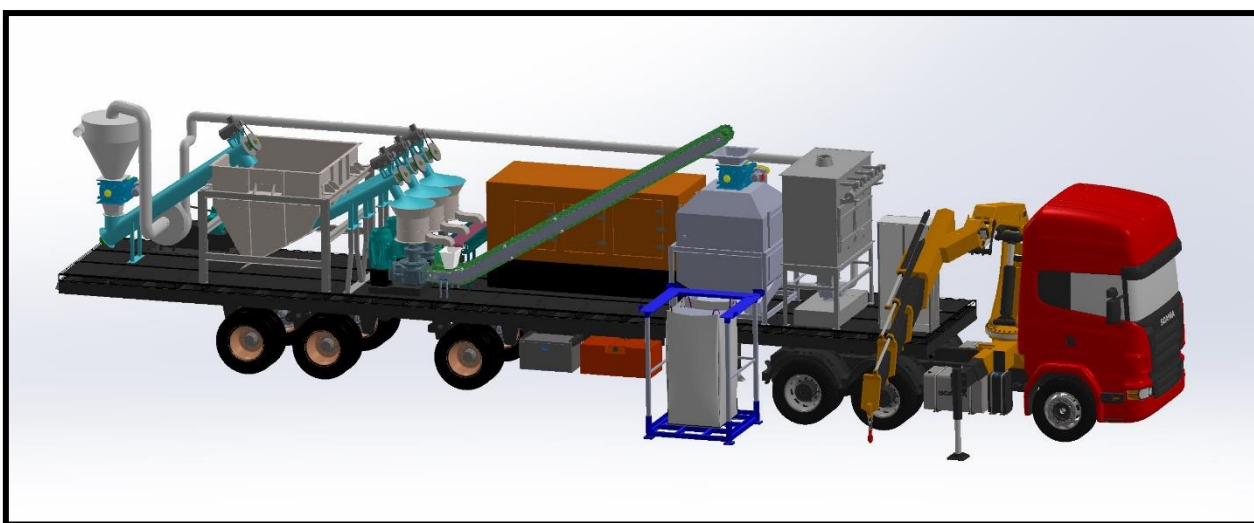
## 2. Abstract

El sector agroganadero de la República Argentina representó, desde los primeros años del país a la actualidad, la mayoría absoluta del ingreso de divisas. Fue históricamente el motor del desarrollo del país, convirtiéndolo en el tan afamado “granero del mundo” en la época de la posguerra. Al observar este fenómeno desde una perspectiva técnico-económica, es indiscutible que cualquier desarrollo que beneficie a la productividad de este sector, impactará en su rentabilidad del negocio, pero también habilitará nuevas fronteras de crecimiento al país.

Combinando esta oportunidad de desarrollo con la necesidad de reducir el impacto ambiental del sector, surge una integración económica de dos de las industrias agroganaderas más grandes del país: la cría bovina y la producción vitivinícola.

El residuo generado de la producción de vinos puede ser utilizado como alimento para ganado bovino y otros rumiantes. Para lograr una integración de estas industrias, es necesario desarrollar un método de elaboración del alimento real. El feedlot o recría a corral es el lugar ideal para introducir este alimento (validado en otros países) en la proporción recomendada por expertos.

La planta móvil de pellets de orujo desarrollada en el presente documento es la solución que de manera integrada mejor se adapta al contexto vitivinícola ganadero argentino.



*Ilustración 1 – Planta móvil de orujo*

Palabras clave: *Orujo, Feedlot, Uva, Ganado, Pellet, Subproducto, Vitivinicultura, Viñedo.*

### **3. Introducción**

La tecnología que se pretende desarrollar y validar en el presente documento surge del plan “Argentina Innovadora 2020” (AI2020). Dicho plan es el reflejo del trabajo en conjunto de más de 300 especialistas de todo el país que han identificado oportunidades para el desarrollo estratégico en sectores clave de la economía y del desarrollo social para ser potenciadas a partir de la generación y aplicación de conocimiento.

Sectores estratégicos

- Ambiente y desarrollo sustentable
- Agroindustria
- Desarrollo social
- Energía
- Industria
- Salud

En dichas oportunidades el estado ha decidido dirigir esfuerzos financieros, humanos y de infraestructura para producir cambios sustantivos en el patrón tecno-productivo y en la calidad de vida de la población. Este relevamiento cuenta con una con una “Plataforma de Demandas y Transferencias Tecnológicas” (PDTT) que es un espacio orientado a dar visibilidad a demandas de innovación tecnológica de los sectores productivos nacionales, asentada en una red de colaboración de instituciones del sistema científico-tecnológico que se articulan en su relevamiento y la generación de soluciones.

Tras analizar las ofertas de los distintos rubros, se decidió trabajar sobre el sector Agro dado que es rubro más pujante en el país en lo que refiere a ingreso de divisas, presencia geográfica e histórica en nuestro país. En el 2019 este sector aportó 26.627 millones de dólares que representan el 73% del ingreso total. Este es uno de los motivos por el cual, encontramos beneficios sumar un desarrollo tecnológico nacional que de valor agregado a la materia prima impactando favorablemente en la balanza comercial.

El equipo de trabajo está conformado por 6 ingenieros mecánicos próximos a recibirse en la Universidad Tecnológica Nacional regional Pacheco que buscan de modo humilde, pero con la franqueza y rectitud impartida por nuestra disciplina, dar la solución más optima a una necesidad social. Entendiendo al presente desarrollo como una oportunidad para llevar adelante o para ingresar en este universo tan lejano de la ciudad y tan presente en el país.

La hipótesis que guía el presente trabajo es el desarrollo de una planta móvil capaz de peletizar el orujo de uva (y otros) y transportar el producto desde allí a los centros ganaderos para que sean empleados como alimento.

### 3.1. Industria Vitivinícola Argentina

Según el Instituto Nacional de Vitivinicultura la estimación de producción del 2020 fue de 22.533.000 quintales métricos (qq) en los cuales Mendoza es una de las provincias que lidera y en segundo lugar San Juan.

Se considera que el 18-20% es el residuo de la producción es orujo de uva. Esto implica que por cada 100 kg de uva que se produce, se generan aproximadamente 20 kg de orujo.

Si bien no hay datos de la producción de orujo de uva, se puede estimar el valor partiendo de la producción total de vinos. En 2018 se elaboraron 14.521.510 hl, por lo tanto, en Argentina hay potencialmente unas 1.771.624 toneladas de orujo de uva por año.

*Tabla 1 - Estimación de Producción de uva 2020 Argentina. Fuente: Vinicultora, 2020.*

<i>Provincia</i>	<i>Estimación Producción 2020 Rango de confianza: 90% - (qq)</i>
<i>Mendoza</i>	15.200.000 - 16.850.000
<i>San Juan</i>	5.000.000 - 5.500.000
<i>La Rioja</i>	551.000 - 609.000
<i>Catamarca</i>	123.500 - 136.500
<i>Salta</i>	313.500 - 346.500
<i>Río Negro-Neuquén</i>	207.000 - 229.000
<i>Total País</i>	<b>21.395.000 - 23.671.000</b>

### 3.2. Orujo de Uva

La materia prima principal del vino es la uva, de ella se puede obtener diferentes tipos de vinos. La vinificación consta del proceso para la elaboración del producto en base a la uva. A continuación se presenta de modo esquemático los principales pasos de la producción de vino.

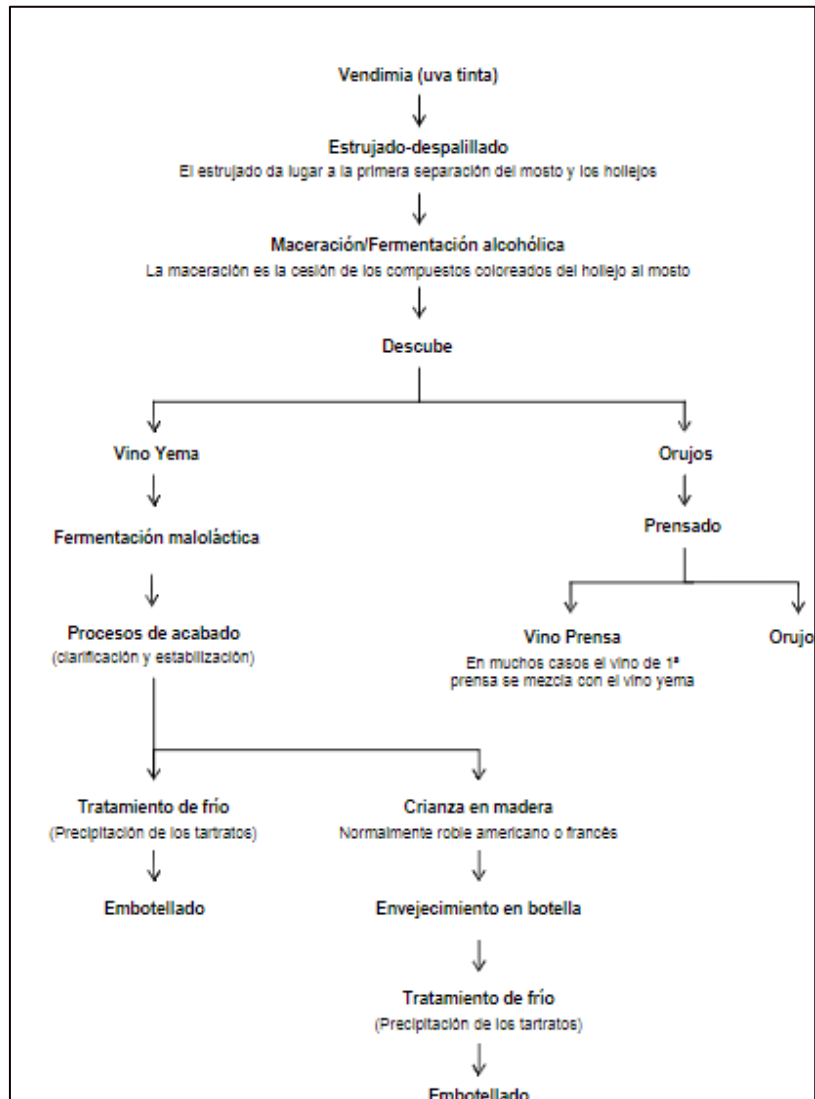


Ilustración 2 - Proceso de vinificación en tinto. Fuente: Alonso, 2015

La vendimia es la cosecha de la vid, tras este paso se produce el estrujado, en el cual se comienza la primera separación del mosto, el zumo de la uva (pasa a ser líquido solo en los vinos tintos) de los hollejos (materia sólida que queda luego del prensado). En la maceración se busca un intercambio de compuestos entre la parte sólida y la líquida (zumo de uva) para que en términos generales se obtenga el aroma y color. De ese proceso se separa el orujo y se lo somete a un proceso de prensado.

El desecho más importante en magnitud de la vinificación es el orujo y representa un desafío para el productor el manejo de este desecho. En algunos casos se utiliza como como compost, sin

embargo, no suele hacerse dado que es dificultoso y requiere disponer de recursos humanos y capital para tal fin. El orujo es empleado por destiladoras para producir: ácido tartárico, ácido meta tartárico, aceite de pepita de uva crudo, aceite de pepita de uva refinado, alcohol etílico estándar, alcohol etílico neutro, destilado de vino, aguardiente de vino, grapa y crémor tártaro. Es menester destacar que este sub - rubro emplea un porcentaje del mercado el cual dispone de 1,8 millones de toneladas anuales de orujo. Estas empresas acuerdan con los viñedos dando a cambio el retiro del desecho gratuito o en algunos casos con bolsas de ácido tartárico que es empleado para el proceso de cultivo. A su vez, la destilería produce un desecho que se denomina orujo de uva agotado. Por último, existen viñedos que deben pagar para que su desecho tenga una disposición final y lo retiren.

Este subproducto del orujo de uva se genera en el aplastamiento y procesamiento de la uva en grandes cantidades. está constituida principalmente por escobajo, semillas y pulpa en proporción es aproximadamente de 25, 20 y 55% respectivamente.

En términos generales, el orujo de uva es un recurso de baja calidad, alto contenido en fibra y baja concentración energética.

Los valores de FEDNA (federación española de nutrición animal) presentan los siguientes resultados sobre el orujo de uva. Si bien tiene una cierta variación según el viñedo y el proceso al que fue sometido, se puede generalizar en los siguientes datos.

Tabla 2 - Composición química (%MS) orujo de uva. Fuente: FEDNA Nutrición, 2020

<b>Humedad</b>	<b>Cenizas</b>	<b>PB Proteína Bruta</b>	<b>EE Grasa Cruda o Extracto Etéreo</b>	<b>FB Energía neta para mantenimiento</b>	<b>FND Fibra insoluble en detergente ácido</b>
8,2	5,8	11,2	7,5	32,5	57,1

Tabla 3 - Valor energético (Kcal/Kg) orujo de uva. Fuente: FEDNA Nutrición, 2020

<b>EM Energía Metabolizable</b>	<b>UFI Unidades forrajeras leche</b>	<b>UFc Unidades forrajeras carne</b>	<b>ENI Energía neta para lactación</b>	<b>ENm Energía neta para mantenimiento</b>	<b>ENc Energía neta para crecimiento</b>
<b>1080</b>	0.35	0.25	585	540	120

## Orujo de uva agotado

Tabla 4 - Composición química (%MS) orujo de uva agotado. Fuente: Gutierrez, 2017

<b>MS Materia Seca</b>	<b>Ceniza</b>	<b>PB Proteína Bruta</b>	<b>EE Grasa Cruda Extracto Etéreo</b>	<b>FDN Fibra insoluble en detergente neutro</b>	<b>FDA Fibra insoluble en detergente ácido</b>
<b>36</b>	5,8	15,5	7,5	65,9	57,9

El contenido en compuestos fenólicos del orujo de uva varía en función de la variedad de uva y del tipo de vino elaborado. Solo el 35% de los compuestos fenólicos de la uva se transfieren al vino, por lo que quedan presentes en el orujo una amplia gama de estos compuestos con propiedades importantes entre las que destaca su poder antioxidante. En términos generales se pueden encontrar, además de compuestos como los taninos (responsables de la astringencia de los vinos), otros compuestos minoritarios como las antocianinas (responsables del color de los vinos), flavonoles (catequina y epicatequina), flavonoles como quercetina, mirecitina y el resveratrol como compuesto más importante. (Sitio argentino de producción animal, 2014)

Los compuestos bioactivos principales que tiene son fibra alimentaria, terpenos fitoesteroles y otros metabolitos como aminoácidos lípidos. Estas propiedades aumentan el valor agregado como uso de subproducto.

Del análisis granulométrico se desprende el siguiente cuadro de relevada importancia ya que caracteriza la Materia prima con la que se dispone para el proceso productivo.

Tabla 5 - Granulometría. Fuente: Emilio Giménez e Hijos, 2020.

Fracción N.º		% en peso
1	< 0,125 mm	2
2	0,125-0,25 mm	4
3	0,25-0,5 mm	11
4	0,5-1 mm	14
5	1-2 mm	16
6	2-4 mm	43
7	4-8 mm	9
8	8-16 mm	1

### **3.3. Cliente**

#### **3.3.1. Contexto general**

El modelo agropecuario de Argentina se centra en la maximización de beneficios económicos. Para ello, su principal objetivo es el aumento de la producción y de la productividad de bienes exportables que permitan el ingreso de divisas. El desarrollo tecnológico se centra en estas premisas y se lleva a cabo mediante la incorporación de insumos y capital (semillas, maquinaria, agroquímicos, razas animales y sistemas productivos). Este método favorece a las economías de escala con capacidad de inversión y estimula a una creciente concentración económica. Este proceso se llama “agriculturización/sojización” y consiste en el uso creciente y continuo de las tierras para cultivos agrícolas agotando las bondades del suelo. Este proceso, también llamado monocultivo, desplaza al sector ganadero que era utilizado no solo como otra unidad de negocio sino como recurso para abonar las tierras siendo este uno de los principales factores de la excepcionalidad de las tierras argentinas en lo que refiere agricultura. (Giordano, 2013)

#### **3.3.2. Sector Ganadero**

El sector agropecuario este compuesto por la agricultura y la ganadería. Dado que el cliente al que se apunta pertenece a este último rubro, es necesario detallar los pasos de este proceso productivo, para comprender los nichos a los cuales se puede satisfacer.

La cría constituye el primer eslabón de la cadena productiva y le siguen luego las etapas de recría, engorde (terminación) y, finalmente, la etapa industrial, dirigida al consumo directo de la carne. Es preciso para este proyecto hacer especial mención a la etapa de mantenimiento, presente en los tres primeros procesos mencionados.

##### *Cría Bovina:*

La cría es la etapa de rentabilidad económica inferior, lo cual trae aparejado que habitualmente se destinen a esta actividad los ambientes menos propicios. Sin embargo, este paso contempla los procesos biológicos más complejos que incluyen la reproducción, gestación, cuidados del parto y lactancia. Esto permite inferir que es en esta instancia donde se define el genotipo para todo el proceso productivo.

En su forma más primitiva, un rodeo de cría es un conjunto de vacas y toros que producen terneros. Según el grado de tecnología aplicado al manejo se tendrá una población bovina integrada de distintas maneras:

- Sin control: habrá animales productivos e improductivos, sanos y enfermos, con vaquillonas y novillos de todas las edades, con una época de parición rudimentariamente estacionada y bajos porcentajes de preñez y destete.
- Con control: integración del rodeo definido.

##### *Recría Bovina:*

El crecimiento del animal es un proceso complejo que supone aumento de tamaño, peso, cambios en la forma y en la función de las diferentes partes del cuerpo. Todos los procesos de crecimiento están regulados a nivel celular y endocrino, y es producto de la conjugación del potencial genético de un animal y del medio en que se desenvuelve.



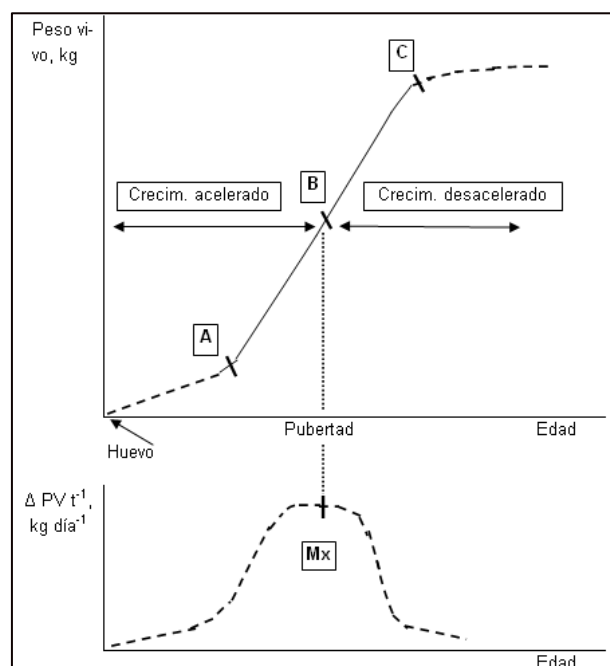


Ilustración 3 - Curva conceptual del crecimiento acumulado de materia viva (kg) en función de la edad. En la parte inferior, tasa de incrementos diarios. Frasinelli, 2014.

El crecimiento se puede definir mediante una curva sigmoidea que relaciona el cambio de la masa corporal en función del tiempo (figura 2), en la cual es posible detectar tramos bien definidos.

- El crecimiento en el periodo intrauterino es lento, sin embargo, van incrementando gradualmente los procesos anabólicos respecto de los catabólicos.
- El punto A de la curva corresponde al nacimiento. A partir de aquí se verifica una fase de crecimiento más acelerada. Esta se prolonga hasta el punto de inflexión B
- El punto B señala que el bovino alcanzó la pubertad. Este suceso trae aparejado una desaceleración del crecimiento.
- A partir del punto C los incrementos de peso son muy bajos y responden fundamentalmente a deposición de grasa (no se trata, en consecuencia, de verdadero crecimiento). A partir de este punto la eficiencia de conversión “alimento-materia viva” se ha reducido considerablemente, es decir, la cantidad de alimento consumido diariamente por esta categoría permitiría obtener mayor cantidad de carne si se destinara a animales más jóvenes.
- El momento de faena se sitúa antes de alcanzar el punto C.

Por todo lo expuesto, el engorde (parámetro aumento de peso vivo) comprende dos procesos de ocurrencia simultánea, aunque en una primera etapa con predominio del desarrollo muscular (recría) y en la fase final respondiendo principalmente a la deposición de tejido adiposo (engorde propiamente dicho o terminación).

La recría se la suele ubicar a partir del destete o inmediatamente después de él (110-120 kg). Respecto a la finalización de esta fase hay distintos criterios aplicados:

- Edad del bovino, fecha preestablecida
- Logro peso vivo determinado 170 - 180 kg

La alimentación en esta fase puede ser de dos tipos:

- Recría a campo con suplementación formulada para corregir falencias de la dieta base
- Recría en corrales, ración formulada no para maximizar la ganancia diaria de peso sino para generar la estructura corporal (masa muscular) que posibilite la mejor performance en la etapa de terminación: 15-18 % de PB y no más de 2,85 Mcal EM kg MS-1, para lograr ganancias de 750 – 900 g día-1. Este tipo de ración se compone de una alta proporción de suplemento de índole proteica (gluten-feed, pellet de girasol o soja, afrechillo, malta, etc.) y fibra (silaje o heno) y bajo aporte de fuentes energéticas (grano de maíz, sorgo, cebada, etc.), y es aplicable a animales con un peso inicial de 110-120 kg. (Vittone, 2012)

### *Terminación*

El engorde en corrales se ha instalado en la región como una alternativa de producción de carne con diversos objetivos. En algunos casos es utilizado para convertir granos a carne si económicamente la conversión es rentable, y en otros en el conjunto del sistema de producción para liberar potreros, eliminar cultivos forrajeros anuales de las rotaciones, incrementar la carga animal del campo, asegurar la terminación y la salida o la edad a faena, etc. (Rearte, 1994).

La elección de la categoría a engordar depende de la naturaleza del negocio. Las categorías más jóvenes y livianas, terminadas rápidamente, con pesos bajos pero de gordura adecuada al mercado, son las más rentables en el escenario económico argentino por su mayor eficiencia de conversión de alimento a aumento de peso. Sin embargo, las más grandes pueden tener justificación en el contexto de un sistema de producción semi - pastoril con alta carga animal o planteos mixtos (agrícola-ganaderos) de alta producción.

#### **Teneros y vaquillonas**

El encierre de terneros o terneras para producir terneros gordos para faena es el de más rápida evolución o menor duración. En el término de 60 a 90 días es factible terminar este tipo de animal con aumentos diarios de 1 a 1,3 kg/día y dietas simples basadas principalmente en grano entero de maíz (70%), pellet de girasol (20%), rollo de forraje de mediana calidad (8%) y un suplemento macromineral (2 a 3%) que ofrezca sal, calcio, fósforo, magnesio y micro minerales, con la adición de un ionóforo (monensina).

Esta categoría (entre los 150 y los 300 kg de peso vivo) convierte en un rango de 4,5 a 5,5 kg de alimento de alto grano (base seca) por kilo de aumento de peso (4,5 a 5,5:1). Es la categoría comercial de mayor eficiencia de conversión de alimento a aumento de peso. (Di Marco, 1993).

#### **Novillos**

En novillitos y novillos en engorde a corral las expectativas de aumento de peso son mayores. Es esperable un aumento de 1,3 a 1,6 kg de peso vivo por día sobre dietas bien diseñadas que rondan los 8-9 kg. La duración de estos engordes es variable y depende de la edad y el peso de ingreso de los novillos, pudiendo ser de menos de 60 días como de más de 120. El consumo voluntario es mayor en términos absolutos, pero menor en términos relativos que en los engordes de terneros y es mayor el gasto energético en mantenimiento. En los engordes relevados en los planteos comerciales de Argentina los valores frecuentes se ubican en el rango de 6 a 9 kilos de alimento por kilo de aumento de peso. A medida que se avanza en el peso del animal crece el nivel de engrasamiento empeorando la eficiencia de conversión.

#### *Mantenimiento:*

En lo que refiere a la alimentación del Ganado, el termino del presente apartado hace referencia a aquella necesaria por el animal para que se mantenga con todas sus capacidades fisiológicas. Por otro lado, está la alimentación necesaria para la parte de la producción a la cual está abocada (leche, cría, carne). Por lo tanto, en la fase de cría existe la dieta de mantenimiento (base) la cual asegura que la vaca no pierda peso, algo similar sucede con la fase de recría y terminación.

### 3.3.3. Propuesta de Valor

#### *Alimentación bovina con orujo de uva*

A partir del relevamiento echo por el estado mediante el plan “AI2020”, se define viable alimentar ganado con orujo. Sin embargo, para dar mayor robustez a dicha afirmación, se realizó una extensa búsqueda en documentos que acabó validando lo expresado. En los párrafos que prosiguen se desarrollará de manera sintética las principales conclusiones y tres estudios que respaldan la implementación del orujo como alimento para el ganado.

En términos generales, se puede afirmar que la alimentación de los rumiantes con orujo de uva es factible y beneficioso dado que permite aprovechar un residuo, reduce los costos de la ración y proporciona compuestos bioactivos. Estos últimos benefician la calidad del producto y la salud de los consumidores. Un ejemplo concreto de esta utilidad se da en España, en donde el 3% del orujo proveniente de la industria vitivinícola español se destina a alimentación animal (Sitio argentino de producción animal, 2014). Siendo su principal aplicación para rumiantes en etapa de mantenimiento.

En síntesis, el orujo de uva es sin lugar a duda un producto en abundancia. Sin embargo, está comprobado que la dieta de los bovinos no puede consistir exclusivamente del mismo porque perdería peso dado a su pobre digestibilidad que sólo alcanza a alrededor de 30% de la materia seca. La aplicación en rumiantes es viable siempre y cuando este asociado a otras materias primas para suplir su bajo aporte nutricional y energético. Su valor como alimento está en los compuestos bioactivos y fenólicos, teniendo gran importancia sus propiedades antioxidantes.

En lo que refiere a su capacidad antioxidante existe evidencia científica que demuestra su efectividad pudiendo remplazar de esta forma el aporte de la vitamina E. Dicha sustitución no altera su rendimiento productivo o digestibilidad. Lo cual representa una gran ventaja dado que hoy en día la concientización de los consumidores sobre los productos está aumentando y con ello la exigencia sobre los aditivos en la carne. De esta forma el orujo se torna una fuente segura como antioxidante (Ariel R. Fontana, 2013).

Por lo tanto, siempre y cuando se complemente con otros productos, el mismo puede lograr un abaratamiento de costos en la dieta y como valor agregado el hacer uso de los compuestos bioactivos del orujo (Belmonte, 2014).

#### **Estudio Universidad nacional de la Pampa (Gutiérrez, 2017)**

La facultad de ciencias veterinarias de la UNLP hizo un estudio de evaluación económica de un sistema de recría a corral con la inclusión en la dieta de orujo de uva agotado en recría de bovina.

El mismo constó en dividir dos lotes, ambos con raciones isoenergéticas e isoprotéicas. Uno otorgarle un 30% de materia seca de orujo agotado y el otro sin la misma.

Si bien en el proyecto planteado se utilizaría el orujo de uva sin ser agotado, se puede tomar dicho estudio como referencia dado que tienen composiciones nutricionales similares. (Kenny, 2016)

Tabla 6 - Composición de dietas en base MS. Fuente: Gutiérrez, 2017

<b>Componentes</b>	<b>Dieta 1</b>	<b>Dieta 2</b>
<i>Maíz</i>	-	6,3%

<i>Pellet de soja</i>	12,6%	21,4%
<i>Ensilaje de maíz</i>	89,1%	41,3%
<i>Orujo agotado de uva</i>	-	30%
<i>Carbonato de calcio</i>	0,9%	0,6%
<i>Núcleos rumiantes</i>	0,1%	0,1%
<i>Sal</i>	0,3%	0,3%
<i>Costo por kilogramo de ración</i>	2,53\$	2,29\$

Los resultados del estudio fueron los siguientes:

*Tabla 7 - Resultados de dietas. Fuente: Gutiérrez, 2017*

Lotes	Peso de entrada (kg)		Peso de salida (kg)		Duración del encierre	Ganancia diaria en peso		Consumo (kg)	Consumo del peso	Eficiencia de conversión
	Media	DS	Media	DS		Media	DS			
L1 (sin orujo de uva)	105,9	26,1	185,4	25,8	122	0,65	0,23	4,21	2,89	6,48
L2 (con orujo de uva)	102,5	17	158,8	19,4	63	0,89	0,22	4,6	3,52	5,16

La ganancia diaria de peso fue muy superior en el lote que consumió la dieta con orujo de uva agotado, esto probablemente motivado por el mayor consumo (2,89% contra 3,52% kg MS\*PV-1). Esto se debe presumiblemente a la menor cantidad de fibra efectiva del orujo de uva, que podría haber afectado el grado de distensión ruminal y, por lo tanto, el consumo.

También se hace diferencia entre la recría corta, entrando a los 260kg y la recría larga 170ks. Destacando que su rentabilidad se ve reflejada en mayor medida con la recría larga, también conocida como liviana. (Gutiérrez, 2017)

### **Estudio Universidad de Cuyo (Fabio Tacchini, 2016)**

La facultad de ciencias agrarias con la universidad de Cuyo estudió el uso sustentable de los recursos naturales para la producción ganadera mendocina. En el mismo se exponen las implicancias nutricionales del orujo de uva destilado, entre otros y un caso de estudio para la evaluación de su factibilidad para una dieta de mantenimiento.

Se alimentó con subproductos en los que se encontraba el orujo de uva a vacas de cría preñadas durante 208 días incluyendo con un periodo de adaptación.

El estudio concluye que fue factible alimentar a las vacas de cría con una dieta consistente en un 80 % de subproductos (costo total de \$1,12 por kg de dieta), sin prácticamente pérdida de estado corporal en 208 días, llegando los animales a un parto normal.

En el mismo se indica que está comprobada su aceptación hasta en el 40%MS en la dieta, recomendando la dieta principalmente como mantenimiento. Destaca que en recría puede llegar a mejorar el valor biológico de las proteínas, aunque sin superar un 10% de la dieta y en etapas de terminación su valor está en mejorar el valor biológico y mejorar la estabilidad oxidativa, aunque no debe superar el 7% si se usa orujo de uva tinta. Este último es debido a que los tenores taninos de la uva son estabilizadores del proceso de maduración.

Un importante componente del orujo de uva tinta son los taninos, el cual no parece poder degradarse a nivel rumial por lo que puede ser tanto beneficioso como perjudicial. Estos son astringentes, eso significa que le puede producir sensaciones de sequedad, aspereza o incluso amargor. En términos simplificado, esto puede ser un limitador de consumo. Aunque para recría puede ser beneficioso ya que evita los atracones o en el caso de terminación, donde el índice de conversión de alimento comido por kilo aumentado es muy alto por lo que se busca bajar el consumo. (Fabio Tacchini, 2016)

### **Estudio sobre la mitigador de emisiones de metano (N. Di Lorenzo, 2015)**

La emisión de metano es un proceso esencial para un proceso rumial saludable, por eso se lo conoce como un mal necesario, dado a que requiere de emitir estos gases de efecto invernadero en pos de producir el ciclo digestivo del rumiante. Sin embargo, se han hecho esfuerzos para intentar manipular la fermentación con el objetivo de reducir la metanogénesis sin afectar la productividad animal.

El orujo de uva es un potencial mitigador de las emisiones de metano entérico (Ariel R. Fontana, 2013). En un estudio se suministró a vacas lecheras, en forma de pellet o ensilado y se comparó contra un concentrado comercial. La producción de metano fue de 470, 375, y 389 g/vaca/día para las dietas de concentrado, pelletizado y ensilado, respectivamente. La producción de metano se redujo en un 23% con el uso de pellets de orujo, y en un 18% con el orujo ensilado. Estas reducciones en las emisiones de metano se asociaron con cambios en las comunidades ruminales de bacteria y arquea. (N. Di Lorenzo, 2015)

### **3.3.4. Volumen de ventas**

El mercado al cual se busca abastecer con pellet de orujo de uva es el feedlot. Esta elección se basó en la viabilidad de emplear este alimento en esta fase y en la concentración de ganado que se da en estos espacios siendo el alimento uno de los puntos claves. Esto permitiría una optimización en el transporte y asegura que el cliente cuente con el equipo específico para mezclar y dosificar el alimento. Por todo lo expuesto, el volumen de ventas se fijó a partir de la demanda de los Feedlot.

Si la materia prima se obtiene de los viñedos y se vende a los Feedlots se pretende establecer una sinergia en cuanto a la ubicación, dado que el transporte es uno de los factores claves dentro de la rentabilidad del proyecto.

En la siguiente imagen se puede visualizar la cantidad de vacas según la provincia:

Tabla 8 - Stk Bovino. Fuente: Gobierno Argentino, 2020.

Diferencias de Existencias Bovinas por Categoría - 2019 vs. 2018										
	Vacas	Vaquillonas	Novillos	Novillitos	Terneros	Temeras	Toros	Torititos	Bueyes	Total
Stock 2018	23.761.521	7.550.894	2.691.780	3.980.113	7.149.035	7.468.772	1.078.377	238.471	10.156	53.929.119
Diferencia en cabezas	-127.988	-131.085	-85.568	199.789	87.349	77.646	-21.741	18.639	-352	16.689
Variación %	-0,5%	-1,7%	-3,2%	5,0%	1,2%	1,0%	-2,0%	7,8%	-3,5%	0,0%

Distribución de Existencias Bovinas por Categoría - Marzo 2019										
Provincia	Vacas	Vaquillonas	Novillos	Novillitos	Terneros	Temeras	Toros	Torititos	Bueyes	Total
BUENOS AIRES	8.375.806	2.321.588	607.346	1.109.019	3.050.149	3.231.435	343.212	88.349	1.758	19.128.662
CATAMARCA	112.173	44.422	10.827	23.447	38.503	26.099	8.102	619	455	264.647
CHACO	1.238.340	335.503	97.725	171.788	303.250	314.897	65.307	23.499	281	2.550.590
CHUBUT	99.392	28.717	8.268	11.483	34.952	37.729	6.035	860	459	227.895
CÓRDOBA	1.916.491	779.266	250.556	478.549	635.382	654.093	77.342	20.872	111	4.812.662
CORRIENTES	2.125.695	723.397	223.386	290.444	458.840	525.898	112.042	2.175	8	4.461.885
ENTRE RÍOS	1.831.495	561.222	312.498	399.081	528.932	536.947	80.547	20.990	3	4.271.715
FORMOSA	797.878	273.939	68.857	147.238	209.810	195.624	41.745	6.234	335	1.741.660
JUJUY	48.265	22.693	8.699	12.010	13.192	10.806	3.871	360	25	119.921
LA PAMPA	1.440.733	382.811	270.030	327.852	407.307	403.547	52.164	13.980	109	3.298.533
LA RIOJA	88.789	29.080	4.923	9.082	22.771	22.849	5.347	440	32	183.313
MENDOZA	259.512	54.220	13.035	19.261	54.506	56.703	15.810	1.982	55	475.084
MISIONES	179.718	66.500	17.658	32.046	39.604	42.291	9.903	757	4.744	393.221
NEUQUÉN	107.871	26.079	3.401	9.688	20.301	28.436	5.989	1.139	433	203.337
RÍO NEGRO	346.151	65.819	10.841	24.072	88.132	110.555	16.214	6.595	87	668.466
SALTA	530.376	256.589	104.837	141.786	163.500	148.645	30.600	18.872	225	1.395.430
SAN JUAN	22.022	6.952	2.363	2.500	7.416	6.457	1.662	19	0	49.391
SAN LUIS	772.606	244.136	90.351	125.089	179.675	190.806	36.857	11.127	103	1.650.750
SANTA CRUZ	57.866	14.427	3.415	4.329	9.008	13.980	3.041	596	8	106.670
SANTA FE	2.513.450	895.359	397.007	651.971	726.413	773.429	100.545	23.456	212	6.081.842
SANTIAGO DEL ESTERO	678.942	250.754	87.447	171.781	215.430	191.945	34.400	10.655	161	1.641.515
TIERRA DEL FUEGO	24.546	5.319	3.531	1.394	6.132	7.512	1.407	138	0	49.979
TUCUMÁN	65.416	31.017	9.211	15.992	23.179	15.735	4.494	3.396	200	168.640
<b>Total general</b>	<b>23.633.533</b>	<b>7.419.809</b>	<b>2.606.212</b>	<b>4.179.902</b>	<b>7.236.384</b>	<b>7.546.418</b>	<b>1.056.636</b>	<b>257.110</b>	<b>9.804</b>	<b>53.945.808</b>

El mercado ganadero en Argentina es grande, sin embargo, el foco está en los feedlot dado que ellos son los principales clientes del proyecto. Se debe poder ubicar cuales son los puntos de más consumo. La provincia de Buenos Aires concentra el mayor porcentaje habilitados en forma definitiva para poder exportar, alcanzando el 63% de los mismos. Luego se ubican Santa Fe, con el 15%, y Santiago del Estero con el 7%. (Valor Carne, 2019)

Se estima que para alimentar a un novillo en terminación se requieren entre 45 y 60 kg/día aproximadamente. En la dieta de mantenimiento se podría contemplar un 7% de pellet de orujo de uva, entonces se estima que se requieren 24,5kg de pellet de orujo de uva por semana por cabeza. Un feedlot de 1000 cabezas requerirá aproximadamente 108,5 toneladas por mes lo que significa 1.300 ton anuales.

Se debe tener en cuenta que por lo general estos lugares optan por tener una dieta equilibrada y constante a lo largo de los meses, por lo cual representa un desafío para este producto dado que es estacionaria la producción de vino, concentrándose en un solo trimestre del año.

Paralelamente al estudio de los feedlot están los viñedos, los cuales están ubicados en casi un 70 % en Mendoza, teniendo producciones más reducidas en San Juan y otras provincias. Por lo tanto, necesariamente la materia prima se debe obtener desde Mendoza y los feedlot cercanos a ella serán los más importantes para este proyecto para reducir los costos de transporte.



### 3.4. Caracterización de los potenciales clientes.

#### 3.4.1. Feedlots de ganado bovino

Un feedlot de bovinos para carne es un área confinada con comodidades adecuadas para una alimentación completa con propósitos productivos. Esta definición no incluye encierres temporarios para destetar terneros, encierres por emergencias sanitarias, climáticas, u otros encierres transitorios. Las instalaciones para acopio, procesado y distribución de alimentos se las considera parte de la estructura del feedlot (Sweeten, 2000; NSW Agriculture, 1998).

El engorde a corral con suplementación alimentaria apareció como un complemento para aumentar la receptividad del suelo, incrementar la productividad de los establecimientos agropecuarios y disminuir la incidencia del costo financiero, dado el incremento en los precios de la tierra.

La cámara argentina del feedlot asegura que más del 75% de la faena proviene de feedlot. (ON24, 2020). Por otro lado, indica que: *“el engorde a corral se ha consolidado como el principal abastecedor de la demanda del mercado interno, generando el sostenimiento del mismo. Prueba de ello, es el aumento de la faena total que en marzo se ubicó en 1,093 millones de cabezas, superando en un 7,2% el nivel de marzo de 2019; y la producción de carne que alcanzó las 243 mil toneladas, un 5,4% superior al nivel de igual mes del año pasado. (Datos el Informe de Cicra).”* (ON24, 2020)

#### 3.4.2. Características de un feedlot

El engorde a corral (feedlot) consiste en el confinamiento y alimentación intensiva de bovinos para un mejor aprovechamiento del alimento, optimización del engorde y mejora de la disponibilidad de animales con peso apto para la comercialización. Para ello se mantiene el ganado vacuno confinado en corrales sin cobertura vegetal por un período mayor a 90 días.

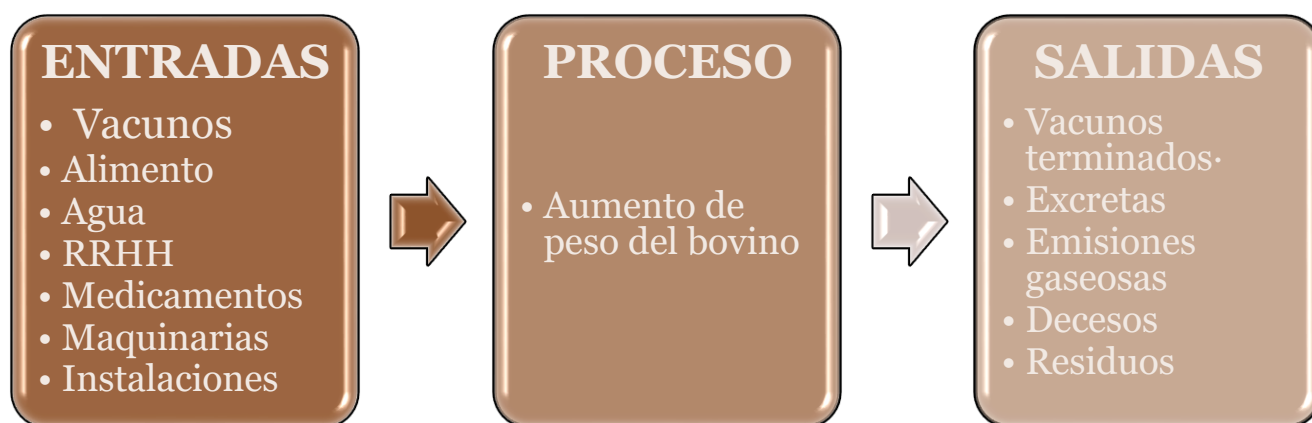


Ilustración 4 - Proceso de un Feedlot. Elaboración propia

En la Argentina se llevan a cabo dos tipos de producción de engorde a corral: El engorde de hacienda propia y el servicio de hotelería. El primero consta de engordar animales propios de la empresa dueña del feedlot, y la “hotelería” es un servicio ofrecido por los establecimientos de mucha capacidad, en donde se provee el engorde de hacienda ajena.



Ilustración 5 – Feedlot. Fuente: MOTIVAR 2019.

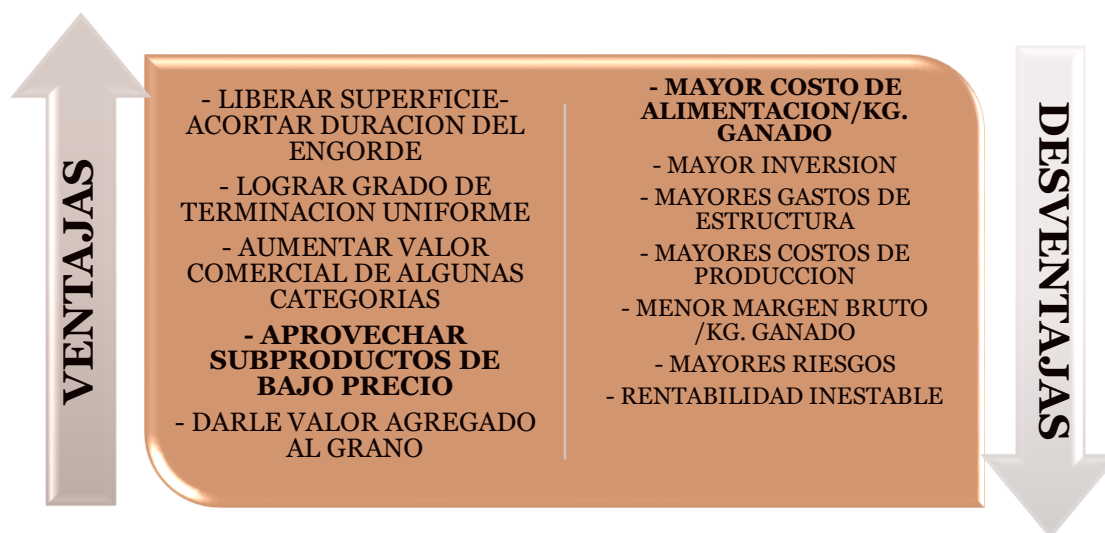


Ilustración 6 - Ventajas y desventajas del sistema de engorde a corral. Fuente: elaboración propia con datos de: (DE LA ORDEN, 2020)

### Alimentación

La composición del alimento a utilizar es el componente central de la definición del costo. Las dietas pueden variar en su grado de complejidad yendo de las más simples que sólo son ingredientes utilizados como ingresan al campo y mezclados por el mismo productor, hasta aquellas en las que el productor procesa los ingredientes (comúnmente los granos) e incluso compone su propio núcleo vitamínico y mineral. La mayoría de los planteos actuales en la región prefieren las mezclas simples donde en el campo se mezcla el grano (molido, aplastado o entero) con un concentrado proteico que a su vez aporta algo de fibra (concentrados comerciales, o subproductos de la industria aceitera como el expeller de girasol, el expeller de soja o de semilla de algodón) y con un núcleo vitamínico y mineral que provee los macro y micro minerales), a los



que se suma una fuente de fibra en rollo o heno (ofrecido entero, desmenuzado o molido). A veces se agrega urea para reducir la necesidad de harinas proteicas (expellers de girasol, soja, etc.)

### *Costos básicos del Feedlot*

Uno de los mayores indicadores de la eficiencia y conveniencia del engorde a corral es el índice de conversión de kg de alimento en kg de engorde del ganado. El equipamiento mencionado conlleva una inversión inicial cuya rentabilidad depende del precio de venta de los animales. Por este motivo se prestar mayor importancia al costo que representa el alimento para consumo del ganado. Cualquier reducción que se pueda realizar en este insumo sin perder los beneficios del engorde intensivo, desembocará en beneficio y en un aumento de la rentabilidad del negocio del engorde a corral.

La eficiencia de conversión está muy ligada a la categoría animal. Como ya se ha explicado, los animales jóvenes tienen eficiencias mayores que los más grandes. En el novillo el negocio es menos atractivo y muy sensible al precio del novillo al ingreso. En esta categoría la eficiencia de conversión rondará entre el 8 y el 9 a 1 (o sea 8 a 9 kg de alimento por kilo de aumento de peso producido), cuando en terneros o vaquillonas las eficiencias de conversión pueden estar en el 4,5 a 5,5 a 1.

Se ha estudiado un caso ejemplo presentado por el Médico Veterinario Emanuel Muñoz (MP 3062), y titulada “El negocio actual de la recría y terminación a corral”, disponible en UFarm University. Allí se realiza un desagregado de los costos evidenciando que el 80% corresponde al alimento y por otro lado demuestra el alto impacto del coeficiente de conversión de Materia seca (MS) en los costos de las fases de recría y terminación por consecuencia, en la rentabilidad del negocio de engorde. Es decir, lo que más acaba impactando en la ganancia es el alimento y la conversión de este en carne.

## Ubicación

En el momento de determinar la ubicación de un Feedlot, es importante considerar la disponibilidad de agua en la zona, para poder planificar el abastecimiento, almacenaje y distribución en base a la calidad, cantidad de este recurso.

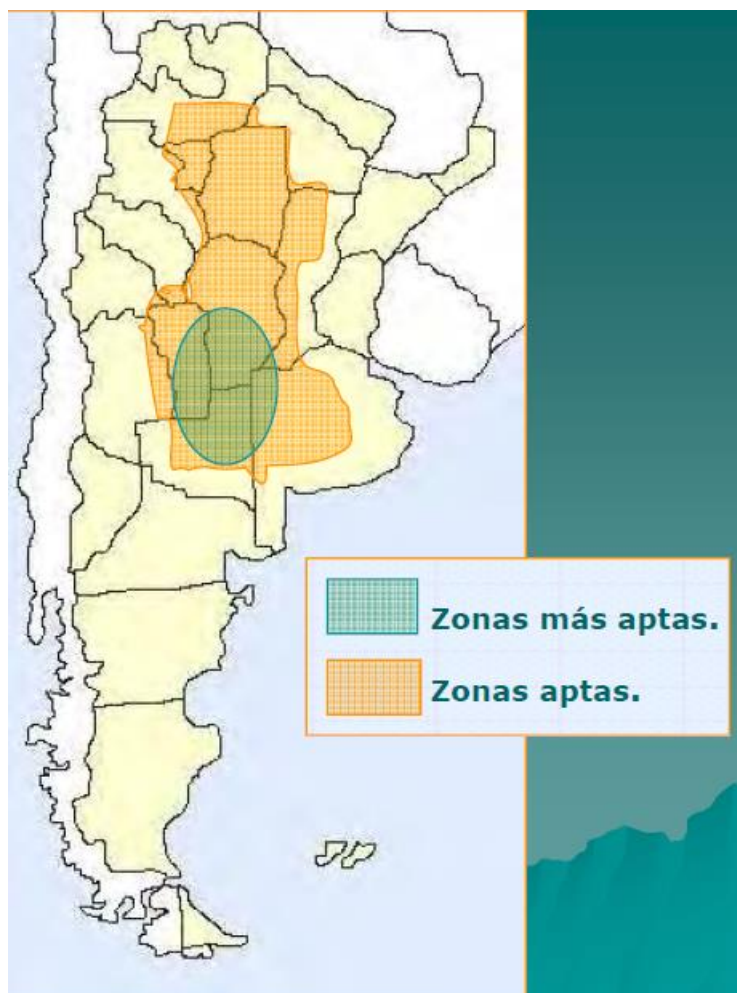


Ilustración 7 - Zonas aptas para engorde a corral. Fuente: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar), 2020.

Otro aspecto importante son las condiciones de la tierra y el contexto en el que se encuentra la ubicación, considerando pendientes, distancia a civilizaciones, rutas, accesos, distancia a insumos, invernada y mercado de carne.

Planificar en base a la distancia a civilizaciones, asentamientos rurales o ciudades es importante para la sostenibilidad del establecimiento en el tiempo, ya que existen reglamentaciones provinciales que fijan distancias mínimas de distancia entre Feedlot y pueblo. En el caso de Santa Fe, a modo de ejemplo, la Resolución N.º 0023/09 establece las distancias mínimas a zonas urbanas o suburbanas en función del número de animales.

### 3.5. Análisis de la competencia

Es ampliamente aceptado que Argentina tomó como punta de lanza al sector agrícola-ganadero como su oportunidad de exportar materias primas aprovechando su diversidad de clima y extenso terreno con riqueza de suelos y condiciones de altura o topografía.

El mercado de alimentos para animales es, desde sus comienzos como industria, una oportunidad para el aporte de valor directo a la producción agrícola. La creación de una industria de alimento ganadero surge, como la mayoría de las innovaciones aplicadas al sector agropecuario, de la necesidad de incrementar la producción o mejorar la calidad del producto para exportación. La tecnificación o avance tecnológico que se incorpora casi naturalmente en otras industrias, no se observa en los ámbitos relacionados al campo.

Otro aspecto que contribuyó al desarrollo de la industria alimentaria de animales para consumo humano fueron los requerimientos legales que se presentaron en el transcurso de los años. Específicamente en Argentina, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) es el encargado de ejecutar las políticas nacionales en materia de sanidad y calidad animal y vegetal e inocuidad de los alimentos de su competencia, así como de verificar el cumplimiento de la normativa vigente en la materia.

Tabla 9 – Ejemplos de dietas altas en energía.

Ingredientes	Dieta A	Dieta B	Dieta C
Maíz	78.18	68.0	66.0
Ens. Maíz	12.0	8.0	8.0
Melaza	0.75	-	-
H. soya	6.50	5.8	-
Soya integral	-	16.0	24.0
Urea	0.63	-	-
Calcio	1.26	1.50	1.50
Sal	0.30	0.50	0.50
Cloruro de potasio	0.23	-	-
Azufre	0.0202	0.0202	0.0202
Vit/min	0.10	0.10	0.10
Monensina Sódica	0.02	0.02	0.02
Tilosina	0.01	0.01	0.01
Total	100%	100%	100%

#### RESULTADOS ESPERADOS APROXIMADOS CON ESTAS DIETAS

Días en el feedlot = 134

Ganancia Diarias = 1.62 Kg /día

Consumo diario = 10 Kg /día

Conversión = 6.25

**NOTA:** estos parámetros pueden variar con la genética de los animales, temperatura ambiental, enfermedades y manejo y calidad del alimento.

Tabla 10 - Ejemplo de dietas bajas en energía

Ingredientes	Dieta A	Dieta B	Dieta C
Gallinaza	64	50	45
Sorgo	-	15	15
Afr. trigo	-	15	-
Afr. Arroz	-	-	20
Agua	21	5	5
Melaza	12	12	12
Sal	2	2	2
Calcio	1	1	1
Vit/min	0.10	0.10	0.10
Total	100%	100%	100%

Las composiciones de dietas de las tablas anteriores son casos a modo de ejemplo, ya que cada feedlot en realidad cumple con una composición o mezcla de ingredientes particular. Las proporciones se toman primero con un valor nominal y luego se van ajustando de acuerdo con la respuesta de los animales y su progreso de peso en el tiempo.

En este trabajo en particular, nos ocuparemos de desarrollar un proceso que interconecte la producción desechos de la industria vínica con la alimentación de rumiantes en Feedlot. Se tomarán como referencia viñedos de la provincia de Mendoza, y se tomará como cliente al Feedlot SERBEEF, ubicado en San Luis, a 300 km de la ciudad de Mendoza (capital). La alimentación actual del feedlot **SERBEEF** (en distintos porcentajes según la dieta que corresponda) es una mezcla de los siguientes componentes:

- Gluten feed
- Burlanda de maíz
- Heno de alfalfa
- Silo de maíz
- Cascara de maní
- Maíz grano partido
- Premezcla mineral

Esta dieta es un ejemplo de la variedad de alimentos incluidos en la dieta de bovinos en las distintas etapas del engorde. Retomando la perspectiva de este trabajo, el orujo de uva podría, en mayor o menor medida, reemplazar al heno (rollo o fardos) y otros alimentos de calidad intermedia o baja que aporten fibra como ser los silajes de planta entera (ej. Silaje de Maíz, silaje de pasturas o alfalfa, silajes de ryegrass, avena o cebada)

El Orujo de uva es, sin dudas uno de los subproductos agroindustriales más abundantes, pero su valor nutritivo es bastante bajo, debido a su pobre digestibilidad que sólo alcanza a alrededor de 30% de la materia seca. (Mayer, 2014)

Tabla 11 - Composición del orujo de uva y aceituna. Fuente: (Mayer, 2014)

I Análisis (%)	Orujo de Aceituna*	Orujo de Almendra	Orujo de uva**
Materia Seca	91.4		89.7
Cenizas	3.2		8.8
Materia Orgánica	88.2		80.9
Proteína Cruda	6.5		10.7
Extracto etéreo	19.7		7.2
Fibra Cruda	28.0		24.9
Extr. no nitrogenado	33.8		37.9
<b>II Digestibilidad (%)</b>			
Materia Seca	44.0		28.3
Materia Orgánica	45.1		30.4
Proteína Cruda	48.0		31.3
Extracto etéreo	64.3		74.2
Fibra Cruda	16.1		10.7
Extr. no nitrogenado	52.6		33.7

### Precio de los otros productos para consumo

Tabla 12 - Costos de alimentos más utilizados. (Luna)

Alimento	Tal Cual Us\$/Tn	MS Us\$/Tn	MS %	PB %	FDN %	EM Mcal/kg
Silo de Maíz	28	93	30	8,2	48,0	2,53
Rollo de Pastura	55	61	90	12,0	50,8	2,20
Cáscara de Maní	57	64	90	12,0	64,0	1,02
Maíz Entero	180	209	86	9,8	9,0	3,20
Maíz Partido	186	216	86	9,8	9,0	3,20
Pellet de Girasol	180	200	90	33,0	36,4	2,50
Soja Entera	349	406	86	38,0	22,6	3,40
Urea	404	404	100	281	-	-
Núcleo	474	474	100	-	-	-

## 4. Factibilidad Económica y Financiera

### 4.1. Análisis económico y financiero

#### 4.1.1. Inversiones del proyecto

A continuación, se analiza la inversión necesaria, cuáles son los costos tanto fijos como variables, los ingresos que se generarán y la rentabilidad del proyecto en base a los datos recopilados con la investigación y el análisis efectuados tanto en el presente apartado como en el referente a los equipos tecnológicos necesarios para llevar este proyecto a cabo.

Se debe tener en cuenta que todos los valores están expresados en dólares estadounidenses tomando la referencia del Banco central de la Republica argentina, con un tipo de cambio oficial de: 70,25 ARS/USD. Este valor fue tomado el día 28 del mes de mayo de 2020.

#### *Inversión inicial*

##### **Equipos del proceso**

Se detallan los equipos necesarios para el proceso de elaboración de pellets y sus respectivos costos. Todos los equipos están valorizados con precios de mercado en dólares y sin considerar el IVA.

Tabla 13 - Inversión en equipos

Etiquetas de fila	Suma de Total
1-Succionadora	USD 5.079
2-Tolva de alimentación	USD 2.570
3-Tornillo sin fin	USD 2.770
4-Alimentador peletizadora	USD 10.936
5-Peletizadora	USD 82.851
6-Cinta de cangilones	USD 4.290
7-Cinta de cangilones (ZL)	USD 4.290
8-Enfriador a contraflujo	USD 10.936
9-Zaranda de impacto	USD 10.468
10-Sistema de recolección de polvo	USD 5.079
11-Grua	USD 24.063
12-Plataforma base	USD 10.159
<b>Total general</b>	<b>USD 173.491</b>
<b>Total en Pesos</b>	<b>\$ 12.187.839</b>

**Rodados y equipos auxiliares***Tabla 14 - Rodados y equipos auxiliares*

Etiquetas de fila	Suma de Total
1-Camion	USD 100.000
2-Grupo electrógeno	USD 20.000
3-Plataforma de sujeción de los equipos	USD 2.000
4-Compresor	USD 7.117
5-Comando con PLC	USD 2.000
6-Herramientas manuales varias	USD 221
7-Medidor de humedad	USD 557
<b>Total general</b>	<b>USD 131.896</b>
<b>Total en Pesos</b>	<b>\$ 9.265.724,24</b>

**Otros cargos diferidos***Tabla 15 - Otros cargos diferidos*

Etiquetas de fila	Suma de Total
1-Constitución de la empresa	USD 3.567
2-Puesta en marcha	USD 4.308
3-Capacitación	USD 1.762
4-Sistemas de información pre operativos	USD 141
5-Instalación de software y desarrollo de página web	USD 141
6-Consultoria	USD 2.000
7-Habilitaciones	USD 2.000
<b>Total general</b>	<b>USD 13.919</b>
<b>Total en Pesos</b>	<b>\$ 977.782,13</b>

Es necesario aclarar que para el cálculo de los imprevistos se consideró un 3% del total de equipos, rodados y equipos auxiliares y otros cargos diferidos.

## Total de la Inversión Inicial

Tabla 16 - Total inversión inicial

Etiquetas de fila	Total s/IVA	Incidencia
<b>1-Equipos</b>	<b>USD 173.491</b>	<b>52,75%</b>
1-Succionadora	USD 5.079	1,54%
2-Tolva de alimentación	USD 2.570	0,78%
3-Tornillo sin fin	USD 2.770	0,84%
4-Alimentador peletizadora	USD 10.936	3,33%
5-Peletizadora	USD 82.851	25,19%
6-Cinta de cangilones	USD 4.290	1,30%
7-Cinta de cangilones (ZL)	USD 4.290	1,30%
8-Enfriador a contraflujo	USD 10.936	3,33%
9-Zaranda de impacto	USD 10.468	3,18%
10-Sistema de recolección de polvo	USD 5.079	1,54%
11-Grua	USD 24.063	7,32%
12-Plataforma base	USD 10.159	3,09%
<b>2-Rod y equipos aux</b>	<b>USD 131.896</b>	<b>40,10%</b>
1-Camion	USD 100.000	30,41%
2-Grupo eléctrico	USD 20.000	6,08%
4-Compresor	USD 7.117	2,16%
5-Comando con PLC	USD 2.000	0,61%
6-Herramientas manuales varias	USD 221	0,07%
7-Medidor de humedad	USD 557	0,17%
3-Plataforma de sujeción de los equipos	USD 2.000	0,61%
<b>3-Cargos diferidos</b>	<b>USD 13.919</b>	<b>4,23%</b>
1-Constitución de la empresa	USD 3.567	1,08%
2-Puesta en marcha	USD 4.308	1,31%
3-Capacitación	USD 1.762	0,54%
4-Sistemas de información pre operativos	USD 141	0,04%
5-Instalación de software y desarrollo de página web	USD 141	0,04%
6-Consultoría	USD 2.000	0,61%
7-Habilitaciones	USD 2.000	0,61%
<b>4-Imprevistos</b>	<b>USD 9.579</b>	<b>2,91%</b>
Imprevistos	USD 9.579	2,91%
<b>Total general</b>	<b>USD 328.885</b>	<b>100,00%</b>

Tabla 17 - Resumen total inversión inicial

Etiquetas de fila	Suma de Total
1-Equipos	173.491 USD
2-Rod y equipos aux	131.896 USD
3-Cargos diferidos	13.919 USD
4-Imprevistos	9.579 USD
<b>Total general</b>	<b>328.885 USD</b>
<b>Total en Pesos</b>	<b>\$ 23.104.286</b>



Tabla 18 - Subtotal equipos y equipos auxiliares

Etiquetas de fila	Suma de Total
Subtotal Equipos	173.491 USD
Subtotal Equipos Auxilia	131.896 USD
<b>Subtotal</b>	<b>305.387 USD</b>
<b>Subtotal en Pesos</b>	<b>\$ 21.453.563</b>

### *Inversión en capital de trabajo*

Es la parte de la inversión que se destinará a financiar los desfases que normalmente se producen en todo proyecto entre la generación de ingresos y la ocurrencia de los egresos. El método más adecuado para este tipo de inversión es el de “acumulado máximo”, ya que busca incorporar los efectos de posibles estacionalidades. Para ello, se trabaja con flujos de caja proyectados mensualmente, tratando de determinar por diferencia entre ingresos y egresos, las necesidades mensuales de financiamiento de la operación.

Tabla 19 - Inversión en capital de trabajo

Mes	1	2	3	4	5	6
Ingresos	0	0	57750	57750	57750	57750
Egresos	-45344	-45344	-45344	-45344	-45344	-45344
Saldo	-45344	-45344	12406	12406	12406	12406
<b>Saldo acumulado</b>	<b>-45344</b>	<b>-90687</b>	<b>-78281</b>	<b>-65875</b>	<b>-53469</b>	<b>-41062</b>
7	8	9	10	11	12	Mes-
57750	57750	57750	57750	57750	57750	Ingresos
-45344	-45344	-45344	-45344	-45344	-45344	Egresos
12406	12406	12406	12406	12406	12406	Saldo
<b>-28656</b>	<b>-16250</b>	<b>-3843</b>	<b>8563</b>	<b>20969</b>	<b>33375</b>	<b>Saldo acumulado</b>

El análisis realizado en la Tabla 19 de Inversión en capital de trabajo consiste en evaluar en forma mensual los ingresos y egresos que existirán para poder definir el monto de dinero necesario para poder cubrir los gastos que, por falta de ingresos durante los primeros meses donde se llevará a cabo la construcción de la planta, no podrán ser cubiertos. Dado que estos gastos deberán ser afrontados al final de cada mes, es necesario incorporar este monto al crédito solicitado para la construcción de la planta. El monto definido en la línea de egresos, corresponde a los costos totales anuales definidos en el apartado Costos totales, Tabla 33, dividido 12 meses para prorratearlo mensualmente.

Utilizando el método de acumulado máximo para este análisis y considerando que se comenzarán a percibir ingresos a partir del tercer mes, el capital de trabajo requerido para cubrir los gastos de los primeros meses donde no existan ingresos es de USD 90.687, tal lo señalado en la celda remarcada. Este valor se lo tiene en cuenta en la tabla de Flujo de caja del proyecto a 10 años, donde se ve que es parte del crédito solicitado para la construcción de la planta, el cual es un monto que se inyecta en el período cero.

#### **4.1.2. Costos del proyecto**

##### *Costos fijos*

A continuación, se detallarán todos los costos fijos que implica el proyecto. En particular, se describirá como se componen los costos de: mano de obra indirecta, servicios tercerizados, depreciaciones, amortizaciones y otros gastos.

### Mano de obra indirecta

Se muestra la composición salarial, incluyendo el sueldo bruto según convenio colectivo de trabajo o fuera de convenio, las contribuciones del empleador, los aportes del empleado, el sueldo anual complementario, la provisión por despido y el sueldo neto.

Para los responsables de cada área se busca que exista un equilibrio de responsabilidades/sueldo y entre empleados de iguales responsabilidades.

Para quienes no están fuera de convenio, tanto en mano de obra directa como en la mano de obra indirecta, se adoptará el Convenio Colectivo de Trabajo de la Industria de la Alimentación N°244/94 por sus similitudes en las tareas y responsabilidades de los puestos.

Los aportes, es aquel porcentaje del sueldo bruto que el empleado debe aportar al sistema. Las contribuciones, son el porcentaje del sueldo bruto que el empleador debe aportar al sistema.

Ambos se rigen según:

- Jubilación SIJP (Ley 24241)
- INSSJP Instituto Nacional de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados
- (Ley 19032)
- Obra Social (Ley 23660);
- Administración Nacional del Seguro de Salud (Ley 23660)
- Asignaciones Familiares (Ley 24714)
- Riesgos del Trabajo (24557)
- Fondo Nacional de Empleo (Ley 24714)

Tabla 20 - Aportes y Contribuciones

Descripción	Aportes del trabajador	Contribuciones del empleador
<b>Régimen Nacional de la Seguridad Social</b>		
<b>SIJP – Jubilación</b>	11%	10%
<b>INSSJP</b>	3%	2%
<b>Asignaciones Familiares</b>	-	4%
<b>Fondo Nacional de Empleo</b>	-	1%
<b>Régimen Nacional de Obras Sociales</b>		
<b>Obra Social + ANSSAL</b>	3%	6%
<b>Total</b>	17%	23%

El sueldo anual complementario implica que el empleador abonará un total de 13 sueldos brutos por año, más sus correspondientes contribuciones.

La provisión por despido es una decisión de la empresa, que busca tener un respaldo económico por un eventual despido. Vale igual que el sueldo bruto mensual.

Tabla 21 - Salarios en pesos - Mano de obra indirecta

Puesto	Sueldo bruto mensual	Aportes 17%	Contribuciones 23%	Sueldo neto mensual	Total neto anual	S.A.C.	Previsión por despido	Costo total anual
Responsable de Administración, Finanzas Y RRHH	\$ 50.000	\$ 8.500	\$ 11.500	\$ 41.500	\$ 738.000	\$ 61.500,0	\$ 50.000	\$ 849.500
<b>Total en USD</b>								<b>12.092 USD</b>

### Servicios tercerizados

La empresa definió que los siguientes servicios serán llevados a cabo por profesionales contratados de manera independiente.

Tabla 22 - Servicios tercerizados

Servicio	Costo mensual	Costo anual AR\$	Costo anual USD
Contabilidad	\$ 27.870,01	\$ 334.440,17	4.761 USD
Seguridad e Higiene	\$ 34.478,72	\$ 413.744,69	5.890 USD
<b>Total</b>			<b>10.650 USD</b>

### Otros costos fijos

En este caso se contemplan los costos incurridos por los seguros e impuestos del camión para transporte de la planta, los seguros de la mercadería transportada y gastos varios relacionados con la mano de obra.

Seguros: se considera el 3% de los bienes de uso.

Gastos varios: se considera un 10% del costo de mano de obra directa.

Tabla 23 - Otros costos fijos

Descripción	Porcentaje	Costo anual
Seguro camión + planta	3% Bienes de uso	9.162 USD
Seguro carga	3% Venta	20.790 USD
Gastos varios	10% Mano de obra directa	5.804 USD
<b>Total</b>		<b>35.756 USD</b>

### Mantenimiento y repuesto

Se considera el 5% del costo de equipos para gastos de mantenimiento y reparación de posibles fallas. Los valores de inversión se tomaron del apartado de Inversión en equipos y equipos auxiliares.

Tabla 24 - Costos de mantenimiento

Concepto	Inversión	Porcentaje	Costo anual
Equipos	173.491 USD	5%	8.675 USD
Equipos auxiliares	131.896 USD	5%	6.595 USD
<b>Total</b>			<b>15.269 USD</b>
<b>Total en Pesos</b>			<b>\$ 1.072.678</b>

## Depreciaciones

Tabla 25 - Depreciaciones

Etiquetas de fila	Inversion inicial	Vida útil (Años)	Tasa de depreciación	Cuota Anual	Valor de desecho
<b>3</b>	<b>USD 778</b>	<b>6</b>	<b>17%</b>	<b>USD 259</b>	<b>USD 195</b>
6-Herramientas manuales varias	USD 221	3	33%	USD 74	USD 55
7-Medidor de humedad	USD 557	3	33%	USD 186	USD 139
<b>5</b>	<b>USD 131.117</b>	<b>25</b>	<b>4%</b>	<b>USD 26.223</b>	<b>USD 32.779</b>
1-Camion	USD 100.000	5	20%	USD 20.000	USD 25.000
2-Grupo electrógeno	USD 20.000	5	20%	USD 4.000	USD 5.000
4-Compresor	USD 7.117	5	20%	USD 1.423	USD 1.779
5-Comando con PLC	USD 2.000	5	20%	USD 400	USD 500
3-Plataforma de sujeción de los equipos	USD 2.000	5	20%	USD 400	USD 500
<b>10</b>	<b>USD 173.491</b>	<b>120</b>	<b>1%</b>	<b>USD 17.349</b>	<b>USD 43.373</b>
1-Succionadora	USD 5.079	10	10%	USD 508	USD 1.270
2-Tolva de alimentación	USD 2.570	10	10%	USD 257	USD 643
3-Tornillo sin fin	USD 2.770	10	10%	USD 277	USD 693
4-Alimentador peletizadora	USD 10.936	10	10%	USD 1.094	USD 2.734
5-Peletizadora	USD 82.851	10	10%	USD 8.285	USD 20.713
6-Cinta de cangilones	USD 4.290	10	10%	USD 429	USD 1.073
7-Cinta de cangilones (ZL)	USD 4.290	10	10%	USD 429	USD 1.073
8-Enfriador a contraflujo	USD 10.936	10	10%	USD 1.094	USD 2.734
9-Zaranda de impacto	USD 10.468	10	10%	USD 1.047	USD 2.617
10-Sistema de recolección de polvo	USD 5.079	10	10%	USD 508	USD 1.270
11-Grua	USD 24.063	10	10%	USD 2.406	USD 6.016
12-Plataforma base	USD 10.159	10	10%	USD 1.016	USD 2.540
<b>Total general</b>	<b>USD 305.387</b>	<b>151</b>	<b>1%</b>	<b>USD 43.832</b>	<b>USD 76.347</b>
<b>Total Despues de 3er año</b>				<b>USD 43.573</b>	
<b>Total Despues de 5to año</b>				<b>USD 17.349</b>	

Cabe destacar que cuando hablamos de depreciación de un activo nos referimos a los activos fijos. En otras palabras ciertos recursos de una empresa, como el inmobiliario, la maquinaria, equipos informáticos, móviles, automóviles, etcétera, que van perdiendo valor y reflejan un gasto para la empresa.

Puntualmente para este análisis se considera cada una de las maquinarias involucradas en el proceso productivo, sin tener en cuenta sus repuestos.

## Cálculo del Valor de desecho

Para todos los equipos, rodados y equipos auxiliares del proceso se utilizó el método comercial considerando un valor residual igual al 25% del valor inicial al no haber más información disponible

## Amortizaciones

Se fijan en 5 los años para analizar e incorporar a los costos fijos totales la amortización anual de los cargos diferidos.

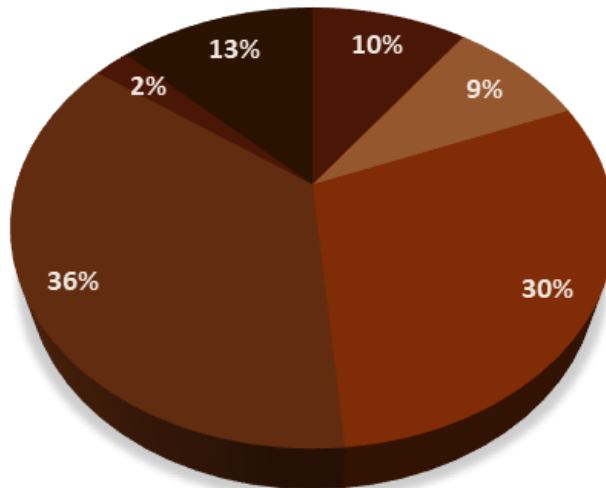
Tabla 26 - Amortizaciones de cargo diferido

Descripción	Valor	Años de amortización	Amortización
Constitución de la empresa	3.567 USD	5	713 USD
Puesta en marcha	4.308 USD	5	862 USD
Capacitación	1.762 USD	5	352 USD
Sistemas de información pre operativos	141 USD	5	28 USD
Instalación de software y desarrollo de página web	141 USD	5	28 USD
Consultoria	2.000 USD	5	400 USD
Habilitaciones	2.000 USD	5	400 USD
<b>Total</b>			<b>2.784 USD</b>

## Costo fijo total

Tabla 27 - Costo fijo total

Costo fijo	Costo anual	Incidencia
Mano de obra indirecta	12.092 USD	10,0%
Servicios tercerizados	10.650 USD	8,8%
Otros costos fijos	35.756 USD	29,7%
Depreciaciones	43.832 USD	36,4%
Amortizaciones	2.784 USD	2,3%
Mantenimiento y repuestos	15.269 USD	12,7%
<b>Total</b>	<b>120.384 USD</b>	<b>100%</b>



- Mano de obra indirecta
- Servicios tercerizados
- Otros costos fijos
- Depreciaciones
- Amortizaciones
- Mantenimiento y repuestos

Ilustración 8 - Costo fijo total

## Costos variables de producción

### Materia Prima

Para el cálculo del costo de la materia prima se tuvo en cuenta que, el orujo es entregado a quien lo retire, por lo que el valor del mercado prácticamente lo constituye el flete. En 2016, se estaba pagando aproximadamente 0,30 \$ por kg de orujo tal cual, puesto en establecimiento. A partir de ello y del precio del dólar de la fecha, se determina que el precio de orujo es de 20 U\$D por tonelada.

Por otra parte, se tuvo en cuenta que el requerimiento total de orujo de uva depende plenamente de la producción de pellets de orujo. Sin embargo, la relación entre ambas no es igual, ya que se diferencian entre sí por la materia seca que contiene cada producto. Esto desemboca en un cálculo de igualación de masas en donde el producto final solo tiene menor proporción de humedad.

Tabla 28 - Costo de materia prima

Materia prima	Cantidad (tn)	Costo (USD/tn)	Costo total anual
Orujo	10.395	20 USD	207.900 USD

### Insumos

Tomando como premisa la producción de 1 camión por día, se determinó que es preciso el uso de bolsones de 1 Tn para facilitar tanto el embolsado por parte de la peletizadora como la carga en el camión. Y a partir de la diversidad de bolsones que ofrece el mercado, recurrimos al uso de BigBag Rafia de 1x1x2m con una demanda de la producción anual de 6160 bolsones (22 por camión)

Tabla 29 - Costos por insumos

Insumo	Unidades	Costo unitario	Costo total
Big Bag Rafia 1X1X2m	6160	5,21 USD	32.093 USD

### Combustible

Para el cálculo de costo anual de combustible se tuvo en consideración el consumo de combustible tanto del proceso productivo como el transporte de este. De esta manera se obtuvo que el transporte del camión pelletizador tiene un consumo aproximado de 40 litros/hora. Por otra parte, el consumo del proceso productivo consume 32 litros/hora.

Tabla 30 - Costos de combustible

Equipo	Cantidad (litros/año)	Costo unitario	Costo total anual
Camión	22.400	0,97 USD	21.673,12 USD
Proceso	107.520	0,97 USD	104.030,96 USD
Total			125.704,08 USD

### Mano de obra directa

En la siguiente tabla se muestra la estructura salarial del personal destinado a producción:

Tabla 31 - Costos de mano de obra directa

Puesto	Sueldo bruto mensual	Aportes 17%	Contribuciones 23%	Sueldo neto mensual	Total neto anual	S.A.C.	Previsión por despido	Costo total anual
Operario	\$ 120.000	\$ 20.400	\$ 27.600	\$ 99.600	\$ 1.771.200	\$ 147.600,0	\$ 120.000	\$ 2.038.800
Operario	\$ 120.000	\$ 20.400	\$ 27.600	\$ 99.600	\$ 1.771.200	\$ 147.600,0	\$ 120.000	\$ 2.038.800
Total								\$ 4.077.600

Los porcentajes correspondientes a los aportes y contribuciones patronales fueron considerados según lo indica el convenio colectivo de trabajo para la industria de la alimentación y afines, al igual que el costo horario de mano de obra indirecta.

### Costo variable total

Tabla 32 - Costo variable total

Costo variable	Costo variable anual	Incidencia
Materia prima	207.900 USD	49,1%
Insumos	32.093 USD	7,6%
Combustible	125.704 USD	29,7%
MO directa	58.044 USD	13,7%
Total	423.741 USD	100%

A continuación, se presenta un gráfico de torta donde se muestra la incidencia de cada costo variable, con relación al costo variable total.

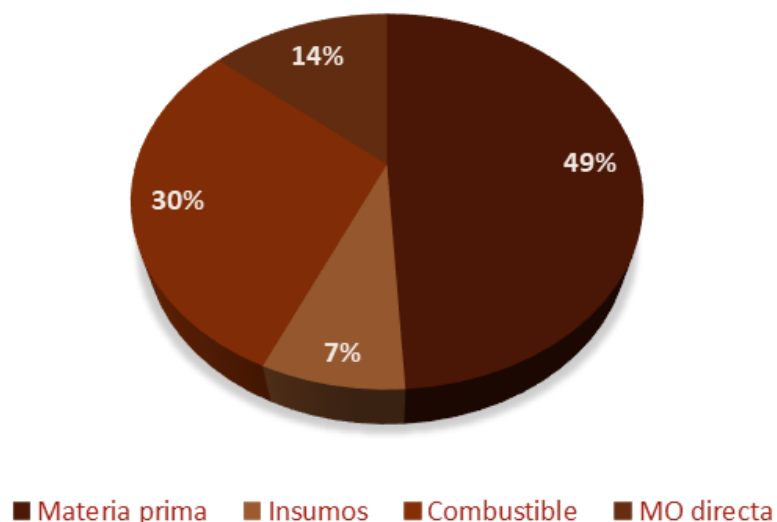


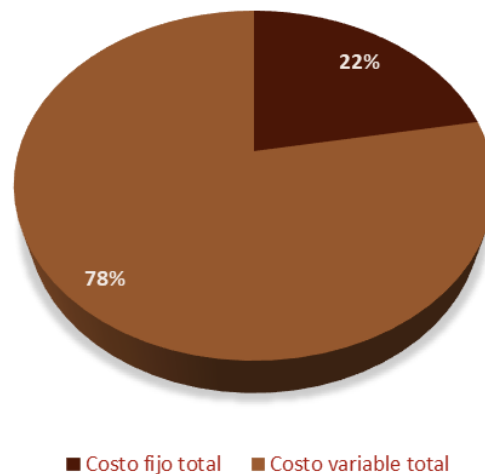
Ilustración 9 - Costo variable total

*Costos totales*

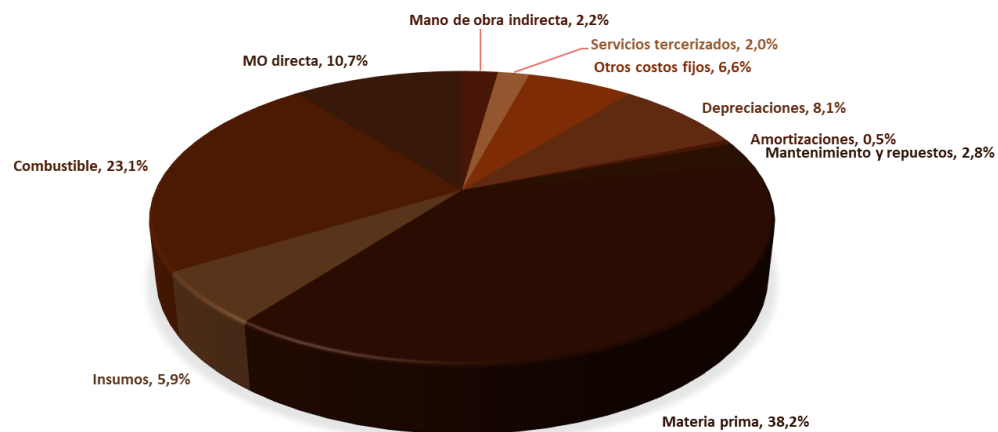
*Tabla 33 - Costo total anual*

Costo total anual		
Costo	Costo anual	Incidencia
Costo fijo total	120.384 USD	22,1%
Costo variable total	423.741 USD	77,9%
Total	544.125 USD	100%

Como se puede ver en la tabla anterior, el 19,4% de los costos son fijos, el resto corresponden a los variables. Esta proporción puede cambiar alterando algunas consideraciones como por ejemplo incluir en los costos fijos a la mano de obra directa. Haciendo el cambio mencionado, la incidencia de los fijos es mucho mayor sobre los variables. Otro cambio que se puede realizar en sentido inverso es incluir el seguro de la mercadería transportada dentro de los costos variables, en lugar de considerarlos como un coto fijo.



*Ilustración 10 - Costo total*



*Ilustración 11 - Incidencias en el costo total*



Según lo analizado, se puede asegurar que más del 38% de los costos provienen de la materia prima, en segundo lugar, el combustible utilizado tanto para el proceso productivo como para el transporte de la planta incide en más del 23%, le siguen en importancia la mano de obra directa.

### *Costo unitario del producto*

El costo unitario establece los valores ideales de todos los insumos y suministros requeridos para producir una unidad de producto. Esto incluye el costo de todos los insumos para elaborar los productos, la mano de obra y la parte correspondiente a los costos fijos, siempre referido a la unidad de venta.

*Tabla 34 - Costo unitario del producto*

<b>Producción anual (tn)</b>	<b>Costo total (USD)</b>	<b>Costo unitario (USD/tn)</b>
7.700	544.125 USD	70,67 USD

Tal como se observa en la tabla, considerando una producción anual de 7.700 toneladas de pellets, obtenemos que el costo unitario es de aproximadamente USD 70,73 por tonelada.

### 4.1.3. Construcción del flujo de caja

#### *Ingresos por ventas*

Para poder determinar el precio de venta por tonelada de pellets producida hay que tener presente el precio del producto al que pretendemos sustituir. Nuestras ventas serán exitosas siempre y cuando ofrezcamos un producto de calidad con un menor precio que los actuales alimentos utilizados. Si se cumplen ambas premisas estamos seguros de que este proyecto será exitoso. Después de consultar en varias fuentes disponibles, se adoptó como precio de venta 90 USD/tn.

Tabla 35 - Ingresos por ventas

Producción anual (tn)	Precio unitario (USD/tn)	Ingresos
7.700	90,00 USD	693.000 USD

#### *Contribución marginal*

La contribución marginal aporta en parte a absorber el costo fijo y en parte para contribuir con la utilidad bruta. Ésta se expresa en términos absolutos (USD/unidad) o como porcentaje del precio de venta.

Tabla 36 - Contribución marginal

Contribución Marginal	
Nominacion	Valores
Ingreso total anual	693.000 USD
Costo anual variable	- 423.741 USD
Contribución marginal	269.259 USD
Producción anual (tn)	7.700
CM unitaria (USD/tn)	34,97 USD

Es decir, la contribución marginal unitaria, para 7.700 toneladas de pellets producidas en términos absolutos es de 32,97 USD/tn.

La contribución marginal unitaria es la ganancia que se obtiene por cada tonelada de pellets vendida.

#### *Utilidad anual*

La utilidad anual se entiende, como la ganancia neta que queda de la venta del producto, es decir, que en este caso se restan los costos totales (costos fijos + costos variables).

Tabla 37 - Utilidad anual

Utilidad anual	
Nominacion	Valores
Contribución marginal	269.259 USD
Costo fijo anual	- 120.384 USD
Utilidad anual	148.875 USD

#### *Punto de equilibrio*

El punto de equilibrio es aquel nivel de actividad en el que la empresa ni gana ni pierde dinero, su beneficio es cero.

Así, por debajo de ese nivel de actividad la empresa tendría pérdidas, y si el nivel de actividad fuera superior, la empresa obtendría beneficios.

Para calcular el punto de equilibrio del proyecto se tiene en cuenta las ventas, el costo fijo total, los costos variables unitario, y el precio de venta unitario.

Tabla 38 - Punto de equilibrio

Punto de equilibrio			
Producción	tn		7.700
Precio venta	USD	USD	90
Costo variable unitario	USD/tn	USD	55
Costo fijo	USD	USD	120.384
Punto de equilibrio	tn		3.443
Porcentaje de equilibrio	%		45%
Ventas equilibrio	USD	USD	309.835

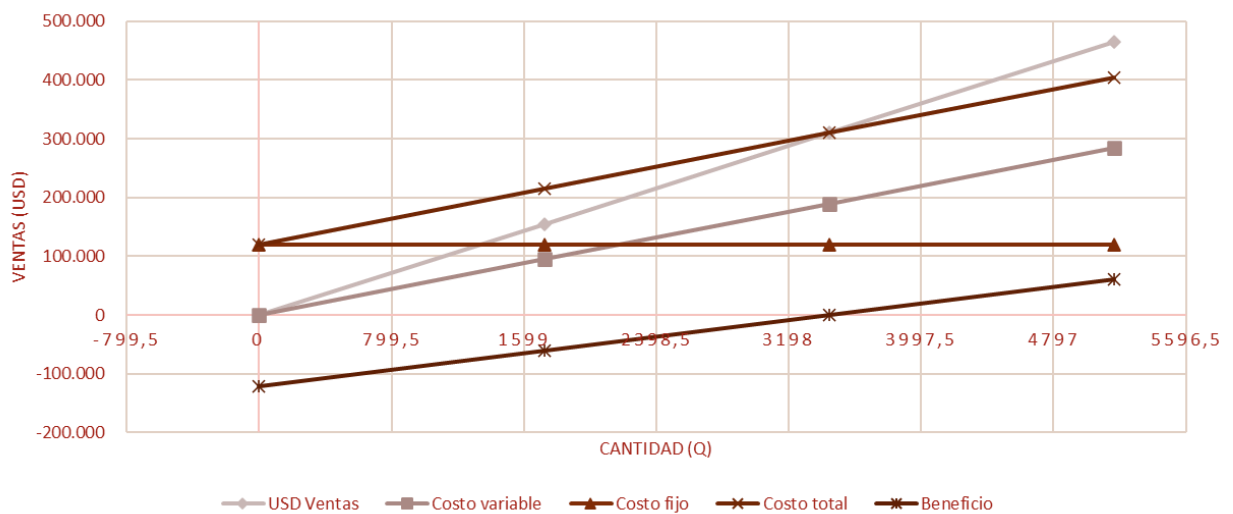


Ilustración 12 - Punto de equilibrio

### Financiamiento

Para afrontar la inversión inicial requerida para llevar a cabo este proyecto, se decidió que la mejor alternativa de financiamiento es la línea de crédito para inversión Mujeres que Lideran del Banco de Inversión y Comercio Exterior que depende del Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación Argentina.

Esta línea de crédito está orientada a PyMEs cuyo capital accionario tenga un porcentaje representativo correspondiente a mujeres, o que tengan mujeres en gerencias o áreas de decisión. Este crédito otorga el financiamiento del 100% del proyecto excluido el IVA con un monto máximo de hasta \$ 75.000.000 por empresa o grupo económico, cuyo destino sea financiar proyectos de inversión y la adquisición de bienes de capital muebles, registrables o no, en el marco de una decisión de inversión, destinados a las distintas actividades económicas comprendidas en los sectores productores de bienes y servicios. Comprende también el financiamiento de proyectos de reconversión y modernización productiva de los distintos sectores económicos que mejoren la competitividad en los mercados doméstico y externo.

El plazo máximo del crédito es de hasta 84 meses con un período de gracia de hasta 24 meses. La moneda del préstamo es pesos argentinos con una tasa Badlar Privada + 600 pb, con tope en 30% los dos primeros años y una bonificación de hasta 12% durante los primeros tres años.

Con estas condiciones, se han calculado las cuotas del crédito para un monto de inversión de \$ 29.475.113,7. Estas cuotas han sido consideradas en el análisis del flujo de caja en la Tabla del Flujo de caja del proyecto a 10 años.

Tabla 39 - Condiciones del crédito solicitado

Crédito	419.572 USD	USD
Crédito	\$ 29.475.114	ARS
Plazo	7 años	
Interés	30%	sobre saldos
Sistema de amortizacion	Frances	

Tabla 40 - Cálculo del crédito para la inversión

CALCULO CUOTAS DEL CREDITO	Cuota 1	Cuota 2	Cuota 3	Cuota 4	Cuota 5	Cuota 6	Cuota 7	Total
Capital	\$ 4.210.731	\$ 4.210.731	\$ 4.210.731	\$ 4.210.731	\$ 4.210.731	\$ 4.210.731	\$ 4.210.731	\$ 29.475.114
Interés	\$ 8.842.534	\$ 7.579.315	\$ 6.316.096	\$ 5.052.877	\$ 3.789.657	\$ 2.526.438	\$ 1.263.219	\$ 35.370.136
Total cuota	\$ 13.053.265	\$ 11.790.045	\$ 10.526.826	\$ 9.263.607	\$ 8.000.388	\$ 6.737.169	\$ 5.473.950	\$ 64.845.250
<b>Total cuota en DOLARES</b>	<b>USD 185.811</b>	<b>USD 167.829</b>	<b>USD 149.847</b>	<b>USD 131.866</b>	<b>USD 113.884</b>	<b>USD 95.902</b>	<b>USD 77.921</b>	<b>USD 923.059</b>

*Flujo de caja*

Se detalla a continuación el flujo de caja evaluado en un horizonte de 10 años.

*Tabla 41 - Flujo de caja del proyecto a 15 años*

	Flujo de caja										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		693.000	693.000	693.000	693.000	693.000	693.000	693.000	693.000	693.000	693.000
Costos de operación		-544.125	-544.125	-544.125	-544.125	-544.125	-544.125	-544.125	-544.125	-544.125	-544.125
Depreciaciones		-43.832	-43.832	-43.832	-43.573	-43.573	-17.349	-17.349	-17.349	-17.349	-17.349
Amortizaciones		-2.784	-2.784	-2.784	-2.784	-2.784	0	0	0	0	0
Crédito	419.572										
Ingresos brutos (4%)		-27.720	-27.720	-27.720	-27.720	-27.720	-27.720	-27.720	-27.720	-27.720	-27.720
Utilidad bruta	419.572	74.540	-111.271	-93.289	-75.048	-57.066	-10.078	7.904	25.886	103.806	103.806
Impuesto a las ganancias (35%)		-26.089	0	0	0	0	0	-2.766	-9.060	-36.332	-36.332
Depreciaciones		43.832	43.832	43.832	43.573	43.573	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349
Amortizaciones		2.784	2.784	2.784	2.784	2.784	0	0	0	0	0
Inversión en activos fijos	-328.885										
Inversión en capital de trabajo	-90.687										
Valor de desecho											76.347
I-E	0	95.067	-64.655	-46.673	-28.692	-10.710	7.272	22.487	34.175	84.823	161.170
<b>Flujo de caja acumulado</b>	<b>0</b>	<b>95.067</b>	<b>30.411</b>	<b>-16.262</b>	<b>-44.954</b>	<b>-55.664</b>	<b>-48.392</b>	<b>-25.906</b>	<b>8.269</b>	<b>93.093</b>	<b>254.263</b>

#### 4.1.4. Evaluación económica

##### *VAN y TIR*

Siendo:

$r$  = tasa de descuento.

$i_f$  = tasa libre de riesgo: Corresponde a la rentabilidad que se podría obtener a partir de un instrumento libre de riesgo. La tasa libre de riesgo por excelencia corresponde al rendimiento que ofrecen los bonos del tesoro de Estados Unidos, la cual varía entre 3,5 a 5 %.

Dado que tanto los costos, así como los ingresos del presente proyecto han sido considerados en dólares estadounidenses, debido a la variabilidad en el tipo de cambio y las fluctuaciones que ello genera en los costos, se ha considerado que la tasa de descuento será igual a la tasa libre de riesgo.

*Tabla 42 - Determinación de la tasa de descuento (r)*

Tasa libre de riesgo	0,05
Tasa de descuento (r)	5,0%

Como se puede observar en la tabla anterior donde se evalúa a 10 años, el proyecto arroja un valor actual neto que se visualiza en la siguiente tabla.

*Tabla 43 - VAN y TIR*

Tasa de descuento (r)	5,0%
VAN	156.095 USD
TIR	12,2%

El  $VAN > 0$  significa que la inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida ( $r$ ). La decisión por tomar es que el proyecto debería aceptarse.

La  $TIR > r$  significa que la rentabilidad del proyecto es mayor a la rentabilidad exigida por la tasa de descuento.

*Tabla 44 - VAN por año*

Año	VAN anual
0	0
1	90.540
2	27.584
3	-14.048
4	-36.984
5	-43.614
6	-36.111
7	-18.411
8	5.597
9	60.008
10	156.095

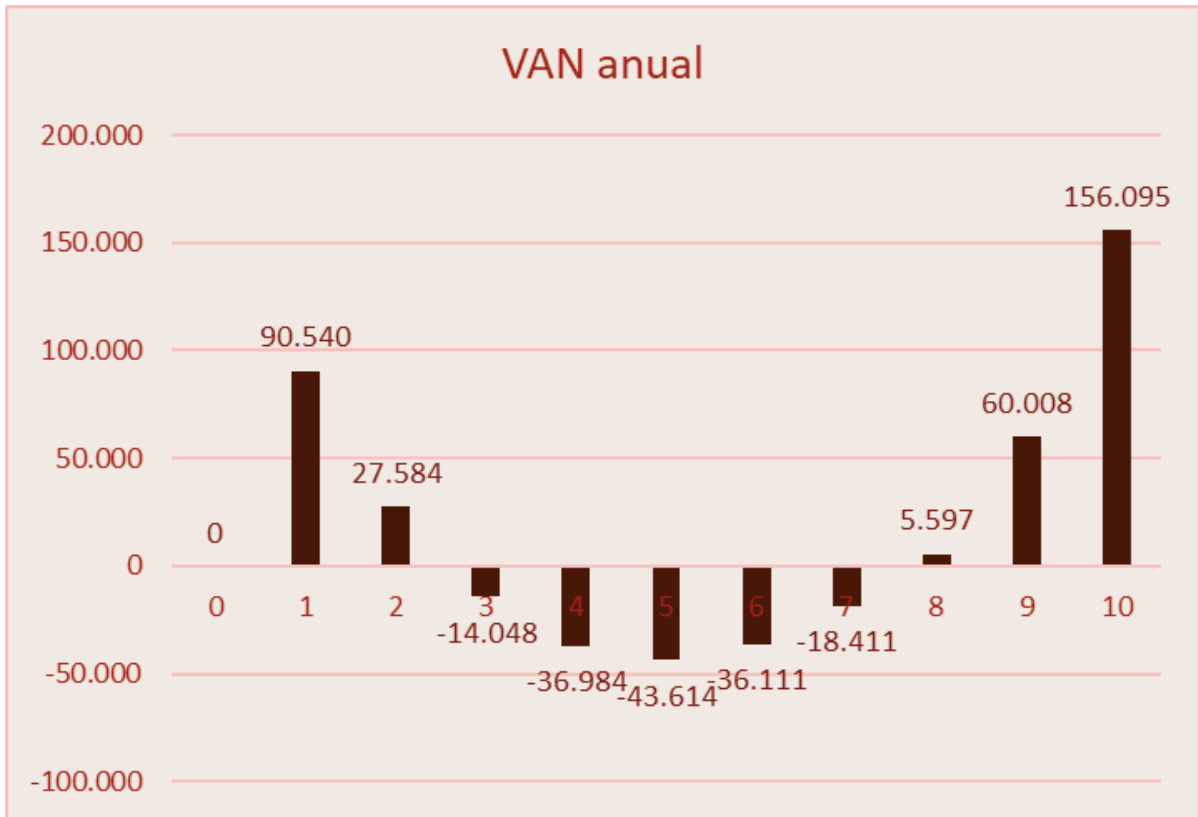


Ilustración 13 - VAN por año

## 4.2. Conclusión Económica y Financiera

En el análisis económico y financiero del proyecto se tomaron valores de costos basados en proveedores de máquinas y servicios de la actualidad ya existentes para poder estimar la inversión que se requiere. Se debe tener en cuenta que el desarrollo de la factibilidad económica pretende dar un acercamiento inicial a la inversión que debe tener el proyecto y por sobre todo demostrar si es rentable.

Según los estudios presentados, se puede afirmar que es legítimo el uso de orujo de uva como alimento de ganado como complemento y el desafío está en la rentabilidad del proceso para que llegue al consumidor final. Para hacer el estudio se tomó como hipótesis adentrarse en la dieta de terneros y novillos para la terminación de los mismos, lo cual implica que un 7% de la dieta sea a base de orujo de uva.

Por otro lado, para estimar la cantidad de producto requerido, se propuso el estudio en base a un feedlot de 10.000 cabezas como objetivo a satisfacer la demanda que requeriría anualmente. Asimismo, se asume que el proveedor abastece de materia prima de forma fija para simplificar el análisis y que el feedlot acepta el uso del producto.

Se destacó como valor agregado, la utilización del mayor residuo de la industria vitivinícola para aprovecharlo como subproducto en la dieta bovina. También se mejoran los niveles de emisión de metano como efecto secundario, teniendo en cuenta que las vacas son el principal causante del efecto invernadero.

Para la estimación de la inversión inicial, en cuanto a equipos, dado que existen diferentes propuestas para realizar el proceso, se optó por usar los precios más caros en cada opción para ser más conservadores. Estas variantes están justificadas en la parte técnica. En cuanto a cargos diferidos, se tuvieron en cuenta los costos de la habilitación del producto, considerando aspectos como las consultorías, estudios, habilitaciones e imprevistos.

Dadas estas hipótesis se concluye que el periodo de repago es entre el séptimo y octavo año. El estudio del TIR y VAN está desarrollado para un periodo de 10 años para ser más ilustrativos en la evolución del mismo. Tal lo indicado anteriormente, dado que la TIR es mayor que la tasa de corte dada, el proyecto es financieramente atractivo. Por otro lado, observando que el VAN es mayor que cero, esto indica que el proyecto analizado genera una rentabilidad positiva. Por lo tanto, queda evidenciado que el proyecto analizado es económicamente atractivo y viable.

De acuerdo con el análisis que se tuvo en cuenta, se buscó usar una tasa de referencia estable a modo de poder proyectarlo en el tiempo. Lo cual implicó que todo el análisis se establezca en dólares y por ende se empleó una tasa de interés del 5% basada en la economía de EE. UU.

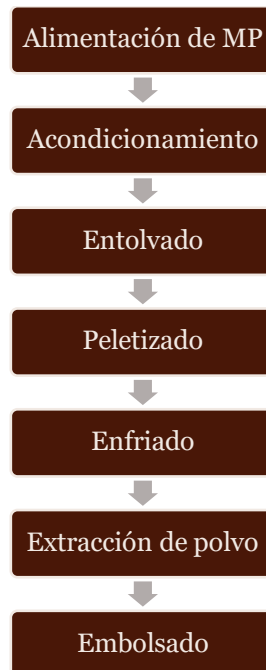
El proyecto va a requerir una inversión de 29,5 millones de pesos (420 mil USD), pese a estar sujeta a las condiciones de financiamiento que se obtengan a la hora de llevar el proyecto a cabo. Se detectaron varias opciones viables siendo la más favorable la impulsada por el estado argentino y el Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE). Estos facilitan varias propuestas siendo una de sus alternativas la que más se ajusta a nuestras necesidades. La línea de crédito "*Mujeres que Lideran*" destinada a financiar proyectos de inversión y a la adquisición de bienes de capital, en un plazo máximo de hasta 84 meses con un monto máximo de hasta 75 millones de pesos y un período de gracia de dos años.

En el presente apartado se buscó justificar de manera contundente la disponibilidad de recursos, la necesidad del cliente y la viabilidad financiera del proyecto. A partir de estos pilares sólidos se determinó la viabilidad económica del proyecto y en consecuencia resta validar la factibilidad tecnológica, lo cual se detallará en los subsiguientes títulos.



## 5. Factibilidad tecnológica

Antes de explicar el proceso productivo específico para el presente proyecto es necesario explicar el proceso general:



*Ilustración 14 - proceso de fabricación de un pellet - Fuente: elaboración propia*

### 5.1. Desagregado tecnológico

El desagregado tecnológico tiene por objetivo determinar las tecnologías asociadas a la máquina propuesta, otorgándole a cada una, una determinada función y posición lógica. El resultado de este análisis conforma sólidas bases para encontrar la/las tecnología/s núcleo, es decir aquellas que tienen mayor importancia o participación en el proceso. Desagregar tecnologías en una innovación no es lo mismo que un despiece, ya que es un análisis más general, que se centra en relaciones tecnológicas más que físicas.

Para conocer los desafíos que se deberán afrontar en las etapas de diseño, se ha realizado un desagregado tecnológico de la máquina móvil de pelletizado:

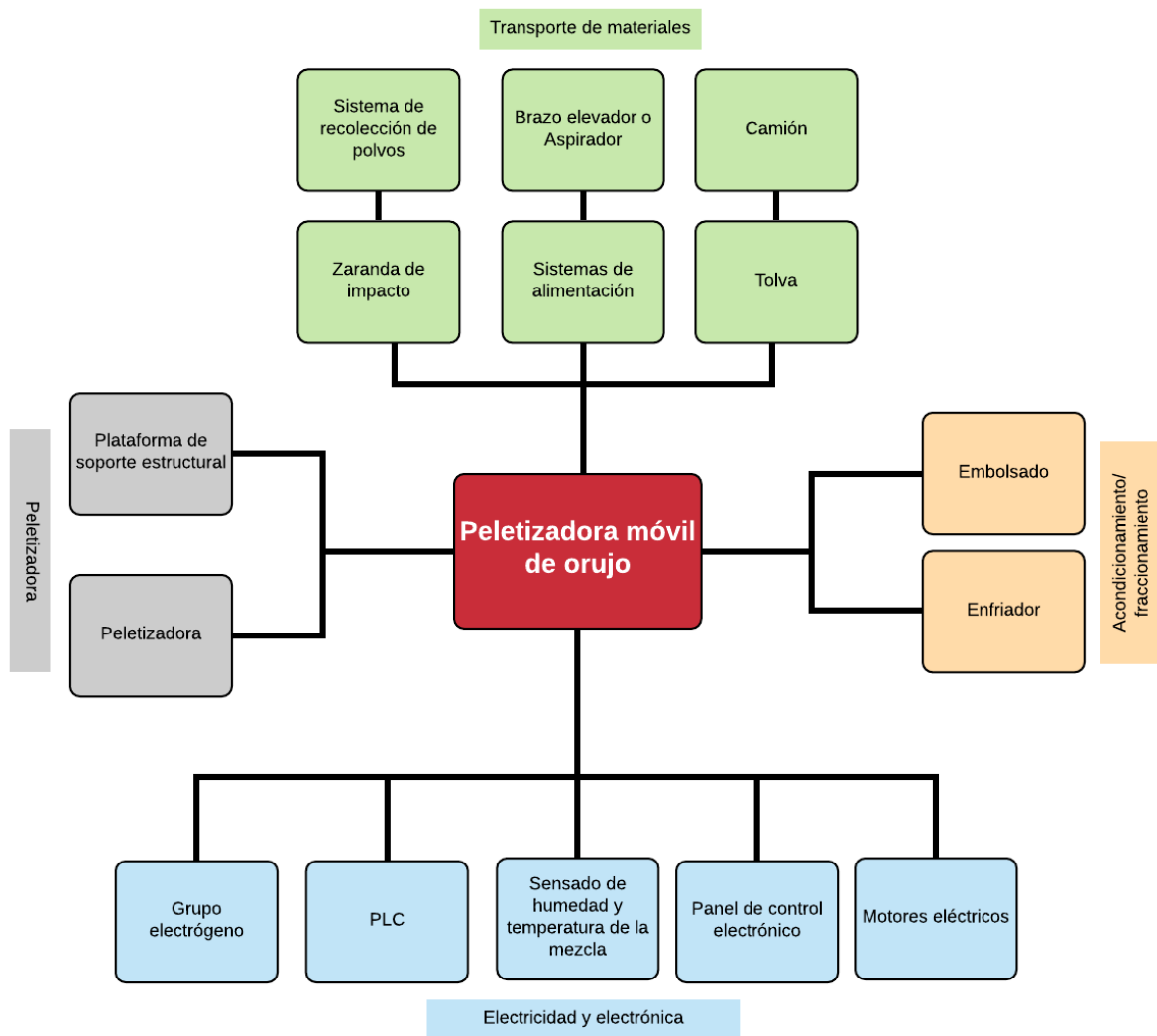


Ilustración 15 - desagregado tecnológico de la peletizadora móvil de orujo. Fuente: Elaboración propia

## 5.2. Alimentación de materia prima

La materia prima debe ser inspeccionada antes de ser incorporada al proceso productivo. Se debe verificar la cantidad y la calidad de la misma. Se debe tener especial cuidado para evitar que se filtre materia de mala calidad o descompuesta al proceso.

Además, se deberá acordar previamente con las bodegas que el orujo de uva deberá ser almacenado cumpliendo ciertas condiciones específicas para garantizar y preservar su estado óptimo, de modo que luego de procesarlo con la planta móvil obtengamos un pellet de orujo con la calidad buscada. Una de las condiciones específicas es que el orujo de uva se disponga en pilas o montañas sobre un playón de hormigón limpio o bien sobre una lona impermeable, de modo que no entre en contacto con la tierra y suciedad el suelo.

Luego de esta revisión, se procederá a incorporar el orujo de uva que se encontrará apilado en el suelo, al proceso productivo para pasar a la siguiente etapa.

### **5.3. Peletizado**

El pelletizado es el proceso principal de toda la línea de producción de la planta. El objetivo es comprimir el material seco finamente pulverizado y transformarlo en un grano de forma de cilíndrica, a una temperatura de 80°C con un contenido de humedad entre el 14 y 16%. El orujo suministra a la máquina de pellets introduciéndoselo a través de la tolva de carga y luego es transferido a la cámara de prensa. Uno o más rodillos giratorios insertan fuertemente el material en el orificio de la matriz a elevada presión. Esto hace que la materia prima se comprima, dando origen a los pellets. Los pellets tienen un diámetro final de 6mm y su longitud puede ser ajustable en el rango de 20 a 50mm por el cortador.

### **5.4. Enfriado**

El proceso de enfriado tiene el fin de bajar la temperatura y la humedad con la que los pellets salen de la prensa. Esto hace que adquieran mayor dureza, lo que mejora su manipulación y transporte.

### **5.5. Extracción de polvo**

El sistema de extracción de polvo tiene el objetivo de eliminar el granulado fino y polvos que puede contener superficialmente el pellet, para que pueden ser devueltos a la peletizadora con el fin de reutilizarlos, asegurando una producción de pellets de mejor calidad final.

Además de absorber el particulado fino luego del pelletizado, en cada etapa del proceso donde se generen nubes de material particulado fino, existirá un conducto con una succión que recolectará el polvo, de manera de evitar la pérdida de material y la contaminación de la zona de trabajo.

### **5.6. Embolsado**

Luego de haber enfriado y quitarle el polvo, los pellets se encuentran listos para ser embolsados en bolsones Big Bag.

### **5.7. Conclusión de tecnologías seleccionadas**

Las tecnologías seleccionadas han influido en los cambios estructurales de la peletizadora móvil, tanto negativa como positivamente ya que cada elección conlleva su ventaja y desventaja. Mediante el estudio realizado se demuestra que el desarrollo del proyecto es factible para su implementación, ya que estas opciones son las más adecuadas a nuestro marco de trabajo y los participantes poseen las competencias necesarias para el manejo de los sistemas electrónicos y el uso de estas herramientas.

## 5.8. Tabla resumen de tecnologías seleccionadas

Tabla 45 - Tabla resumen de tecnologías seleccionadas

Acondicionamiento del material	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistema de secado al aire libre</li><li>• Enfriador por contraflujo</li></ul>
Pelletizado	<ul style="list-style-type: none"><li>• Peletizadora matriz plana fija</li></ul>
Transporte de materiales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Brazo succionador</li><li>• Camion semirremolque</li><li>• Sistema de alimentación a través de tornillo sinfín, cintas transportadoras, ciclón y filtro de mangas</li><li>• Tolva de acero inoxidable</li><li>• Zaranda de impacto</li><li>• Sistema recolección de polvos mediante filtro de mangas por filtrado externo</li></ul>
Electricidad y electrónica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grupo electrogeno de potencia principal</li><li>• PLC</li><li>• Sensores</li><li>• Motores eléctricos</li></ul>

## **6. Factibilidad Legal**

El estudio legal realizado se concentró en los principales rubros sobre los cuales este proyecto tiene injerencia. Una actividad como esta se encuentra reglamentada y su marco de referencia es la Constitución Nacional, leyes, decretos, normas y costumbres entre otras.

El criterio adoptado para el presente capítulo fue estudiar todo el marco regulatorio y destacar los puntos críticos. Por este motivo, debajo de cada norma, se encuentra una pequeña referencia sobre su contenido y lo siguen viñetas que destacan consideraciones importantes para el diseño y la evaluación del negocio.

### **6.1. Fabricación de alimentos para animales**

- Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos - Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca Y Alimentación-

#### **6.1.1. SENASA - Resolución N.º 354/99**

Explica los requisitos necesarios para las tramitaciones inherentes al Registro de Alimentos para Animales, en el ámbito de la Dirección de Agroquímicos, Productos farmacológicos y Veterinarios del SENASA.

##### **Principales requisitos para tener en cuenta**

- Habilitación Municipal
  - Flujograma operativo.
  - Protocolo de análisis de agua, físico químico y bacteriológico
  - Declarar si los controles de calidad de los productos se efectuarán en laboratorio propio y/o de terceros.
  - Copia del título profesional del responsable técnico: Médico Veterinario, Ingeniero Agrónomo, Licenciado en Tecnología de alimentos.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca - Servicio Nacional y Sanidad y Calidad Agroalimentaria - Resolución N.º 818/2011  
Refiere a un certificado necesario para insertar el producto en el mercado extranjero.
  - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos - Aranceles - Resolución 220/2004  
Montos de aranceles por retribución de los servicios que presta el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Complementa la resolución 341/2003

#### **6.1.2. SENASA – Sanidad Animal - Resolución 482/2001 y actualización 273/2002**

Marco Regulatorio sobre las condiciones higiénico-sanitarias de los establecimientos y/o firmas que obtengan su inscripción en los rubros: elaborador, fraccionador, importador, exportador y/o distribuidor de productos destinados a la alimentación. La actualización 273/2002 sustituye el Anexo de la Resolución N.º 482/2001, mediante la cual se determinaron las condiciones higiénico-sanitarias y niveles de garantía establecidos en el Marco Regulatorio para las firmas elaboradoras, fraccionadoras, importadoras, exportadoras y/o distribuidoras de productos destinados a la alimentación animal.

Principales requisitos para tener en cuenta

#### INSTALACIONES

- Su diseño debe minimizar el riesgo de errores y posibilitar la limpieza efectiva y el mantenimiento, a modo de evitar contaminación cruzada o la acumulación de polvo, suciedad o cualquier efecto adverso que interfiera sobre la calidad del producto.
- Área de control de calidad: Se deberá disponer de un archivo de la documentación correspondiente a los controles de calidad realizados a los productos

#### CONDICIONES HIGIENICO-SANITARIAS

- Se deberá evitar la entrada de insectos, roedores, pájaros y animales en general, debiéndose realizar un efectivo control de plagas y llevar una planilla de constancia de ejecución
- Se deberá contar en cada uno de los sectores de producción con temperatura y humedad adecuadas evitando la formación y propagación de mohos y toxinas

#### DOCUMENTACION PARA PRODUCTOS REGISTRADOS

- Envasados. Cuando los productos registrados se transporten envasados, cada envase debe contener el rotulo aprobado para ese producto. En el remito comercial debe figurar el número de inscripción del producto en SENASA y el número de lote.
- REGISTRO DE LOS PRODUCTOS
- los productos aprobados e inscriptos, les será extendida la correspondiente certificación de uso y comercialización que avala su venta libre en todo el territorio nacional, por un período de validez de DIEZ (10) años, debiendo solicitarse por el interesado la renovación CIENTO VEINTE (120) días corridos antes de su vencimiento.
- Todas las modificaciones que se quieran realizar a un producto registrado, sea en su formulación, sus ingredientes, su rotulado, etc. deberá ser comunicada al Servicio previamente a su comercialización, para proceder a su evaluación y dictamen técnico.
- Cuando modifica los valores de los componentes de la fórmula declarada originalmente, considerados determinantes de cambios en el destino del producto y/o en sus indicaciones de uso y/o en la clasificación del mismo u otro cambio relevante que indique que se trata de un producto distinto.

#### COMERCIALIZACION DE LOS PRODUCTOS

- La comercialización de los productos quedará condicionada a la presentación de las gráficas de arte final, aprobadas las mismas, las firmas incluirán el número de inscripción otorgado cuando se presenten los impresos definitivos, verificados éstos se emitirá el correspondiente certificado de uso y comercialización.
- Los productos destinados a la alimentación animal registrados podrán transportarse a granel siempre que se utilicen vehículos apropiados que preserven las características técnicas, físicas y químicas de los mismos

## GARANTIAS DE LOS PRODUCTOS

- Los alimentos para animales y/o suplementos alimenticios deben indicar obligatoriamente – en base húmeda o tal cual se presenta, para mascotas y en base seca para animales de producción- en porcentajes los niveles de garantía siguientes:

HUMEDAD	(MAXIMO)
FIBRA BRUTA	(MAXIMO)
PROTEINA BRUTA O CRUDA	(MINIMO)
CENIZAS O MINERALES TOTALES	(MAXIMO)
GRASA O EXTRACTO ETereo	(MINIMO)
CALCIO	(MINIMO Y MAXIMO)
FOSFORO	(MINIMO Y MAXIMO)

### 6.1.3. SENASA - Sanidad Animal - Resolución 341/2003

Establece como obligatoria la habilitación y el registro en el SENASA de las personas físicas o jurídicas y/o establecimientos que elaboren, fraccionen, depositen, distribuyan, importen o exporten productos destinados a la alimentación animal.

#### Principales requisitos para tener en cuenta

- Registrar el establecimiento en el SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA, mediante la presentación de la Solicitud de Habilitación y Registro.
- Fotocopia reducida y autenticada del título profesional del responsable técnico y certificado de vigencia de la habilitación profesional, librado por la autoridad emisora de la misma (Matrícula).
- El elaborador debe tener procedimientos adecuados y constantes de mantenimiento de las instalaciones, sin poner en riesgo a las personas, equipos y productos.
- Las aguas residuales, desechos y aguas pluviales se deben desechar de manera que asegure la no-contaminación del equipo, de los ingredientes y de los productos.
- Los vestuarios, lavatorios y sanitarios apropiado para el número de usuarios.
- Cuando haya necesidad de mantener herramientas y piezas en el área de producción, las mismas deberán ser mantenidas en armarios reservados para tal fin.
- El almacenamiento debe ser diseñado de tal forma que aseguren las condiciones adecuadas de guarda, contando para ello con los materiales u objetos que permitan el aislamiento del piso.
- Las sustancias que representen riesgo de incendio o de explosión, deben ser almacenadas en áreas aisladas, seguras y ventiladas.
- Cuando el establecimiento cuente con una sala de caldera, la misma deberá estar aislada del resto de los sectores de producción y con salida al exterior. Además, deberá poseer sistemas de visualización de la temperatura y sistemas de seguridad adecuados.
- Las cañerías, iluminación, puntos de ventilación y otros servicios deben ser proyectados y situados a modo de evitar la creación de puntos de difícil limpieza.

- Área de control de calidad cuando los establecimientos no posean laboratorio, deberán buscarse alternativas para los controles necesarios que deben realizarse.

#### CONDICIONES HIGIENICO-SANITARIAS

- El establecimiento y/o los equipos de elaboración deberán ser mantenidos en perfectas condiciones higiénico-sanitarias, debiéndose velar por su conservación al comenzar y finalizar la labor diaria.
- Se deberá contar en cada uno de los sectores de producción con temperatura y humedad adecuadas evitando la formación y propagación de mohos y toxinas.
- La indumentaria utilizada por los operarios en el área de producción deberá estar limpia y reunir las condiciones que permitan asegurar la no-contaminación del producto final. Luego de su uso deberán ser higienizadas. La indumentaria de todo el personal que ingrese el área de producción deberá reunir iguales condiciones y se deberá mantener una adecuada higiene personal.
- No debe ser permitido fumar, beber, comer, o mantener alimentos, bebidas, cigarrillos y medicamentos personales en las áreas de elaboración, de laboratorio de control de calidad y de almacenamiento, o en cualquier otra área en que tales acciones puedan influir adversamente en la calidad del producto.

#### REGISTRO DE LOS PRODUCTOS

- Los ingredientes por utilizar deben cumplir con normas internacionales tales como las establecidas por CODEX para los niveles de patógenos, micotoxinas, herbicidas, pesticidas y otros contaminantes que pueden poner en peligro la salud humana o de los animales, o dañar el medio ambiente.
- Los niveles de contaminantes, residuos o sustancias deletéreas que se encuentren en un producto destinado a la alimentación animal no deben sobrepasar los niveles máximos y tipos admisibles establecidos en los Organismos Internacionales tomados como referencia, tales como CODEX.

#### BUENAS PRACTICAS DE AUTOELABORADORES

- Los edificios deben limpiarse con regularidad evitando la acumulación de polvo, suciedad, alimento o materia prima derramada en pisos del edificio y circundante, en el exterior de la maquinaria, en cielo rasos, paredes, estructuras del techo, cavidades y salientes.
- Debe implementarse un plan efectivo que asegure el control de plagas, por registros documentales.
- La ventilación debe ser adecuada.
- Deben retirarse los residuos o materiales contaminados del sitio de producción.

#### AREAS DE ALMACENAJE (DEPOSITO)

- Las materias primas muestreadas al ingreso y a la espera de los resultados del control de calidad deben ser identificadas, a los fines de evitar su uso, antes de ser aprobadas.
- Se debe inspeccionar regularmente los tanques y recipientes, a los fines de observar condición estructural, contenido retenido, puntos húmedos, mohos y plagas de insectos



#### MAQUINARIA DE MOLIENDA

- Se debe usar maquinaria apta para el propósito, observando las recomendaciones del fabricante en cuanto a capacidad, método y tiempo de operación.
- Efectuar regularmente el mantenimiento y control de las balanzas.
- No deben utilizarse equipos o maquinarias que no puedan lavarse o limpiarse, a los fines de evitar la contaminación cruzada.

#### OPERARIOS DE MAQUINARIA – EMPLEADOS

- Los operarios deben conocer el uso de los aparatos de peso, sistema métrico, procedimiento de mezclado y contenidos de estas recomendaciones de buenas prácticas.

#### MATERIAS PRIMAS

- El elaborador debe observar los siguientes procedimientos para asegurarse que las materias primas sean de la calidad apropiada:
  - Todos los operarios deben estar familiarizados con los estándares de comercialización de granos e ingredientes. Se debe entregar a los proveedores las especificaciones de calidad para cada materia prima utilizada.
  - Se debe efectuar un rápido examen visual, de olfato y físico a las materias primas, antes de la descarga, para observar si tienen contaminantes.
  - Periódicamente (lapso dependiente de la frecuencia de compra y la posibilidad de contaminación con sustancias tóxicas) se deben realizar a las materias primas exámenes químicos para sustancias específicas. Asimismo, se efectuarán ante un nuevo proveedor.

#### MANTENIMIENTO DE REGISTROS

- Deben efectuarse muestreos de materias primas de stock.
- Se llevará un registro de quien y cuando se hace un batch de alimento.
- Llevar un registro de qué animales reciben cada batch y por cuanto tiempo se los alimentó o por cuanto tiempo se guardó del batch.

#### COMERCIALIZACION DE LOS PRODUCTOS

- La comercialización de los productos quedará condicionada a la presentación de las gráficas de arte final que debe incluir el número de inscripción de establecimiento elaborador y de producto otorgados por SENASA. Cuando se presenten los impresos definitivos, verificados éstos se emitirá el correspondiente certificado de uso y comercialización

### CONDICIONES Y REQUISITOS De los embalajes y rótulos en la comercialización a granel

- Los productos destinados a la alimentación animal registrados podrán transportarse a granel siempre que se utilicen vehículos apropiados que preserven las características técnicas, físicas y químicas de los mismos.
  - Cada partida de productos destinados a la alimentación animal transportada a granel deberá ir acompañada de una constancia o certificado que identifique correctamente la mercadería, indicando la fórmula. En el caso de los autoelaboradores, alcanzará con un remito interno en el que deberá constar el/los destinos y el código de la fórmula.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca y Alimentos - Sanidad Animal – Resolución 1389/2004

Prohíbe el uso de proteínas de origen animal, excepto las que contienen proteínas lácteas, harinas de pescado, harinas de huevo y harinas de plumas, como ingredientes o mezcladas con otros productos para la administración con fines alimenticios o suplementarios a animales rumiantes

- Se autoriza, para suplemento de la alimentación de rumiantes, como aporte de minerales (fósforo y calcio) de origen animal, a las cenizas de hueso elaboradas según procedimientos aceptados por SENASA. Estas cenizas o derivados de huesos deben estar controlados con documentos auditables, debidamente rotulados y comprobable por análisis realizados en el laboratorio oficial de SENASA.
  - Los establecimientos deberán realizar el autocontrol de sus productos a fin de garantizar en ellos la ausencia de proteínas de origen animal prohibidas. El sistema de autocontrol y la cantidad de muestras para analizar serán propuestos por el elaborador, validados y fiscalizados por el SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA.
- SENASA – Sanidad Animal – Norma técnica para la alimentación animal

#### Resolución 594/2015

Se consideran los criterios del “Código Alimentario Argentino” para asegurar y mejorar las condiciones de inocuidad de los alimentos. Se solicita garantizar que los insumos no representen un riesgo para la sanidad animal. Por lo tanto, los elaboradores, fraccionadores, almacenadores, distribuidores, importadores y exportadores de alimentos destinados a la alimentación animal deben efectuar acciones para minimizar el riesgo de contaminación de los alimentos. Se deben optimizar controles de materias primas, en especial para rumiantes.

Para fijar los límites máximos de contaminantes, se toman los avances realizados en el ámbito de “Codex Alimentarius”, la ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN. (FAO) y datos obtenidos a nivel nacional.

Se crea el “comité asesor” por representantes de la cadena de responsabilidades. SENASA Se crean las solicitudes de inscripción de alimentos y de aditivos.

Un detalle importante vinculado con este proyecto es el ARTICULO 4º, que habla de la “solicitud de inscripción de productos de origen vegetal destinados a la alimentación animal” que es lo que se debería solicitar para comenzar la producción. (Subanexo III del Anexo I de la resolución).

SENASA evaluará los peligros presentes en materias primas, luego desarrolla perfiles de riesgo y finalmente recomienda medidas de mitigación de riesgos en las mismas.

Finalmente, se elabora una lista de ingredientes exceptuados en el registro de alimentos para animales por considerarse generalmente reconocidos como seguros (GRAS) o por estar aprobados por el organismo oficial competente para uso humano. Además, se crea un comité de asesoría técnica ad-honorem.

Todos los establecimientos deben contar con Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y es un requisito la implementación y cumplimiento del manual de BPN con registros auditables para su habilitación.

- Dirección Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria – Sanidad Animal - Disposición 30/2012

Aprueba el procedimiento de certificación sanitaria oficial para la exportación de productos, subproductos, ingredientes y materias primas de origen vegetal destinadas o que puedan destinarse a la alimentación animal.

## **6.2. Exigencias Laborales**

- Constitución Nacional art. 14 bis
- Ley de Régimen Laboral N.º 25.877.
- Ley de Contrato de Trabajo N.º 20.744.
- Ley de Protección del Trabajo N.º 24.013.
- Ley de Riesgos de Trabajo N.º 24.557.
- Ley de Reforma Laboral N.º 25.013.
- Convenio Colectivo de Trabajo de la Industria de la Alimentación 244/94.

## **6.3. Exigencias Tributarias**

- Ley N.º 20.628: Impuesto a las Ganancias  
Exige el pago del 35% del resultado impositivo del ejercicio, para las sociedades.
- Ley N.º 23.349: Impuesto al Valor Agregado  
La empresa debe cobrar, generalmente, el 21% del precio de venta al cliente en concepto de impuesto (“IVA Débito Fiscal”). Además, debe tomarse a su favor el IVA que paga a su proveedor (“IVA Crédito Fiscal”). A fin de mes, compensando el impuesto cobrado a los clientes y el pagado a los proveedores, debe pagar la diferencia a la AFIP. En caso de que la diferencia sea a favor del contribuyente, éste lo tendrá como un crédito contra la AFIP.
- Cargas Sociales  
Los aportes, es aquel porcentaje del sueldo bruta que el empleado debe aportar al sistema. Representan el 17% del mismo y son un “costo” para el empleado. Las contribuciones, son el porcentaje del sueldo bruto que el empleador debe aportar al sistema. Son “invisibles a los ojos del empleado” y representan el 23% del sueldo bruto.

## **6.4. Transporte de Alimentos**

- Norma técnica de alimentos para animales de la República Argentina – Ley 7845/64 y decreto N°1585/96

- Cuando se transporten productos a granel se deben utilizar vehículos apropiados que preserven las características técnicas, físicas y químicas de los productos.
- Se prohíbe el transporte a granel de productos en vehículos que contengan: materias inorgánicas, metal chatarra, maderas tratadas, cristal, vidrios, residuos inertes, grasas de origen animal y vegetal, productos y subproductos de origen animal, sustancias inorgánicas ( arcillas, minerales, materiales óxidos tóxicos, etc.), sustancias orgánicas (basura doméstica y agua residuales), sustancias químicas orgánicas (productos fitosanitarios, fertilizantes, gasoil) y cualquier otra sustancia distinta a la composición original del producto.
- Cada partida de producto debe ir acompañada de una copia del proyecto de rotulo aprobado en el expediente del registro del producto, firmada en original por el Director Técnico del establecimiento. En el remito comercial debe figurar el número de inscripción del producto en SENASA y el número de lote.

### **6.5. Dimensiones de vehículo y carga (ley de tránsito)**

- Todo aquel que realice operaciones de transportes debe ajustarse a los siguientes requisitos:
  - Tener su sede legal de administración radicada en territorio de la República Argentina;
  - Capacitar profesionalmente a los conductores.
- Documentos para circular
  - Certificado de RUTA;
  - Revisión técnica obligatoria.
  - Cedula de identificación de la unidad.
  - Certificado de cobertura de seguro vigente y comprobante de pago.
  - Licencia nacional habilitante del conductor para el tránsito interjurisdiccional.
  - Carnet de manejo para el tránsito local.
  - Placa de identificación y dominio del vehículo
  - Remito o carta de porte respaldatoria de la carga transportada.
- Requisitos generales de vehículos
  - Los vehículos afectados al transporte por automotor de cargas deben:
  - Llevar matafuegos reglamentarios
  - Tener colocadas bandas reflectivas en los laterales y parte posterior de la unidad;
  - Cumplir las normas sobre Pesos y Dimensiones máximos;
  - Contar con los seguros obligatorios de responsabilidad civil: hacia terceros transportados o no, en las condiciones exigidas por la normativa del tránsito;

- Los vehículos de transporte deben llevar en la parte trasera un círculo reflectivo indicador de la velocidad máxima que les está permitido desarrollar;
- Inscribir en sus vehículos la identificación y domicilio, la tara, el peso máximo;
- Cuando transporten sustancias peligrosas: estar provistos de los elementos distintivos y de seguridad reglamentarios, ser conducidos y tripulados por personal con capacitación especializada en el tipo de carga que llevan y ajustarse en lo pertinente a las disposiciones de la ley 24.051.
- Dimensiones de los vehículos: ver archivo anexo en PDF “FOLLETO-Escalabilidad”
- Configuraciones autorizadas - escalabilidad: ver archivo anexo en PDF “FOLLETO-Escalabilidad”
- Relación peso potencia: Cumplir la relación entre la potencia efectiva y el peso bruto total (peso del vehículo motor, más los acoplados y la carga transportada) igual o superior al valor 4,25 CV DIN/tn (caballo vapor DIN por tonelada).
- Señalamiento
- Tener colocadas bandas reflectivas en los laterales y parte posterior de la unidad;
- Los vehículos de transporte deben llevar en la parte trasera un círculo reflectivo indicador de la velocidad máxima que les está permitido desarrollar;
- Inscribir en sus vehículos la identificación y domicilio, la tara, el peso máximo.

#### Seguro de carga

- El seguro será contratado por el remitente o consignatario, quien entregará al que realiza la operación de transporte antes que la carga, el certificado de cobertura reglamentario con inclusión de la cláusula de eximición de responsabilidad del transportista.

## 6.6. Normas y mejores prácticas de subprocesos

- Buenas prácticas operación de grúas
  - El reparto de carga debe ser homogéneo para que la pieza suspendida quede en equilibrio estable.
  - El peso de la carga debe ser conocido.
  - Levantar siempre las cargas por la vertical de su centro de gravedad.
  - Requerimiento de estabilizadores
  - Enganchar/denganchar la carga sólo cuando la grúa esté en total estado de inactividad.
  - Las vigas de estabilizador y los gatos estabilizadores se tienen que introducir/retraer individualmente en cada uno de los lados.
  - Conclusión: las Condiciones como el peso de la carga, el entorno de trabajo, la distancia entre la carga y la grúa entre otros son factores claves a la hora de trabajar con una grúa.
  
- Residuos
  - R industriales asimilables o urbanos:
    - Restos de comida; elementos de protección personal y residuos reciclables
  - R Líquidos:
    - El agua utilizada en el proceso se evaporará durante el pelletizado.
    - Se requerirá agua para la limpieza de la planta
  - R peligrosos:
    - El presente proyecto no genera residuos peligrosos
  - Generación de polvo
    - El polvo generado en el proceso no quedará suspendido en el aire ya que el equipo contará con una zaranda cerrada donde quedará retenido y es vuelto a usar para la producción.

## 6.7. Conclusión Legal

El análisis legal llevado adelante permitió enmarcar y ratificar la viabilidad del proyecto. El estudio se centró en dos pilares: producción de alimento animal y transporte. La normativa aportó criterios y requisitos para el diseño técnico y económico del proyecto. En lo que refiere al equipamiento de la producción, se optó por desarrollar las normas de incumbencia en la Ingeniería básica y de detalle de cada subproceso dado que serán seleccionados aquellos componentes que estén debidamente normados y aprobados por el ente que corresponda en cada caso.

A modo de resumen se detalla a continuación un cuadro que reúne los principales criterios aportados por este capítulo. Que serán tenidos en cuenta para el diseño y toma de decisión.

Tabla 46 - Criterios legales para tener en cuenta

<p style="text-align: center;"><u>Planta</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilitar limpieza y mantenimiento del equipo/planta</li> <li>• Sector de producción con temperatura y humedad adecuadas para evitar moho y toxinas</li> <li>• Aguas residuales no deben contaminar</li> <li>• Armario para herramientas</li> <li>• Sustancias explosivas/riesgo incendio, deben ser almacenadas en áreas aisladas, seguras y ventiladas</li> <li>• Caldera aislada con salida al exterior</li> <li>• Equipos de elaboración en correcto estado higiénico-sanitario (suciedad, alimento o materia prima derramada en el piso de la planta)</li> <li>• La ventilación debe ser adecuada.</li> <li>• Deben retirarse los residuos contaminados del sitio de producción</li> <li>• Inspección de tanques/recipientes verificando condición estructural, contenido retenido, puntos húmedos, moho y plaga de insectos</li> <li>• Se deben efectuar acciones para minimizar el riesgo de contaminación de los alimentos.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><u>Personal</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con un responsable técnico</li> <li>• Indumentaria limpia</li> <li>• Servicio sanitario asegurado</li> <li>• No debe estar permitido fumar, beber, medicamentos personales, etc., que puedan influir adversamente en la calidad del producto.</li> <li>• Los operarios deben conocer uso de aparatos de peso, sistema métrico, mezcla y uso de buenas prácticas</li> <li>• El personal debe estar familiarizado con el estándar de comercialización de granos e ingredientes</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><u>Producto</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles de Calidad efectuado en laboratorio propio o tercero</li> <li>• Se debe contar con un archivo de la documentación correspondiente a los controles de calidad</li> <li>• Control de plagas con registros documentales</li> <li>• Cada envase debe contener el rotulo aprobado para ese producto</li> <li>• Producto aprobado por 10 años</li> <li>• Todas las modificaciones deben ser informadas al SENASA</li> <li>• Se puede transportar a granel con vehículos apropiados que preserven las características técnicas, físicas y químicas.</li> <li>• Llevar registro de cada batch de alimento e identificar que animales comen de cada batch.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se prohíbe el uso de proteínas animales. Se debe realizar un autocontrol fiscalizable.</li> <li>• Se autoriza aportes de fosforo y calcio de origen animal</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><u>Materia Prima</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuar examen visual olfato y físico a la Mat Prima.</li> <li>• Debe cumplir normas internacionales establecidas por CODEX, en referencia a los contaminantes (pesticidas).</li> <li>• Se deben optimizar controles de MP, en especial para rumiantes.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><u>Documentación para cumplimentar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilitación municipal</li> <li>• Flujograma operativo/ procedimientos</li> <li>• Registrar el establecimiento en el SENASA</li> <li>• Logo del alimento</li> </ul> <hr/> <p style="text-align: center;"><u>Almacenamiento</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe asegurar las condiciones de guarda</li> </ul>

Del presente análisis Legal se concluye que es un módulo productivo innovador viable enmarcado en las distintas normativas, dado que las restricciones planteadas por las mismas se pueden subsanar con resoluciones técnicas. Antes de llevar a cabo este proyecto es imprescindible realizar las pertinentes aprobaciones por el ente regulador, para evitar el lucro cesante que pudiera surgir en caso de tener la planta en funcionamiento previa habilitación de la misma como del producto a comerciar.



## **7. Análisis FODA**

Analizaremos las características internas y externas más importantes de nuestro proyecto, las que consideramos que mueven la aguja a la hora de prestar atención a los detalles en cuanto a las mejoras presentes y futuras.

### Fortalezas:

- La cosecha de los viñedos se produce durante los primeros meses del año y el orujo de uva es un componente que se desecha en grandes cantidades y sin ningún tipo de reciclaje por la mayoría de los productores de vino. Se puede tener masivamente a un bajo costo.
- El ofrecer una posibilidad de reciclaje ayuda al impacto ambiental, también estudios revelan que disminuye el gas de metano que producen las vacas.
- Poder contar con una peletizadora móvil nos permite abrir nuevas puertas a otras industrias, gracias a que no dependemos de que los productores envíen sus desechos, sino que podemos llegar a diferentes regiones en el año y sacar provecho como, por ejemplo, la manzana, el bagazo, etc.

### Debilidades:

1. Para el montaje de todos los equipos en el camión, teniendo en cuenta factores externos y sumando todos los cuidados necesarios por ley, nuestra inversión inicial resulta de carácter elevado.
2. Ya que la cosecha de uva solo se puede aprovechar desde enero a abril, es un factor que altera considerablemente nuestras expectativas de trabajo y distribución a los feedlot.
3. El orujo es un material poco conocido para la producción de pellets necesitamos tener el aval de sus propiedades alimenticias hacia los animales.

### Oportunidades

- La región donde concentraremos nuestro trabajo esta estratégicamente localizada para la producción y su distribución de dos industrias en auge
- Este negocio multilateral es un ganar- ganar tanto como para los viñedos que se desligan del problema de sus desechos, como el nuestro que obtenemos materia prima y producimos en el mismo lugar. De las dos partes se da el beneficio económico.

### Amenazas

1. Existen mucha competencia en el mercado alimenticio de los feedlot, tanto en nutrición, calidad, costos, etc.
2. El tener la posibilidad de la movilidad libre de la peletizadora nos proporciona un gasto variable de combustible, ya que el mismo va en aumento en periodos cortos.
3. El factor climático es uno de los más perjudiciales y que no podemos prevenir con gran anticipación.

### 7.1. Gráfico

#### Fortalezas

- Producto masivo e innovador 8
- Beneficio ambiental 7
- Estrategia de movilidad 7

#### Debilidades

- Inversión elevada 8
- Periodo reducido de cosecha 8
- Producto poco conocido 8

#### Oportunidades

- Región de dos industrias en auge 8
- Negocio multilateral 8
- Beneficios económico cliente/proveedor 8

#### Amenazas

- Región de dos industrias en auge 8
- Negocio multilateral 8
- Beneficios económico cliente/proveedor 8

Ilustración 16 - Análisis FODA

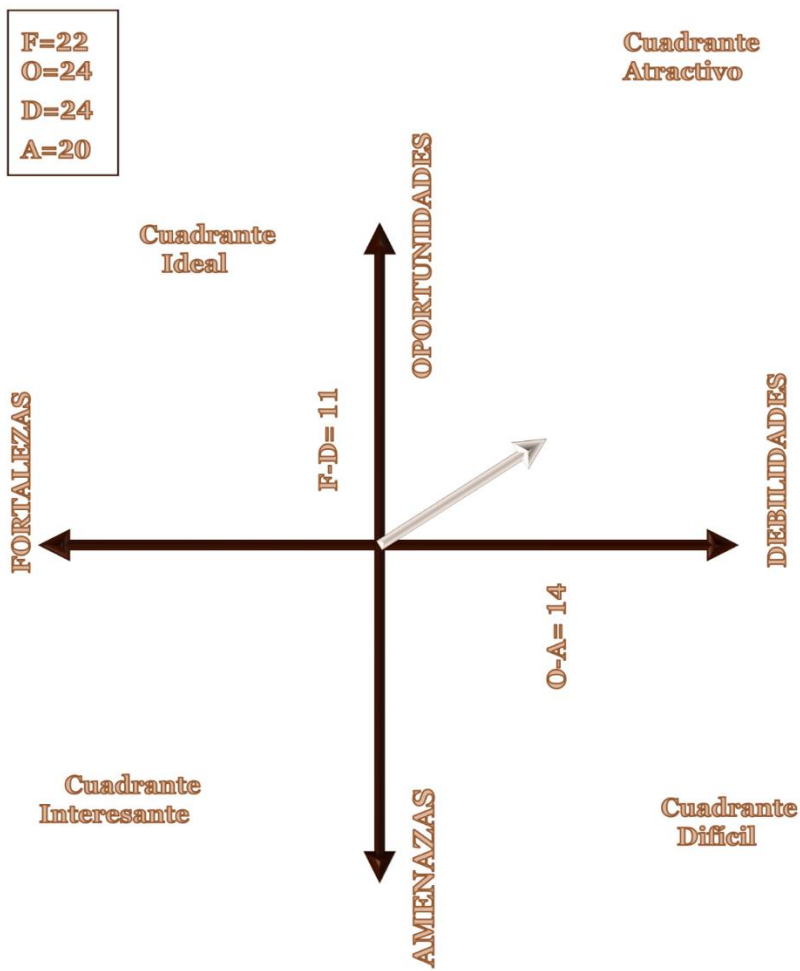


Ilustración 17 - Vector FODA

## **8. Ingeniería básica**

El diseño de una planta industrial se sustenta sobre un conjunto integrado de técnicas, criterio y conocimiento de los proyectistas. Las instalaciones industriales tienen implícito el concepto de eficiencia. Todos los activos dentro de una empresa deben agregar valor al negocio, por lo que la prosperidad del negocio puede estar determinado por el nivel de detalle que se le proporciona a cada espacio ocupado por una planta industrial. Es precisamente el desafío que se ve incrementado en este trabajo. La optimización de espacios, recursos y equipos son estrictamente necesarios para la factibilidad técnico-económica de este proyecto.

Durante los siguientes títulos se proporcionarán los fundamentos teóricos y técnicos de la selección de los equipos que integran el lay-out de la planta peletizadora móvil. Cada selección de equipo se basó en un conjunto de conocimientos de ingeniería mecánica, normas nacionales e internacionales y catálogos de fabricantes.

La determinación del equipo ideal para esta aplicación culminó con el criterio profesional tanto de los proyectistas del equipo como de otros profesionales que aportaron conocimiento y experiencia en campo.

Comenzando con la explicación de la función de cada equipo y su importancia en el circuito productivo, se proporcionará la información básica de cada equipo como fundamento técnico para conocer el sistema. Posteriormente, el cálculo se basará en los datos más rígidos del equipo, como datos de entrada, fórmulas, verificaciones, etc. Finalmente, se definirán por norma o catálogo las características del equipo seleccionado.

Es importante destacar que cada máquina deberá interactuar con otro sistema complejo tanto a la entrada como a la salida. Cada subsistema de la planta transformará el material de alguna u otra forma, ya sea modificando alguna característica física del mismo o alguna condición externa a esta (energía, altura, temperatura, etc.). Por esto es necesario que cada máquina considere la conexión con su antecesora y la subsiguiente. Todo esto se integrará en el diseño 3D como conjunto de sólidos modelados en el programa SolidWorks. El mismo se encontrará expuesto como ilustración al final de este documento.

### **8.1. Selección de Succionadora**

#### **8.1.1. Hipótesis**

Transportar el orujo de la manera más eficiente desde el lugar de acopio que se encuentra a nivel del piso y a una distancia máxima de 50 metros hasta la planta productiva. El caudal de material provisto al siguiente equipo debe ser variante y el máximo requerido es de 4 toneladas por hora.

Dado que se trata de una planta móvil la resolución debe considerar la limitación de espacio y la reducción de peso.

La humedad de la materia prima ingresante debe estar por debajo del 15 % de humedad. Esta condición será cumplida por el viñedo quien percibirá ingresos por este material que hoy se consideran desechos.

#### **8.1.2. Introducción**

El objetivo de este apartado es definir el equipo que permita el abastecimiento eficiente de las materias primas que requiere la planta procesadora. Para ello se estudió la materia prima y tras plantear varios escenarios posibles se definió el flujo más óptimo en función de la producción diaria estimada.

El equipo finalmente elegido es una tecnología que ya se utiliza en el rubro agrario y ha demostrado sus ventajas reduciendo tiempos, mano de obra y por lo tanto costos.

### 8.1.3. Objetivos

El objetivo de esta sección es detallar los criterios para la selección de un sistema que permita transportar el Orujo desde el playón de secado a la planta procesadora para comenzar el proceso de producción.

Los objetivos de este apartado son los siguientes:

- Determinar parámetros de operación óptimos requeridos por el sistema para un funcionamiento eficiente.
- Verificar la existencia de un equipo en el mercado que cubran las necesidades estimadas.

### 8.1.4. Antecedentes

#### *Carga y traslado manual*

El transporte de materiales manualmente se remonta desde el principio de nuestra civilización. La carretilla más específicamente tal como la conocemos encuentra su origen en China en el siglo III AC. La misma es empleada para el transporte de objetos o sustancias de un punto a otro. Por otro lado, la acción de paleado implica mover una sustancia o conjunto de la misma de un lugar hacia otro empleando una pala. Esta acción requiere la participación de al menos una persona lo que implica potenciales lesiones y un caudal de material limitado, considerando la necesidad productiva implicaría provisionar 30 carretillas por hora demostrando la inviabilidad de emplear este método.

#### *Transporte neumático*

Las máquinas de transporte continuo se emplean ampliamente en la industria para transportar materiales secos, finos y a granel. El transporte neumático se basa en el movimiento de sólidos en una corriente de aire a una velocidad determinada y en una dirección predeterminada. A este sistema se le ha sumado la opción de succionado que implica la potencialidad de recoger sólidos de varios puntos distintos y dirigirlos a un mismo lugar. Dependiendo la tecnología utilizada ofrecen capacidades de hasta 120 [tons/hr] según la necesidad y permiten sistemas portátiles.

### 8.1.5. Marco teórico

#### *Materiales sólidos a granel*

Un material sólido a granel corresponde a un conjunto de partículas sólidas con distinto tamaño, pero de igual naturaleza. Es importante destacar que no todos los materiales sólidos a granel se pueden transportar neumáticamente a través de cañerías, sino sólo aquellos materiales secos, no cohesivos, de fácil escurrimiento y relativamente finos. Materiales frágiles pueden sufrir atrición y materiales abrasivos pueden causar un rápido desgaste en la cañería y accesorios. Es importante conocer las características físicas y propiedades de fluidez de los materiales.

Desde el punto de vista del transporte neumático, las características físicas más importantes son las siguientes: tamaño de partícula, densidad de partícula, forma de las partículas y contenido de humedad.

## *Sistemas de transporte neumático*

El transporte neumático implica la acción de transportar materiales sólidos a granel desde un punto (de alimentación) a otro punto (de descarga) mediante un flujo de gas dentro de una cañería. El transporte neumático de sólidos a granel es una disciplina utilizada desde el siglo pasado y existe un gran número de aplicaciones en distintos ámbitos de la industria como la minería, cemento, farmacéutica, alimentos, etc. Algunas de las aplicaciones típicas de estos sistemas son: Transporte de materiales a lugares remotos de planta, sistemas de llenado y vaciado de silos o tolvas, sistemas para descarga de barcos o camiones, transporte e inyección de materiales a reactores o cámaras de combustión y sistemas para la recolección de polvos.

La naturaleza de los fenómenos ocurridos al interior de la cañería al interactuar ambas fases (sólidos y gas) y el número de variables que afectan el comportamiento crean una problemática en cuanto a modelar teóricamente estos sistemas por lo que su diseño y operación se basa hasta el día de hoy en la experiencia práctica acumulada. (Cabrejos M F. , Como seleccionar el sistema de transporte neumático más adecuado para su material y aplicación, 1998)

## **Componentes**

Los sistemas neumáticos de succión y transporte están generalmente compuestos por las siguientes cuatro etapas básicas:

- **Soplador:** Componente esencial para la operación. Cumple el objetivo de mover el gas de transporte (normalmente aire). Esta acción se puede realizar mediante distintos tipos de sopladores pudiendo ser bombas de vacío o ventiladores cuya selección se ajusta a cada aplicación. El soplador debe proveer el flujo y presión adecuados para transportar material desde la alimentación hasta el separador.



**Bomba Lobular**



**Bomba Centrifuga/ventilador**

*Ilustración 18 - Tipos de sopladores. Fuente: Google Imágenes*

- **Alimentador:** Aquí es donde el material a transportar ingresa y se mezcla con el gas de transporte. Es en esta sección es donde se aceleran las partículas sólidas por esto es de vital importancia y requiere su diseño específico.



Ilustración 19 - Alimentadora. Fuente: Google Imágenes

- Cañería: es el medio en que el material realiza su recorrido. Incluye tramos horizontales, verticales, cambios de dirección, válvulas y accesorios, etc.
- Separador: En esta etapa ocurre la separación del material transportado del fluido de transporte mediante la desaceleración y recuperación de las partículas sólidas y está ubicada al final de cañería. Dependiendo de diversos factores relacionados principalmente con el material se utilizan para este fin cajas de impacto, cámaras de separación, precipitadores electrostáticos, ciclones, filtros de mangas, etc.

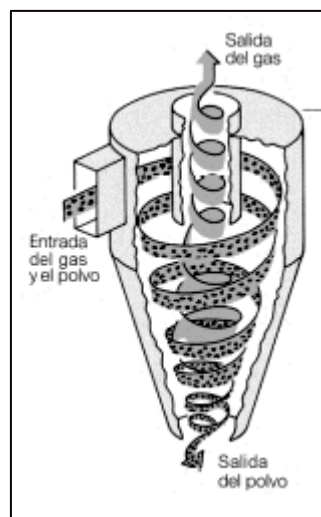
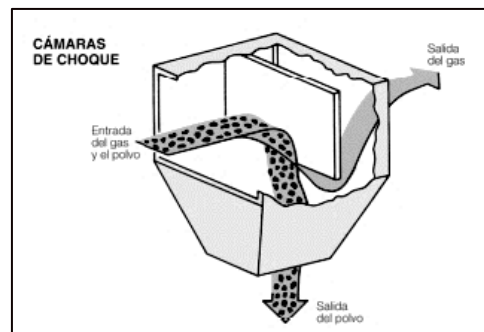


Ilustración 20 - Tipos de Separadores. Fuente: Ilustración 63 - Alimentadora. Fuente: [www.solerpalau.com](http://www.solerpalau.com), 2020.

## Clasificación de sistemas de transporte neumático

Los sistemas de transporte neumático son clasificados según la presión del sistema o la relación de carga a la cual operan.

### Clasificación de los sistemas de transporte neumático según la presión al interior del mismo:

- **Sistemas de presión positiva:** este es el método más utilizado en la industria gracias a su capacidad de cubrir grandes distancias con un alto tonelaje. Esta disposición busca transportar el material a múltiples puntos de descarga desde un único punto de alimentación. La alimentación del fluido de transporte se encuentra antes de la zona de alimentación operando así el sistema a una presión mayor que la presión atmosférica logrando “empujar” los sólidos durante todo el recorrido.

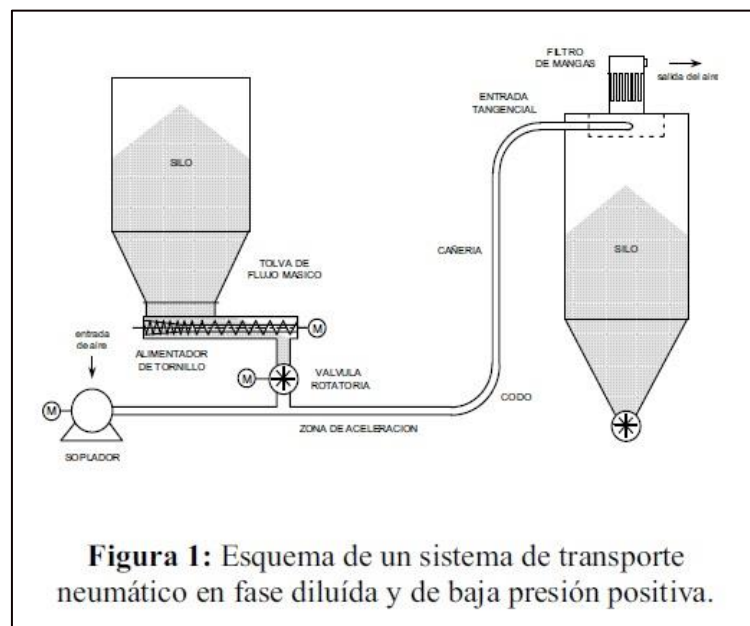


Ilustración 21 - Sistema de presión positiva. Fuente: molineria.online

- **Sistemas de presión negativa:** estos sistemas son especialmente empleados para lograr descargar el material en un único punto desde múltiples puntos de alimentación. Esta disposición, al tener el equipo motriz al final de la zona de transporte, trabaja a una menor presión a la presión atmosférica (vacío).



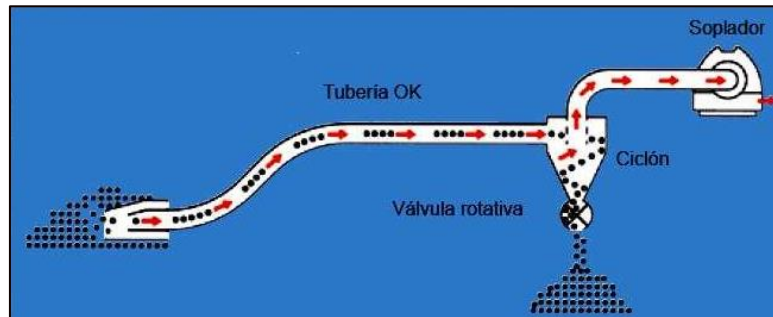


Ilustración 22 - Sistema de presión negativa. Fuente: Escuela-politécnica-nacional

- Sistemas combinados: Estos sistemas son una combinación de los sistemas anteriores y aprovechan la principal característica de ambos, es decir, permiten utilizar múltiples puntos de alimentación y puntos de descarga. Estos sistemas presentan secciones de presión negativa (alimentación) y presión positiva (descarga).

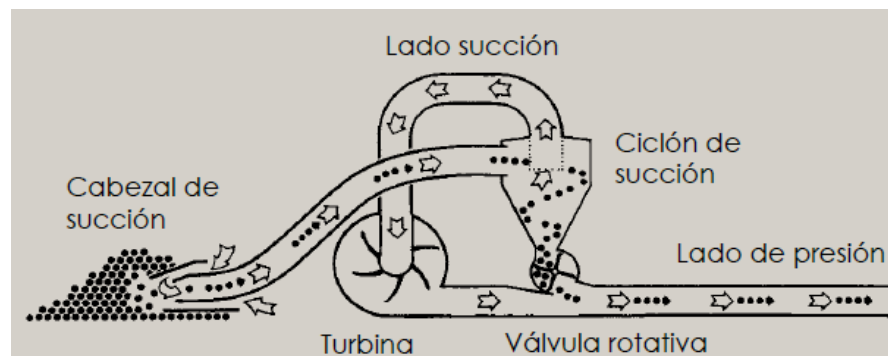


Ilustración 23 - Sistema combinado de presiones. Fuente: Folleto Kongskilde

### Clasificación de los sistemas de transporte neumático según la relación de carga

- Sistemas de fase diluida: estos sistemas utilizan gran cantidad de fluido a alta velocidad para transportar el material, por esto las partículas de material son mantenidas en suspensión mientras son transportadas en la cañería. Para mantener este flujo homogéneo y en suspensión se utiliza una relación de carga inferior a diez.
- Sistemas de fase densa: estos sistemas se caracterizan por operar con velocidades bajas y no se observa una suspensión del material. Es característica la concentración del material en la parte baja de la cañería y la aparición de "dunas" sobre esta durante la operación, o la generación natural de "cilindros" de material que avanzan por la cañería.

### Velocidad mínima de transporte

Uno de los parámetros más importantes para el diseño y operación de un sistema de transporte neumático es la velocidad de transporte ( $U_g$ ) a utilizar. El éxito del diseño depende de la correcta determinación de este parámetro, el cual afecta la caída de presión y el consumo de energía.

Sistemas diseñados para operar a bajas velocidades pueden presentar depósitos de sólidos en la parte inferior de la cañería o un flujo errático del material llegando a tapan la cañería. Por otro lado, operar un sistema a alta velocidad significa un alto consumo de energía, degradación del material y desgaste del sistema lo que se traduce en altos costos operacionales.

Para obtener la velocidad mínima de transporte ( $U_{g,mín}$ ) no existe en la literatura una fórmula o procedimiento universalmente reconocido. Durante los años se han acumulado gran cantidad de publicaciones con correlaciones empíricas para obtener esta velocidad basadas en ensayos de laboratorio para ciertos materiales, pero sigue sin existir un consenso. Hay coincidencia en que la velocidad mínima de transporte aumenta con el tamaño de partícula, densidad de partícula, diámetro de cañería y relación de carga del sistema. (Cabrejos M F. , Velocidad mínima de transporte en sistemas de transporte neumático en fase diluida. , 1998)

Parte de la dificultad de encontrar una correlación universal para la velocidad mínima de transporte es el desconocimiento teórico de los fenómenos de depósito y desprendimiento que ocurre al interior de una cañería en el transporte neumático y como se relacionan estos con la determinación de esta velocidad.

Dado que no se puede realizar el ensayo en un laboratorio se utilizará la correlación propuesta por Schade (Schade, 1987). En su trabajo, la velocidad crítica ( $U_{crit}$ ) la define como “la velocidad para que no existan partículas en reposo dentro de una cañería horizontal” y entrega la correlación mostrada en la ecuación (1-2):

$$U_{crit} = 1,2 \cdot \sqrt{gD} \cdot \left(\frac{D}{dp}\right)^{0,025} \left(\frac{\rho p}{\rho g}\right)^{0,34} \cdot u^{0,11}$$

(1-2)

Tabla 47 - Parámetros ecuación  $U_{crit}$ . Fuente: Schade, 1987

Simbología	Concepto	Unidades
$\rho g$	Densidad gas de transporte	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\rho p$	Densidad de partícula	[kg/m <sup>3</sup> ]
$dp$	Diámetro medio partícula	[m]
$D$	Diámetro interno Standard	[m]
$\mu$	Relación de carga	[-]

La velocidad optima de transporte, entendiéndola como el punto donde es seguro operar, sin caer en zonas de flujo inestable, considera un coeficiente C. (Cabrejos M F. , 2013)

$$V_{opt} = V_{crit} \cdot C$$

Siendo C:

$$1,15 < C < 1,2$$

### 8.1.6. Selección de equipo

El primer paso para realizar el diseño o selección de sistemas neumáticos es caracterizar el material que se desea transportar. El tamaño de la partícula es una característica importante cuando se trabaja con sistemas neumáticos, dado que afecta parámetros como la velocidad de transporte y dimensionamiento de los equipos. Respecto a este último punto se recomienda que la cañería de transporte tenga un diámetro interior de al menos 5 veces el tamaño máximo de las partículas (16 mm) a transportar para evitar atascamientos. Tras averiguar la existencia y medidas de cañerías en el mercado se adoptó un conducto cuyo diámetro es de 100 mm.

No fue posible determinar la velocidad mínima de transporte de manera experimental, por lo que se utiliza la correlación propuesta por Schade (Schade, 1987) considerando los valores de la tabla detallada a continuación:

Tabla 48 - Parámetros de selección de equipo

Simbología	Concepto	Valor	Unidades
$\rho g$	Densidad gas de transporte	1,205	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\rho p$	Densidad de partícula	1720	[kg/m <sup>3</sup> ]
$d_p$	Diámetro medio partícula	0,004	[m]
$D$	Diámetro interno Standard	0,10	[m]
$\mu$	Relación de carga	7,00	[-]

$$V_{crit} = \sqrt{gD} \cdot \left(\frac{D}{d_p}\right)^{0,025} \left(\frac{\rho p}{\rho g}\right)^{0,34} \cdot u^{0,11} = 15,7 \left[\frac{m}{s}\right]$$

Se adopta el coeficiente más alto sugerido:

$$C = 1,2$$

$$V_{opt} = V_{crit} \cdot C = 18,9 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

Debe considerarse que la velocidad de transporte mínima en sistemas de presión negativa es superior que en sistemas de presión positiva, por lo que se estima que 20 [m/s] como velocidad en cualquier punto de la cañería es aceptable.

El caudal que circula por el sistema puede ser estimado a partir de la velocidad de transporte necesaria y la sección de la cañería por medio de la relación matemática detallada a continuación:

$$Q_{vol} = V_{opt} \cdot Area \ ducto = 540 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

Por otro lado, es necesario comprender el caudal masico que requiere el siguiente subproceso (tolva). Esta se encuentra interrelacionada con la cantidad de materia prima que requieren las peletizadoras. Por lo tanto, la succionadora debe poder abastecer a la línea de producción (2,5T/h) y acumular en la tolva el recurso como almacenamiento temporario (1,5T). Por este motivo, para los cálculos se considera el cumplimiento de ambos requisitos en simultaneo en una hora, 4 toneladas.

La densidad del Orujo de uva es 369 kg/m<sup>3</sup>, por lo cual:

$$Volumen \ de \ Material \ requerido = \frac{Material \ requerido}{Densidad \ del \ Orujo} = \frac{4000 \frac{kg}{h}}{369 \frac{kg}{m^3}} = 10,84 \frac{m^3}{h}$$

$$Relacion \ Volumetrica, \frac{solido}{total \ fluido} = \frac{Volumen \ de \ Material \ requerido}{Q_{vol}} = \frac{10,84 \frac{m^3}{h}}{540 \frac{m^3}{h}} \cdot 100 = 2\%$$

A partir de los datos desarrollados se desprende que la relación volumétrica es 2% sólido y el 98% restante corresponde al gas transportador. Cabe mencionar que usualmente la relación volumétrica ronda el 10%. Sin embargo, en este caso, la instalación requiere una manguera de 50 metros de largo, dos codos, un tramo vertical y el dispositivo que se coloca en la punta para facilitar la aceleración de las partículas. Todos estos equipamientos restringen la circulación en la cual no puede disminuir la velocidad dada la condición de fase diluida, por este motivo las perdidas acaban impactando en la variación de presión que influye directamente en el caudal. Por otro lado, con esto valores nos aseguramos de que el equipo cumplirá con el requerimiento.

El sistema debe ser de fácil preparación y operación. Otro punto importante es que el sistema pueda ser utilizado no sólo con orujo sino con otros materiales que se deseen elaborar con la planta móvil peletizadora.

### 8.1.7. Conclusión – Succionadora

El diseño que más se ajusta a las necesidades de este proyecto es el que emplea la turbina de succión como corazón de esta tecnología. Esto se debe dado que son compactas, sencillas de operar y principalmente pueden descargar el material en un único punto desde múltiples puntos de alimentación. El sistema neumático es del tipo negativo y empleará mangueras flexibles para abarcar la superficie en donde esté disponible el orujo. Para la alimentación de sólidos a la cinta que deposita el material en la tolva (procesos posteriores) se utiliza una válvula rotatoria la cual cumple también la función de sello separando la zona de baja presión.

La Tabla 56 resume las principales características del sistema neumático requerido para facilitar la selección del equipo.

Tabla 49 - Características del sistema neumático

Características de sistema neumático		
Relación de carga	7	[-]
Flujo másico de sólidos	4000	[kg/hr]
Tipo de sistema	Presión negativa	
densidad de gas de transporte	1,205	[kg/m <sup>3</sup> ]
Caudal Volumétrico mínimo	540	[m <sup>3</sup> /hr]
Velocidad mínima de transporte	20	[m/s]
Distancia máxima de succión	40	m
D. int manguera	0,10	[m]
Alimentación y sello	Válvula rotatoria	
Separador	Ciclón convencional	

Con la información del cuadro precedente se realizó un exhaustivo relevamiento en el mercado local y extranjero. La oferta que mejor cumple los requerimientos mencionados se detalla a continuación. Por otro lado, en la sección de presupuestos se encontrará la pertinente oferta:

Tabla 50 - Características del equipo

Model:XL5
FOB price:USD5785
Delivery time:20 days after receive the payment
Payment; 30% in advance, 70% before shipment
Package:wooden box
Technical data:
Capacity :10T/H
Motor:11kw+0.75kw
Fan rotary speed:410rpm
Airlock rotary speed:60rpm
Air flow speed:24m/s
Pipe diameter:100mm
Max convey distance:50m
Max convey height:10m
Weight:780kg
Dimension:2080*1500*1750mm

## 8.2. Selección de Tolva

### 8.2.1. Introducción

Los silos se utilizan, en una amplia gama de la industria, para almacenar sólidos en cantidades muy variables. Pueden ser de diferentes tipos de acero, de hormigón armado o de otros materiales y su descarga puede, así mismo, ser por gravedad o utilizando procedimientos mecánicos. Los silos de acero son de diversos tipos que van desde estructuras formadas por chapas rigidizadas, a láminas. Su sustentación es muy diversa, apoyados en pilares, en su contorno, colgados, etc. Los silos de fondo plano suelen sustentarse directamente en la cimentación.

### 8.2.2. Definiciones

Silo: estructura cilíndrica o prismática, de paredes verticales, que pueden utilizarse para el almacenamiento de materiales.

Silo esbelto: aquel que cumple  $h/dc \geq 1,5$

Silo compacto: el que cumple  $h/dc < 1,5$

Tolva: depósito con paredes inclinadas de forma troncocónicas o tronco-piramidal. Puede además servir como fondo de un silo.

Transición: sección de unión del silo con la tolva.

Patrón de flujo: modelo que depende del comportamiento del material en su descarga.

Existen tres patrones: de masa, de embudo e interno (figura 69).

Flujo de masa: es aquel en el que todas las partículas almacenadas se mueven durante la descarga (figura 69).

Flujo de embudo (o flujo central): cuando se desarrolla un perfil en U del material que fluye con una zona confinada por encima de la salida y el material adyacente a la pared en la zona cercana de la salida permanece estacionario. El canal de flujo puede llegar en su intersección con las paredes verticales del silo o llegar a la superficie del material (figura 69).

Flujo interno: es aquel en el que el canal de flujo se extiende hasta la superficie del material almacenado (figura 69).

Carga de caída: es una carga local en la transición durante la descarga.

Carga específica: carga local que actúa sobre una zona de la pared del silo. (1991-1-2, 2019 )

### **8.2.3. Objetivo**

Diseñar estructuralmente la tolva y su estructura de soporte. Además, establecer todas las especificaciones técnicas de las partes componentes. Para ello es necesario desarrollar el cálculo de las cargas debidas al material almacenado en la tolva para poder calcular y seleccionar los componentes más adecuados a nuestra necesidad.

### **8.2.4. Antecedentes**

Dado que en nuestro país no se contaba hasta principios de 2020 con un criterio de cálculo estructural para la fabricación e instalación de silos y/o tolvas en el país, hemos recurrido a la búsqueda de normas internacionales aplicadas en otros países, para tener un lineamiento claro de cálculo. Hoy en día se está trabajando con normas y reglamentos internacionales.

Como resultado de la búsqueda de información que hemos realizado, detectamos que en enero 2020 se aprobó recientemente la Norma IRAM 8150 “Silos Aéreos de Acero para Almacenamiento de Granos” para favorecer la estandarización y elevar la calidad de los equipos que se puedan comercializar en el territorio nacional.

La norma IRAM 8150 determina la metodología de cálculo estructural de un silo y/o tolva considerando las presiones que generan las cargas provenientes del material almacenado, lo que se determinó en ensayos con sensores tipo strain gage. Por otra parte, contempla las diversas condiciones medioambientales a los que se pueden someter los silos y/o tolvas, ya que en nuestro territorio hay eventos de sismos, nieve, fuertes vientos, etc., que influyen directamente sobre los equipos y el producto almacenado. A nivel nacional aún no se cuenta con un reglamento técnico que vuelva obligatorio el uso de la mencionada norma.

Considerando que la mencionada norma es muy reciente y además que la misma se basa en normas europeas establecidas con mucha anterioridad, hemos decidido por justificar nuestros cálculos utilizando los Eurocódigos estructurales, los cuales son un conjunto de normas europeas redactadas por la Asociación Española de Normalización (UNE). Los métodos para el cálculo de las cargas y la estructura se basan en las reglas dadas en la norma “UNE-EN 1991-1-2:2019 - Eurocódigo 1: Diseño Estructural de Silos y/o Tolvas metálicas”, la cual establece las guías para el diseño estructural que se han obtenido de numerosas experiencias.

### **8.2.5. Marco teórico**

Para este proyecto se pueden distinguir los siguientes pasos:

- Determinar las características del flujo del material.
- Determinar la geometría del silo con el fin de que posea la capacidad necesaria. Obtener un patrón de flujo de características adecuadas y por tanto aceptables, que aseguren una descarga fiable. Pueden utilizarse alimentadores mecánicos especiales.
- Estimar las cargas que actúan sobre el silo, tanto debidas al material almacenado como a otras tales como el viento, instalaciones auxiliares, térmicas, etc.
- Cálculo y detalles de la estructura.

La tolva debe estar definida antes de proceder al cálculo. Las cargas debidas al material almacenado dependen, entre otras variables, del patrón de flujo, de las propiedades del material y de la geometría. Los métodos de análisis estructural y de diseño dependen fundamentalmente de la geometría y del patrón de flujo.

### 8.2.6. Clasificación de los silos

Para el diseño estructural, los silos se clasifican de acuerdo con el Eurocódigo, en las clases o categorías siguientes:

Clase 1: Silos pequeños cuya capacidad es menor de 100 toneladas. Su construcción es sencilla y robusta, teniendo en general reservas sustanciales de resistencia.

Clase 2: Silos de capacidad intermedia (de 100 a 1.000 toneladas). Pueden diseñarse mediante cálculos manuales sencillos. Hay que garantizar el flujo de cargas y presiones que den resultados fiables.

Clase 3: Silos grandes (de capacidades superiores a 1000 toneladas). Se requieren conocimientos especializados con el fin de prevenir los problemas debidos a la incertidumbre relativos a la distribución de cargas y presiones. Están justificados análisis más sofisticados, tales como elementos finitos, etc.

Clase 4: silos con descarga excéntrica, en los que la excentricidad de la salida  $e_0 > 0,25 d_c$ .

Para nuestro caso, la tolva pertenece a la clase 1.

En lo que se refiere al diseño, los silos y tolvas se clasifican también según el tamaño, la geometría, el patrón de flujo de descarga, del material almacenado, del tipo estructural.

#### Tamaño y Geometría

El tamaño y geometría dependen de los requerimientos funcionales tales como el volumen de almacenamiento, el sistema y forma de descarga, las propiedades del material almacenado, el espacio disponible, consideraciones de tipo económico, etc. Normalmente el depósito está constituido por una forma vertical (silo) con un fondo plano o con un fondo de paredes inclinadas (tolva). Suelen tener una sección transversal circular, cuadrada, poligonal. La figura 1 muestra figuras típicas de silos y tolvas.

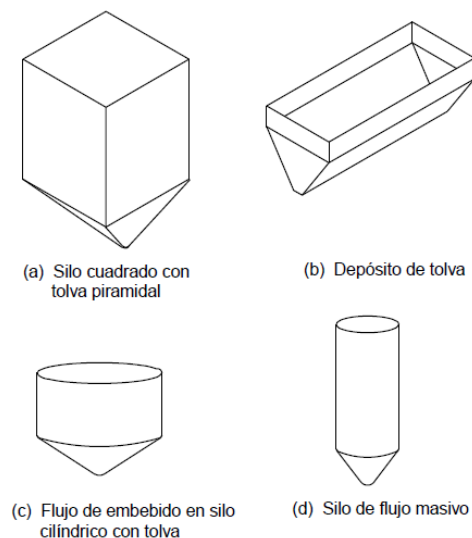


Ilustración 24 - Típicas geometrías de contenedores. Fuente: Eurocódigo

Los silos cilíndricos son estructuras más eficaces que los prismáticos desde el punto de vista del costo estructural. En cuanto a capacidad de almacenamiento de un silo de sección cuadrada, almacena un 27% más que uno cilíndrico de diámetro igual al lado del anterior. Si el silo tiene fondo plano su capacidad de almacenamiento es máxima para la misma altura.



El tamaño del silo lo determina la relación entre la alimentación y la descarga, dependiendo así mismo de la cantidad de material a almacenar. Descargas muy rápidas requieren tolvas de paredes muy inclinadas y altas. Los silos de fondo plano se utilizan cuando la velocidad de descarga que se necesita es baja, el tiempo de almacenamiento es largo y el volumen de material es grande.

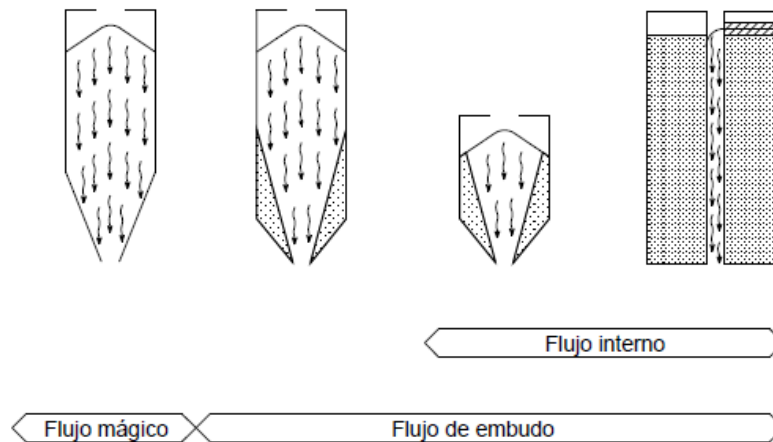
La relación entre la altura del silo y su diámetro influye en las cargas que produce el material almacenado.

El Eurocódigo los clasifica en esbeltos cuando  $h/dc \geq 1,5$  y compactos si  $h/dc < 1,5$ .

Las tolvas son generalmente troncocónicas, tronco-piramidales u otras formas. Las tolvas tronco-piramidales son más fáciles de construir aunque pueden presentar problemas en el flujo de descarga debido a la acumulación del material en las esquinas. Las salidas pueden ser concéntricas o excéntricas. Deben evitarse en lo posible las descargas excéntricas ya que es más difícil evaluar la distribución de presiones y puede presentar problemas de solidificaciones del material almacenado. El ángulo de inclinación de las paredes de las tolvas se adopta con el fin de obtener una descarga continua que proporcione el flujo de material deseado.

### *Patrón de Flujo*

El Eurocódigo describe dos tipos de flujo, que se muestran en la siguiente figura.



*Ilustración 25 - Patrones de flujo. Fuente: Eurocódigo*

Son el flujo de masa y el flujo de embudo. La presión de la descarga está influenciada por dichos patrones y, por lo tanto, debe asegurarse dicho patrón antes del cálculo de las cargas debidas al material almacenado. En el caso de flujo de masa, todo el contenido fluye como una masa única y el flujo sucede de manera que el material que entra primero sale primero. En silos de flujo de embudo el material fluye por un canal central y, por tanto, el último que entra el primero que sale.

El tipo de flujo depende de la inclinación de las paredes de la tolva y del coeficiente de rozamiento de material contra las paredes. El flujo de masa ocurre cuando las paredes de la tolva son altas e individuales mientras que el embudo aparece en silos compactos con paredes de tolva poco inclinadas. El Eurocódigo presenta un método gráfico (mostrado en la siguiente ilustración) para determinar el patrón de flujo en tolvas cónicas u otras formas, únicamente a efecto de diseño estructural. Cuando no es claro el tipo de flujo deben comprobarse ambos.

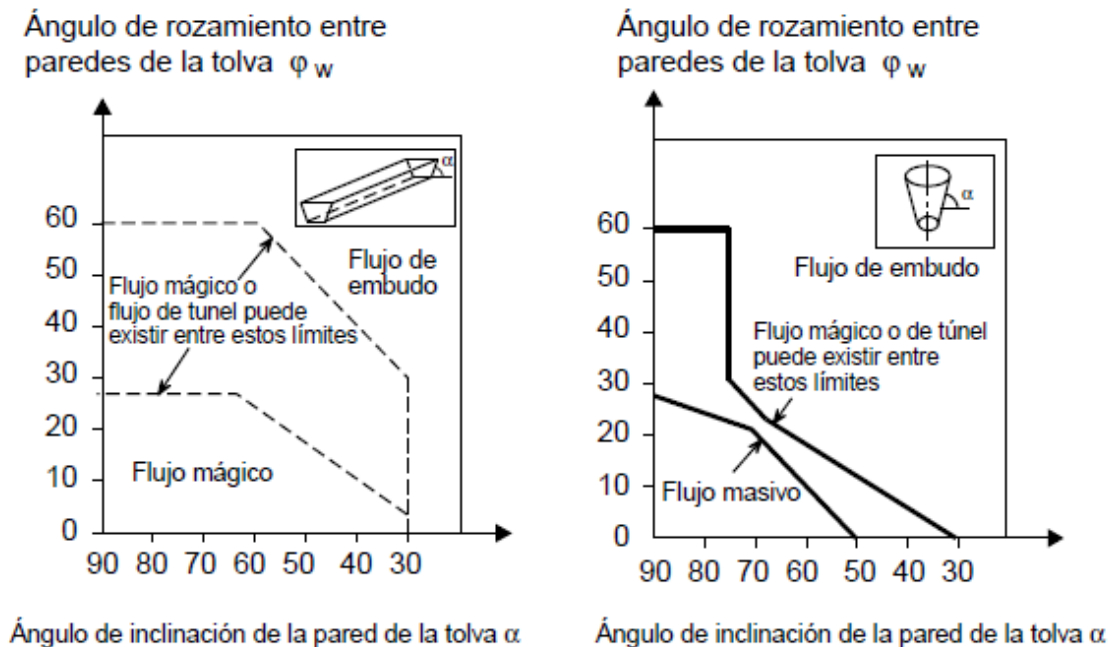


Ilustración 26 - Método gráfico para la determinación del patrón de flujo. Fuente: Eurocódigo

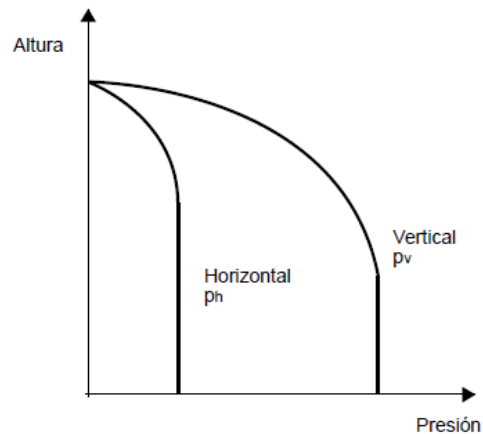
### Material estructural

La mayoría de los silos son de acero u hormigón armado. La elección depende, desde el punto de vista económico, de los costes de materiales, de la fabricación y montaje. Hay otros factores tales como el espacio disponible. Las ventajas principales de los silos de acero frente a los de hormigón son:

- i. los silos y tolvas de acero pequeños y medianos pueden ser prefabricados con un tiempo de montaje considerablemente inferior;
- ii. si su estructura es atornillada son relativamente fáciles de desmontar y trasladar a otro lugar.

Los inconvenientes principales de los silos y tolvas de acero son la necesidad de mantenimiento contra la corrosión y desgaste, que harán preciso, en este caso, el forrado de las paredes y posibilidad de crear agua de condensación que puede dañar los productos almacenados sensibles a la humedad tales como granos, etc.

La elección de material estructural depende también de su geometría. Las paredes de los silos están sometidas a cargas horizontales y verticales. Las cargas verticales son debidas al rozamiento del material sobre las paredes y las horizontales debidas al empuje del material. Los silos de hormigón armado hay que tener especial cuidado en el cálculo de los esfuerzos debido a los empujes y las tracciones correspondientes. En los silos metálicos, en particular los de sección circular, los empujes transversales son soportados mediante un esfuerzo de tracción de la virola. En estos silos hay que tener en cuenta los efectos del pandeo debidos a las cargas verticales. La siguiente ilustración indica la variación de las presiones horizontales y verticales en función de la altura. A partir de una cierta profundidad la variación de la presión horizontal es despreciable. Los silos de hormigón son más eficaces para casos de silos altos y los metálicos cuando son poco profundos.



*Ilustración 27 - Distribución de las presiones horizontales y verticales en función de la altura del material almacenado. Fuente: Eurocódigo*

### 8.2.7. Cálculo de las presiones sobre las paredes

#### *Generalidades*

La mayoría de las teorías existentes para el cálculo de cargas del material almacenado en silos parten del supuesto de que la distribución de presiones alrededor del perímetro es uniforme a cualquier profundidad. En realidad, siempre existe una no uniformidad de la carga. Esto puede ser consecuencia de imperfecciones en las paredes, de la influencia de técnicas de llenado no concéntricas, o de agujeros de descarga posicionados excéntricamente respecto al centro de este.

La presión ejercida por el material almacenado sobre la pared del silo es distinta cuando el material fluye que cuando está estacionario. El estado tensional mientras el material está almacenado cambia al empezar a fluir y las paredes del contenedor están sometidas a altas presiones localizadas de corta duración. El no tener en cuenta, en el diseño, la carga no uniforme es la principal causa de fallos en los silos.

#### *Eurocódigo - Reglas para el cálculo de las cargas debidas al material almacenado*

El Eurocódigo da reglas detalladas para el cálculo de las cargas debidas al material almacenado en los silos, sujetas a las limitaciones siguientes:

- La excentricidad de la entrada y la salida se limita a 0,25 dc donde dc es el diámetro del contenedor o la longitud del lado más corto.
- El impacto de las cargas durante el llenado es pequeño.
- Los dispositivos de descarga no tienen influencia en la distribución de las presiones.
- El material almacenado fluye libremente y presenta una baja cohesión.

Existen reglas para el cálculo de cargas en silos esbeltos, compactos y homogéneos. Las cuatro cargas siguientes están especificadas y pueden definirse utilizando las abreviaturas que muestra la siguiente imagen.

- carga horizontal y rozamiento en la pared
- carga puntual
- carga de la tolva
- carga de caída

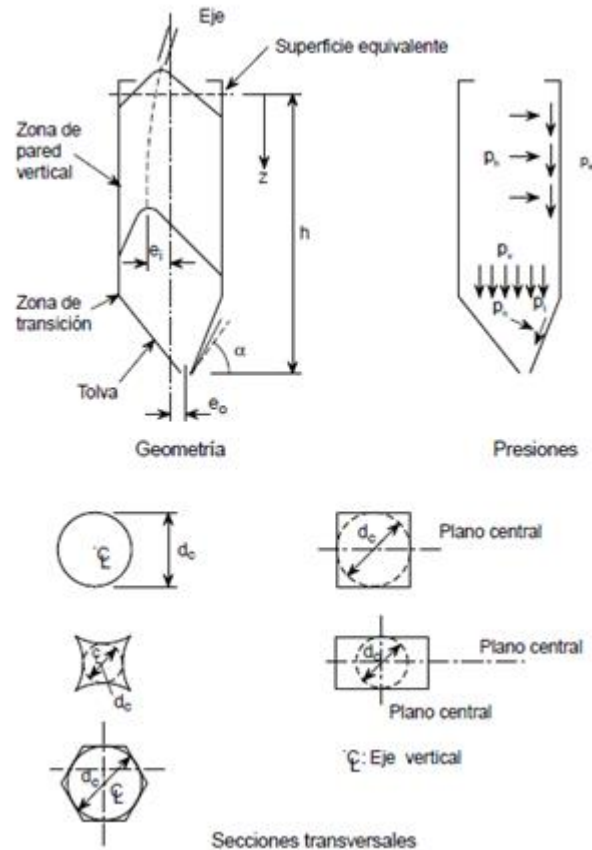


Ilustración 28 - Formas de silos mostrando las anotaciones de dimensiones y presiones. Fuente: Eurocódigo

Las cargas horizontales ( $p_{ht}$ ) y de rozamiento en la pared ( $p_{wt}$ ) iniciales son uniformes a cualquier profundidad del silo. Se multiplican por un coeficiente constante para compensar las desviaciones de la presión durante la descarga. Se añade a la carga simétrica una carga puntual para simular el efecto de una carga no simétrica.

Debido a la complejidad del análisis estructural de placas que incorporan carga puntual, el Eurocódigo permite la utilización de una distribución de presión simétrica para el cálculo de contenedores con diámetro inferior a 5 metros. La presión simétrica se aumenta para compensar la presión puntual, y fruto de ello es el diseño de contenedores seguros, pero más conservadores que los diseñados para presiones puntuales y una presión simétrica inferior.

Las cargas debidas a la tolva consisten en una distribución lineal de presiones y una carga instantánea. Esta carga instantánea únicamente se aplica en la transición en el caso de flujo de masa.

### Presión horizontal y presión de fricción de la pared

La presión horizontal a cualquier profundidad del silo se calcula mediante la clásica teoría de Janssen. El autor consideró el equilibrio vertical de una porción horizontal a través del material almacenado en un contenedor (Ilustración 29) y obtuvo la siguiente relación:

$$A(\sigma_v + d\sigma_v) + U\mu K_s \sigma_v dz = \gamma Adz + A\sigma_v \quad (1)$$

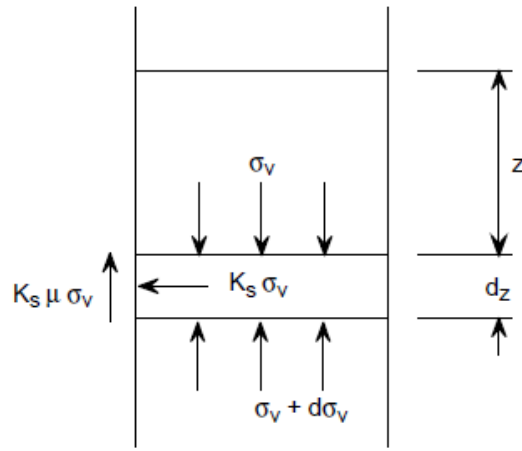


Ilustración 29 - Tensiones en una franja horizontal del silo. Fuente: Eurocódigo

Con la reorganización y solución de la ecuación diferencial de primer orden se obtiene la ecuación de Janssen para la presión vertical  $p_v$  a la profundidad  $z$ , la presión horizontal  $p_h$  y la presión debida a la fricción en la pared  $p_w$ :

$$p_v = \frac{\gamma A}{U\mu K_s} \left[ 1 - e^{\left(-zK_s \frac{\mu U}{A}\right)} \right] \quad (2)$$

$$p_h = K_s p_v \quad (3)$$

$$p_w = \mu p_h \quad (4)$$

La precisión del método depende de la selección de un valor para la relación entre la presión horizontal y la presión vertical  $K_s$  y del coeficiente de fricción de la pared.

Las presiones en las paredes del silo varían debido a que se llenan con materiales que pueden presentar propiedades distintas en momentos distintos. El Eurocódigo tiene en cuenta esta situación y proporciona un rango de propiedades para los materiales más comúnmente almacenados.

La presión horizontal más desfavorable se obtiene cuando  $K_s$  presenta el valor máximo y  $\mu$  el mínimo.

La carga de fricción en la pared se da cuando  $\mu$  y  $K_s$  presentan ambos valores máximos.

Para mayor facilidad el Eurocódigo proporciona una fórmula para el cálculo de la fuerza de compresión axial en el silo debida a la presión de fricción de la pared a cualquier profundidad.

La compresión axial por unidad de perímetro a una profundidad  $z$  es igual a la integral de la presión debida al rozamiento sobre la pared, cuyo valor es:

$$P_w(z) = \int_0^z P_{wf}(z) dz = \gamma \frac{A}{U} [z - z_0 (1 - e^{-z/z_0})]$$

### 8.2.8. Análisis y diseño estructural

#### *Selección de la Forma del Silo*

En la etapa de diseño, se estudia la geometría del silo y se tienen en cuenta los costos de las distintas formas estructurales. Los costos de materiales, fabricación, montaje y transporte influyen en la selección de la forma de la estructura. Los silos de acero suelen tener una sección transversal rectangular o circular. Los silos circulares suelen ser más económicas que los rectangulares porque las paredes circulares están sometidas a cargas de tracción como membrana mientras que las rectangulares lo hacen a flexión, con un rendimiento menos eficaz. Los silos rectangulares necesitan, aproximadamente, 2,5 veces más acero que silos circulares de la misma capacidad.

Los rectangulares tienden a ser estructuras fuertemente rigidizadas, mientras que las circulares a menudo no están rigidizadas, excepto en la parte superior y en la transición con la tolva. Los silos rectangulares, generalmente, tienen grandes reservas de resistencia (Virués, 2016)

#### *Diseño de Silos No Circulares*

La Ilustración 30 muestra un típico silo rigidizado no circular. Para el diseño estructural deben seguirse los siguientes pasos:

- selección de los sistemas de apoyo, de rigidización de las uniones,
- diseño de las chapas que conforman las paredes,
- diseño de la rigidización vertical y horizontal incluyendo la viga perimetral en la transición,
- diseño de los soportes.

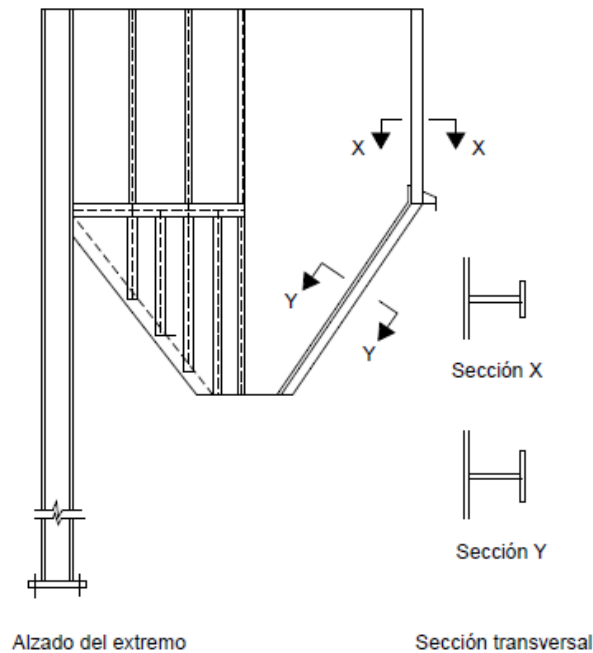


Ilustración 30 - Rigidez típica en un silo rectangular. Fuente: Eurocódigo

Las presiones en las paredes vertical e inclinadas se calculan utilizando los sistemas establecidos anteriormente. El diseño estructural se presenta a continuación.

### Chapas de Pared

Los silos no circulares tienden a ser estructuras fuertemente rigidizadas, como se muestra en la figura 9. Las cargas de material en el silo se aplican directamente a las chapas de las paredes, y se transmiten a los rigidizadores. Las paredes están sujetas a flexión y tracción. Las fuerzas debidas al rozamiento producen una compresión vertical sobre las paredes y, debido a la rigidez de los nudos y a los apoyos, una flexión en el plano de las paredes.

Básicamente, existen dos enfoques para el análisis del sistema estructural. O se analiza el silo como un conjunto de componentes aislados o como una construcción continua. La mayoría de los manuales recomiendan el primer enfoque. Las paredes se diseñan en unas determinadas condiciones de contorno y se desprecia la interacción entre las chapas. Esta solución está orientada al caso de silos de chapas planas. Una solución más económica podría ser utilizar chapas de perfil onduladas. En este caso, la pared del silo se diseña teniendo en cuenta las características geométricas correspondientes a la sección del perfil ondulado.

La presión sobre las paredes se soporta, en parte por la acción de la chapa a flexión y, en parte, por la acción como membrana. Las paredes del silo se analizan generalmente utilizando la teoría de la pequeña flecha. Las flechas de la pared son pequeñas (menores que el espesor de la chapa) y, por ello, en el proyecto es aceptable suponer que la carga se soporta enteramente mediante flexión de la chapa. Generalmente se utilizan tres métodos de cálculo. Las paredes de chapas entre rigidizadores con una relación aparente superior a dos a uno se analizan como vigas que sólo se

flectan en una dirección. Se considera como una viga continua con luz entre rigidizadores apoyada en los extremos.

Las chapas con una relación aparente menor que dos a uno se proyectan a partir de datos tabulados (placas). El momento flector máximo para chapas con bordes simplemente apoyados o bordes fijos, viene dado por:

$$M_{\max} = \alpha p a^2 b \quad (15)$$

donde

$a$  y  $b$  son las dimensiones de chapa más corta y larga respectivamente

Tabla 51 - chapas con cantos simplemente apoyados o con bordes fijos. Fuente: Eurocódigo

b/a	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0	4,0	>5,0
$\alpha$	0,048	0,063	0,075	0,086	0,095	0,108	0,119	0,123	0,125

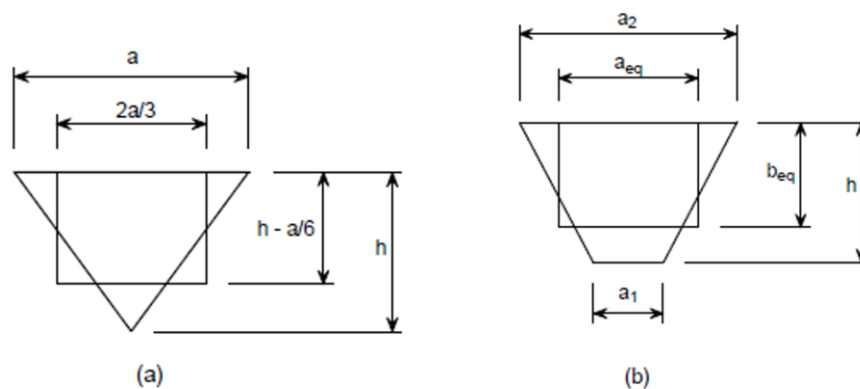
Tabla 1  $\alpha$  para chapas con cantos simplemente apoyados

b/a	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	>2,5
$\alpha$	0,0513	0,0665	0,0757	0,0817	0,0829	0,0833

Tabla 2  $\alpha$  para chapas con bordes fijos

$p$  es la presión normal media

$\alpha$  viene dada en las tablas 1 y 2.



$$a_{\text{eq}} = \frac{2a_2 (2a_1 + a_2)}{3 (a_1 + a_2)}$$

$$b_{\text{eq}} = h - \frac{a_2 (a_2 - a_1)}{6 (a_1 + a_2)}$$

Ilustración 31 - Placa rectangular equivalente a una planta trapezoidal. Fuente: Eurocódigo



No se dan tablas para el análisis de chapas trapezoidales, por lo que las paredes de la tolva se analizan como chapas rectangulares idealizadas y sus dimensiones se calculan a partir de las fórmulas dadas en la Ilustración 31.

Los dos métodos que se han descrito dan lugar a dimensionamientos conservadores debido a la geometría de la chapa y a las condiciones de entorno supuestas. Mediante la utilización de técnicas numéricas como el método de elementos finitos para analizar la interacción de las varias barras de la placa sujetas a cargas en el plano y fuera de él puede lograrse una mayor precisión.

### **Inestabilidad de la Placa**

Es poco probable que el pandeo sea el que decida el espesor de pared de las placas analizadas según la teoría de la flecha pequeña. Por ello, en general se adopta un análisis de estabilidad conservador y se calcula la carga de pandeo elástica crítica suponiendo que las únicas cargas que actúan están en el plano de la chapa. La carga de pandeo elástica crítica puede calcularse a partir de la ecuación:

$$f_{cr} = \frac{k \pi^2 E}{12 (1 + \mu^2) \left(\frac{b}{t}\right)^2} \quad (16)$$

Se supone que la chapa está libremente apoyada en los cuatro bordes, y que está sometida a una carga uniforme o que aumenta de forma lineal. Si hace falta, puede calcularse la resistencia al pandeo de una chapa de perfil plano compensando por la resistencia adicional debida a la presión lateral del material almacenado y a la resistencia post pandeo.

## **8.2.9. Diseño del sistema**

### *Introducción y ámbito*

A continuación, se desarrolla el cálculo de la tova de acero que, en nuestro caso, está formada por un silo superior que es un prisma cuadrangular seguido inferiormente de una tolva con paredes inclinadas de forma tronco-piramidal y estructuralmente unido mediante soldadura. Es una de las muchas formas tratadas en el Eurocódigo en el apartado de “Diseño Estructural de Silos” y en este caso específico se considera como base del diseño, su utilización como almacenamiento del material granulado a granel. El mecanismo de llenado se proyecta para no superar la excentricidad máxima admitida, ya que en nuestro caso no es posible una concetricidad perfecta con el fondo del silo.

Las cargas debidas al material almacenado se calculan de acuerdo con las normas del Eurocódigo.

### *Propiedades del material almacenado*

Las propiedades del material consideradas para el cálculo de las cargas que actúan sobre la estructura pueden determinarse por ensayo o, como en nuestro caso, tomando los valores de la Tabla 52 (tabla 4.1 del Eurocódigo 1 Parte 4). Se han tomado los valores de la cebada por ser un material con propiedades muy similares a las del orujo de uva.

Tabla 52 - Características de los materiales ensilados

Material	Densidad $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Relación de presiones $K_{s,m}$	Coefficiente de rozamiento $\mu_m$ acero	Coefficiente de rozamiento $\mu_m$ hormigón	Coefficiente de mayoración de la carga $C_0$
Cebada	8,5	0,55	0,35	0,45	1,35
Cemento	16	0,50	0,40	0,50	1,40
Clínker cemento	18	0,45	0,45	0,55	1,40
Arena seca	16	0,45	0,40	0,50	1,40
Harina	7	0,40	0,30	0,40	1,45
Cenizas volantes	14	0,45	0,45	0,55	1,45
Maíz	8,5	0,50	0,30	0,40	1,40
Azúcar	9,5	0,50	0,45	0,55	1,40
Trigo	9	0,55	0,30	0,40	1,30
Carbón	10	0,50	0,45	0,55	1,45

Densidad real (material compactado y húmedo):

$$\gamma = 8.500 \frac{N}{m^3}$$

Densidad aparente (material sin compactar cargado en la tolva):

$$\gamma = 3.620 \frac{N}{m^3}$$

Coefficiente rozamiento contra las paredes de acero, factor  $\mu$ : 0,35

Relación de presión horizontal-presión vertical, factor  $K_s$ : 0,55

Las propiedades del acero considerado en esta estructura son:

Límite elástico  $f_y = 230 \text{ N/mm}^2$  ( $t \leq 40^\circ\text{C}$ )

Módulo de elasticidad  $E = 210 \text{ KN/mm}^2$

### Clasificación del silo

Capacidad de la tolva (un bolsón Big Bag - media hora de producción aprox.)

$$C_t = 1.250 \text{ kg} = 12.262 \text{ N}$$

Peso específico del material

$$\gamma = 369 \frac{\text{kg}}{m^3} = 3.620 \frac{N}{m^3}$$

Volumen útil de la tolva

$$V_{\text{útil}} = 90\%$$

Volumen orujo

$$Volumen\ orujo = \frac{Capacidad\ tolva}{Peso\ específico} = \frac{12.262N}{3.620 \frac{N}{m^3}} = 3,38m^3$$

Volumen de la tolva:

$$Volumen\ tolva = \frac{Volumen\ orujo}{V_{\acute{u}til}} = \frac{3,38m^3}{0,9} = 3,8m^3$$

En este caso el silo o tolva puede estar clasificado en Clase 1, con capacidad inferior a 1.000 kN y es preciso garantizar el tipo de flujo, con el fin de asegurar unas presiones sobre las paredes reales.

Luego evaluamos la esbeltez de nuestra tolva. Dado que la relación de altura sobre el lado más pequeño da como resultado 0,78, lo cual es inferior a 1,5, se considera que nuestra tolva no es esbelta.

### *Cargas de llenado debidas al material almacenado*

#### **Presión vertical sobre el fondo del silo**

$$p_v = \frac{\gamma * A}{U * \mu * k_s} * \left[ 1 - e^{(-h * k_s * \frac{\mu * U}{A})} \right]$$

Donde:

$$A = 1,122m * 0,6m = 0,673m^2$$

$$U = 2 * 1,122m + 2 * 0,6m = 3,444m$$

$k_s$  y  $\mu$  son factores multiplicadores que tienen en cuenta la variabilidad del material almacenado, obtenidos de la Tabla 52 (tabla 4.1 del Eurocódigo 1 Parte 4).

$$k_s = 0,55$$

$$\mu = 0,35$$

El Eurocódigo reconoce que la variabilidad inherente de los materiales almacenados y las simplificaciones de modelos de carga producen diferencias entre los valores de la presión calculados y los reales. Por esta razón,  $k_s$  y  $\gamma$  son maximizados o minimizados con el fin de obtener la combinación más desfavorable dependiendo de la presión que estemos calculando. Por lo tanto, las combinaciones de  $k_s$  y  $\gamma$  según la presión serán:

Para el cálculo de las presiones verticales:

$$k_{s1} = 0,9 * k_s$$

$$\mu_1 = 0,9 * \mu$$

Para el cálculo de las presiones horizontales:

$$k_{s2} = 1,15 * k_s$$

$$\mu_2 = 0,9 * \mu$$

Para el cálculo de las presiones de rozamiento:

$$k_{s3} = 1,15 * k_s$$

$$\mu_3 = 1,15 * \mu$$

**PRESION VERTICAL MÁXIMA (Pv)**

$$k_{S1} = 0,9 * 0,55 = 0,495$$

$$\mu_1 = 0,9 * 0,35 = 0,315$$

$$p_{Vmax1} = \frac{\gamma * A}{U * \mu_1 * k_{S1}} * \left[ 1 - e^{\left(-h * k_{S1} * \frac{\mu_1 * U}{A}\right)} \right]$$

$$p_{Vmax1} = \frac{8.500 \frac{N}{m^3} * 0,673m^2}{3,444m * 0,315 * 0,495} * \left[ 1 - e^{\left(-0,67+0,7\right)m * 0,495 * \frac{0,315 * 3,444m}{0,673m^2}} \right]$$

$$p_{Vmax1} = 7.083 \frac{N}{m^2}$$

### Presión horizontal sobre el fondo del silo

#### PRESION HORIZONTAL MÁXIMA (Ph)

$$k_{S2} = 1,15 * 0,55 = 0,63$$

$$\mu_2 = 0,9 * 0,35 = 0,315$$

$$p_{Vmax2} = \frac{\gamma * A}{U * \mu_2 * k_{S2}} * \left[ 1 - e^{\left(-h * k_{S2} * \frac{\mu_2 * U}{A}\right)} \right]$$

$$p_{Vmax2} = \frac{8.500 \frac{N}{m^3} * 0,673m^2}{3,444m * 0,315 * 0,63} * \left[ 1 - e^{\left(-0,67+0,7\right)m * 0,63 * \frac{0,315 * 3,444m}{0,673m^2}} \right]$$

$$p_{Vmax2} = 6.288 \frac{N}{m^2}$$

$$p_{Hmax} = k_{S2} * p_{Vmax2} = 0,63 * 6.288 \frac{N}{m^2}$$

$$p_{Hmax} = 3.962 \frac{N}{m^2}$$

### Presión debida al rozamiento contra la pared del fondo

#### PRESION DE FRICCION EN LA PARED (Pw)

$$k_{S3} = 1,15 * 0,55 = 0,63$$

$$\mu_3 = 1,15 * 0,35 = 0,41$$

$$p_{Vmax3} = \frac{\gamma * A}{U * \mu_3 * k_{S3}} * \left[ 1 - e^{\left(-h * k_{S3} * \frac{\mu_3 * U}{A}\right)} \right]$$

$$p_{Vmax3} = \frac{8.500 \frac{N}{m^3} * 0,673m^2}{3,444m * 0,41 * 0,63} * \left[ 1 - e^{\left(-0,67+0,7\right)m * 0,63 * \frac{0,41 * 3,444m}{0,673m^2}} \right]$$

$$p_{Vmax3} = 5.380 \frac{N}{m^2}$$

$$p_{Wmax} = \mu_3 * k_{S3} * p_{Vmax3} = 0,41 * 0,63 * 5.380 \frac{N}{m^2}$$

$$p_{Wmax} = 1.390 \frac{N}{m^2}$$

### *Cargas debidas a la descarga*

Las presiones debidas a la descarga se componen de una carga fija y una carga libre denominada carga específica.

#### **Carga Fija**

Presión horizontal

$$p_{He} = c_o * p_{Hmax}$$

Donde  $c_o$  es un coeficiente amplificador de la carga obtenido de la Tabla 52 (tabla 4.1 del Eurocódigo 1 Parte 4).

$$c_o = 1,35$$

$$p_{He} = c_o * p_{Hmax} = 1,35 * 3.962 \frac{N}{m^2} = 5.350 \frac{N}{m^2}$$

Presión debida al rozamiento contra las paredes

$$p_{We} = c_o * p_{Wmax}$$

$$p_{We} = c_o * p_{Wmax} = 1,35 * 1.390 \frac{N}{m^2} = 1.877 \frac{N}{m^2}$$

#### **Carga Libre**

Para el cálculo de dicha carga pueden utilizarse las reglas específicas. Sin embargo, con el fin de simplificar el diseño y dado que el lado menor de la tolva es menor a 5 metros, puede utilizarse el método simplificado establecido en el Eurocódigo para calcular las presiones adicionales debido a la descarga.

Para calcular las presiones totales debido a la descarga mediante el método simplificado es habitual llevar a cabo un cálculo preliminar de la fuerza de tracción periférica en el fondo del silo.

#### **Espesor de pared**

Fuerza de tracción periférica por unidad de longitud:

$$t_h = \gamma_Q * p_{He} * l$$

Donde  $\gamma_Q$  es un factor de seguridad para tener en cuenta las cargas variables, de acuerdo con el Eurocódigo.

$$\gamma_Q = 2$$

$$t_h = \gamma_Q * p_{He} * \frac{l}{2} = 2 * 5.350 \frac{N}{m^2} * 1,952m = 20.887 \frac{N}{m} = 20,9 \frac{N}{mm}$$

$$\sigma_F = 240 \frac{N}{mm^2}$$

$$E = 210 \frac{kN}{mm^2}$$

$$t = \frac{t_h}{\sigma_F} = \frac{20,9 \frac{N}{mm}}{240 \frac{N}{mm^2}} = 0,09mm$$

Si se utiliza una soldadura a tope con penetración total y tomando un factor de eficacia de la unión de 0,8, entonces:

$$t_1 = \frac{t}{0,8} = \frac{0,09mm}{0,8} = 0,12mm$$

Para facilitar la fabricación y el montaje, se decide utilizar un espesor mínimo de 2 mm.

$$t_1 = 2mm$$

$$\frac{l}{t} = \frac{1952mm}{2mm} = 976 > 200 \Rightarrow \text{Pared delgada}$$

El silo se clasifica como de pared delgada. La presión horizontal total en la base del silo es:

Para el caso de llenado y descarga concéntricos o que no exceden la excentricidad admisible:

$$\beta_1 = 1$$

$$p_{Hes} = p_{He} * (1 + 0,1 * \beta_1) = 5.350 \frac{N}{m^2} * (1 + 0,1) = 5.885 \frac{N}{m^2}$$

La presión total por rozamiento contra las paredes es:

$$p_{Wes} = p_{We} * (1 + 0,2 * \beta_1) = 1.877 \frac{N}{m^2} * (1 + 0,2) = 2.252 \frac{N}{m^2}$$

### *Comprobación frente al pandeo*

El modo de fallo más frecuente en los silos y tolvas de acero es el pandeo de la pared sometida a compresión axial. Esta compresión axial puede ser debida a las cargas combinadas de la fricción en la pared, de las debidas al techo y de las del equipo adicional.

El método para el cálculo de la tensión de pandeo elástica crítica establecido en el Eurocódigo es el método resumido por Rotter, el cual es un enfoque sencillo y conservador al adoptar la tensión crítica elástica clásica multiplicada por un coeficiente de seguridad empírico  $\gamma$ .

$$f_{CR} = \gamma * 0,605 * \frac{E * t}{r}$$

Donde

$$\gamma = 0,15$$

La influencia de la presión lateral se desprecia y se supone que la lámina está comprimida axialmente de manera uniforme.

La tensión de compresión vertical en la base de la tolva es igual a la suma de todas las cargas verticales que actúan sobre la pared. La tolva no incluye cubierta ni ningún equipo auxiliar por lo que las únicas fuerzas verticales existentes se generan debido a la presión por rozamiento del material almacenado. La compresión axial en la base de la tolva es igual a la suma de las anteriores presiones por rozamiento contra la pared. Las presiones debidas a la descarga por rozamiento contra la pared se suman y nos dan el caso de carga más desfavorable, que según el Eurocódigo 1: Parte 4, cláusula 4.2.1 la fórmula es la siguiente:

$$p_{ws} = c_o * (1 + 0,2 * \beta_1) * \gamma * \frac{A}{U} * \left[ z - z_0 * \left( 1 - e^{(-z/z_0)} \right) \right]$$

Donde, según la Tabla 52 (tabla 4.1 del Eurocódigo 1 Parte 4):

$$c_o = 1,35$$

$$(1 + 0,2 * \beta_1) = 1,2$$

$$z_0 = \frac{A}{k_s * \mu * U} = \frac{0,673m^2}{0,55 * 0,35 * 3,444m} = 1,02m$$

$$p_{ws} = 1,35 * 1,2 * 8.500 \frac{N}{m^3} * \frac{0,673m^2}{3,444m} * \left[ (1,37 - 1,02)m * \left( 1 - e^{(-1,37/1,02)} \right) \right]$$

$$p_{ws} = 0,7 \frac{N}{mm}$$

El esfuerzo axial unitario es igual al esfuerzo axial multiplicado por un coeficiente de seguridad para tener en cuenta las cargas variables, que según el Eurocódigo 1: Parte 2.

$$p_{wd} = \gamma_Q * p_{ws} = 2 * 0,7 \frac{N}{mm} = 1,4 \frac{N}{mm}$$

De acuerdo con el espesor indicado anteriormente de 2 mm, obtenemos una tensión de diseño de:

$$f_{DIS} = \frac{1,4 \frac{N}{mm}}{2mm} = 0,7 \frac{N}{mm^2}$$

La tensión crítica de pandeo es:

$$f_{CR} = \gamma * 0,605 * \frac{E * t}{r} = 0,15 * 0,605 * \frac{210 * 10^3 \frac{N}{mm^2} * 0,002m}{0,9m}$$

$$f_{CR} = 42,35 \frac{N}{mm^2}$$

Por lo tanto, tenemos que:

$$f_{DISEÑO} < f_{CRÍTICA}$$

$$0,7 \frac{N}{mm^2} < 42,35 \frac{N}{mm^2}$$

De este modo queda evidenciado que la tensión de diseño no supera a la tensión crítica de pandeo, por lo que el espesor de 2 mm considerado es suficiente para que la tolva resista la carga.

### 8.2.10. Conclusión

El Eurocódigo proporciona reglas simplificadas para el proyecto funcional de silos y tolvas y el cálculo de cargas en los tipos más comunes.

Las cargas no uniformes deben tenerse muy en cuenta en el proyecto.

Los silos no circulares son estructuras fuertemente rigidizadas proyectadas para soportar cargas a flexión. En general se diseñan de forma conservadora. Dado ello, hemos llegado a definir que necesitamos que la tolva está compuesta por chapas de acero inoxidable AISI 304 de 2

milímetros de espesor para poder resistir a las diferentes cargas a las que va a estar sometida en los diferentes momentos, ya sea durante la carga, la descarga o el almacenamiento.

## **8.3. Selección del tornillo sinfín**

### **8.3.1. Generalidades**

La necesidad de trasladar material en forma vertical y horizontal en un mismo proceso puede ser un desafío cuando se requiere automatizar el flujo de materiales. Existen diversas soluciones para lograr el transporte propuesto. Entre estas alternativas se encuentran: cinta transportadora con paletas, elevador a cangilones y tornillo sin fin.

- Cinta transportadora: consiste en una banda de material flexible que apoyada sobre una placa metálica y rodillos ubicados en forma de “cama” tiene la capacidad de girar. Todo material que se ubique sobre esta banda se transportará longitudinalmente por la máquina. Las cintas transportadoras inclinadas pueden tener como variante unas paletas ubicadas en la banda, para evitar que el material caiga en el sentido contrario al desplazamiento por efecto de la gravedad.
- Elevador a cangilones: el mismo propone un sistema de elevación y transporte por medio de cajones o “cangilones” que recolectan material a granel. Tales recipientes se encuentran conectados a un sistema de transmisión, y al elevarse y llegar a la parte final de la máquina vuelcan el material que cae por acción de la gravedad.
- Tornillo sinfín: esta máquina consiste en un eje roscado que se encausa dentro de un tubo de sección total o parcial. El paso de la rosca o helicoides es muy grande para alojar una porción considerable de material por cada vuelta. El paso puede ser constante o variable.

La cinta transportadora inclinada tiene limitaciones en el ángulo máximo de inclinación. Aunque se ha mencionado que se puede dotar a la cinta de paletas para evitar que el material se desplace en sentido contrario, si la velocidad se incrementa, con ángulos mayores a 30° se comienzan a notar grandes dificultades para transportar correctamente el material.

El elevador a cangilones, en cambio, tiene la capacidad de elevar verticalmente al material a granel, lo que conlleva un ahorro de espacio. Sin embargo, requiere “tomar” el material desde un recipiente más grande, lo que conlleva una contra cuando se quiere optimizar el espacio ocupado por el proceso.

Finalmente, se encuentra el tornillo sinfín, comúnmente utilizado en la elevación de cargas inclinadas por su versatilidad en lo referido al ángulo de elevación. De hecho, el tornillo sinfín puede utilizarse inclusive para elevar cargas verticalmente, aunque no sea lo recomendado.

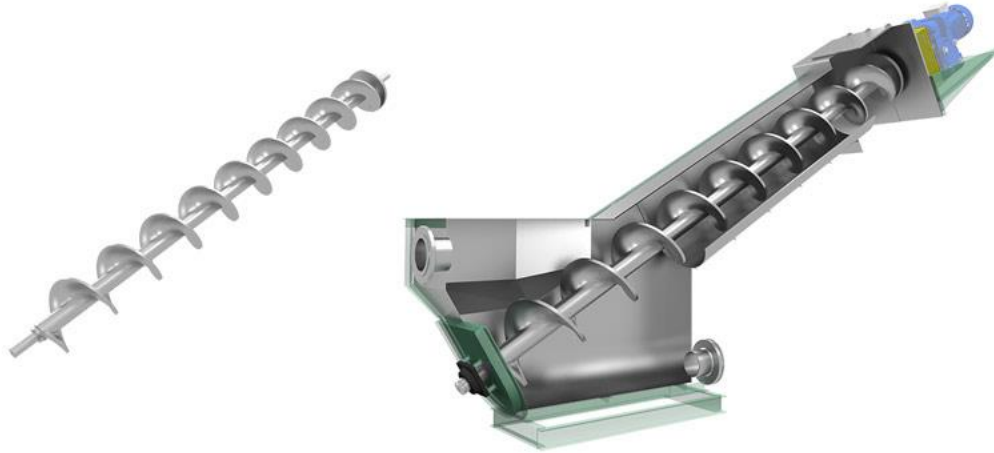
Esta alternativa es la seleccionada para transportar el orujo desde el aspirador a la tolva y desde la tolva al colector de las peletizadoras.

### *Características del tornillo Sinfín*

Un grupo motorreductor situado en uno de los extremos del eje del tornillo hace girar la hélice que arrastra el producto a transportar.

El eje es propulsado por un motor y el acople se produce a través de engranajes o cadenas.





*Ilustración 32 - Tornillo sin fin inclinado. Fuente: parason.com, 2020.*

Estos transportadores se caracterizan por su sencillez de fabricación, con diseño compacto de fácil instalación. Comparados con otros sistemas, constituye un sistema de bajo costo.

La posibilidad de hacer fácilmente hermético el sistema evita la generación de polvos y posibles exhalaciones molesta. Las bocas de carga y descarga pueden ubicarse en diferentes puntos y ser una o varias a la vez.

Entre las desventajas de aplicar este sistema mecánico se observan mayores requerimientos de potencia para su accionamiento y pérdidas de eficiencia en elevaciones inclinadas o de gran longitud (se suelen emplear para longitudes de trasiego de material menores de 50 metros). Es un sistema que genera un fuerte desgaste en los componentes, por lo que se limita su uso a manipular materiales siempre no abrasivos

Además, el uso de transportadores de tornillo sin fin está limitado a materiales que no sean frágiles o delicados.

## Clasificación

Existen varios tipos de transportadores a tornillo sin fin. Los más comunes son:

- Tornillo sin fin de hélice helicoidal
- Tornillo sin fin de hélice seccional
- Tornillo sin fin de paletas cortadas
- Tornillo sin fin de paletas tipo cinta



Ilustración 33 - Tipos de hélices. Fuente: Google imágenes.

### 8.3.2. Componentes del sistema

#### Hélice y eje

La hélice suele ser una chapa de acero conformada para tal fin. Puede ser enteriza o por tramos, dependiendo de la complejidad del tornillo.

El diámetro mayor de la hélice se encuentra unos centímetros por debajo del diámetro del tubo inferior. Esto es necesario para que el eje “roscado” gire libremente sin rozamientos con la carcasa.

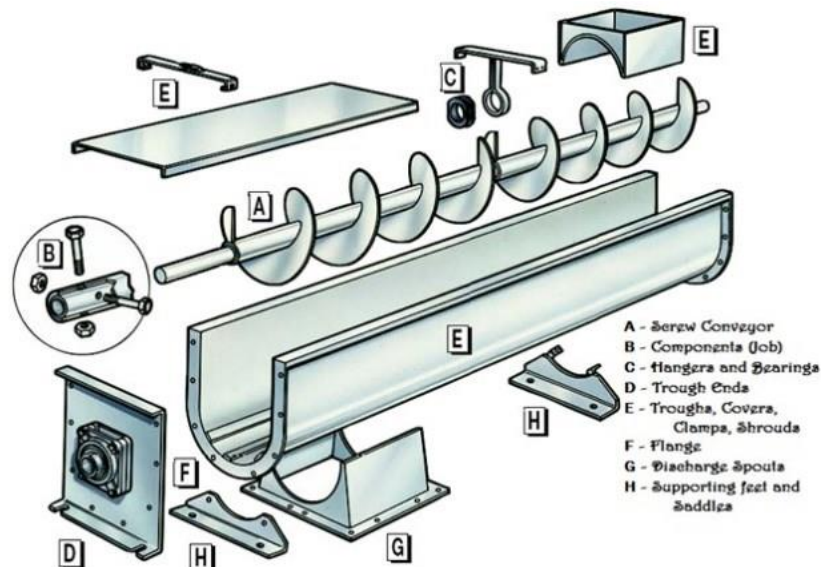


Ilustración 34 - Componentes del tornillo sinfín. Fuente: <https://blogmech.com>, 2020.

Como se aprecia en la figura, la hélice va montada sobre el eje portante del tornillo, que a su vez es el generador del movimiento giratorio al estar engranado a un grupo motriz en uno de sus extremos.

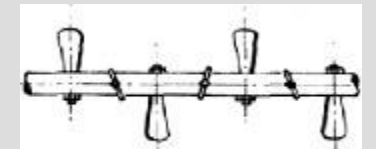
El eje debe verificarse a la flexión, dado que suelen ser esbeltos. Se recomienda colocar cojinetes o apoyos cada 3 o 4 metros, para evitar la flexión por peso propio o por la carga del material.

La instalación de estos soportes intermedios produce zonas de interrupción en la hélice, que suelen generar zonas de atasco del producto, por lo que se recomienda extremar el cuidado en el diseño de estos puntos de apoyo.

Si se desea evitar la utilización de estos apoyos intermedios, se pueden utilizar ejes macizos. Sin embargo, la limitación de la distancia entre apoyos está delimitada por la deformación por torsión del eje.

A continuación, en la siguiente tabla se muestran los distintos tipos de hélices, según el tipo de material a transportar y de la función a realizar:

Tabla 53 - Tipos de tornillos sin fin. Fuente: <https://ingemecanica.com/>, 2020.

Tipo de Hélice	Tipo de Material para Transportar / Aplicación	Figura
Hélice continua, de paso igual al diámetro	Tipo de hélice normal para transporte de sólidos	
Hélice de gran paso, de 1,5 a 2 veces el diámetro	Se utiliza para productos que fluyen muy bien	
Hélice de pequeño paso, normalmente la mitad del diámetro	Se utiliza en tornillos sin fin inclinados hasta unos 20-25°, o cuando se quiere un prolongado tiempo de permanencia del producto en el transportador con el objeto de enfriarlo, secarlo, etc.	
Hélice de paso variable	Utilizado para compresión de productos, como es el caso de las prensas de tornillo.	
Hélice de diámetro variable	Se utiliza como extractor dosificador de sólidos de tolvas.	
Hélice de cinta	Tipo de hélice adecuada para productos que producen atascamiento.	
Hélice mezcladora, con dos hélices tipo cinta, uno a derecha y otro a izquierda	Se utiliza como equipo mezclador	
Hélice mezcladora, con eje provisto de paletas	Se utiliza como equipo mezclador	

### *Carcasa*

La carcasa está conformada por un recipiente de chapa con forma de cilindro o de “U” dependiendo del fin del transportador.

La carcasa puede ser conformada por una o varias piezas, soldadas o con uniones roscadas o remaches.

Dependiendo del material transportado pueden fabricarse de chapas de acero al carbono con algún recubrimiento superficial, o directamente de acero inoxidable, especialmente en el rubro alimenticio.

En la carcasa se colocan tanto las bocas de carga (normalmente situada en la tapa superior) como la de descarga (situada en el canalón), dispuestas de acuerdo con las necesidades del proceso tecnológico.

En algunos casos, por necesidades higiénicas, sanitarias o de otra índole, las paredes de la carcasa del transportador son totalmente cerradas y herméticas, configurando una especie de tubo dentro del cual gira el sin fin.

### *Conjunto moto reductor*

Se dispone generalmente de un sistema electromecánico para proveer de giro al tornillo. El motor eléctrico es ideal para instalarse en estos sistemas, siempre complementado por un sistema de cadenas o engranajes.

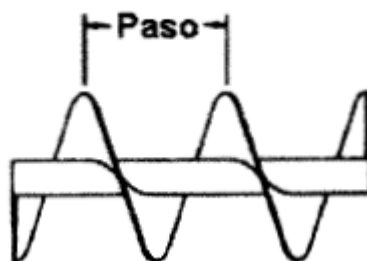


*Ilustración 35 - Motor con reductor montado en un tornillo sin fin. Fuente: <http://www.gearboxtransmission.com/>, 2020.*

El sistema motor reductor se dispone generalmente cercano a la salida del tornillo, lo que evita la contaminación del material.

### *Paso y Diámetro del tornillo*

Se conoce como “paso” a la distancia entre dos picos o dos valles. En el caso de los transportadores a tornillo sinfín, debido a que los picos se encuentran bastante alejados en proporción a un tornillo, los valles se encuentran “aplanados”. En tal caso se puede interpretar como la distancia entre dos puntos homólogos de un valle.



*Ilustración 36 - Paso de un tornillo sinfín. Fuente: <http://www.dspace.espol.edu.ec/>*

El paso de la hélice puede expresarse en función del diámetro, lo cual es útil para comparar entre tornillos de diversos tamaños. Se obtiene entonces un coeficiente que nos orienta sobre cuántas veces está comprendido el diámetro del tornillo en el paso.

#### **8.3.3. Cálculo empírico**

##### *Velocidad de giro del tornillo*

La velocidad de giro ( $n$ ) de los transportadores de tornillo depende, entre otros factores, de la naturaleza del material a transportar.

En este sentido y según el tipo de material a desplazar, la velocidad de giro del tornillo suele estar comprendida, con buena aproximación, entre 50 y 150 rpm, para materiales más “pesados” y “livianos” respectivamente.

El procedimiento empírico se toma de una tesis de grado de UTN Facultad Regional San Rafael (consultar ítem 11. Bibliografía: MANSILLA, 2014, UTN FRSR).

En base a la experiencia y lo recomendado por normas, se recomienda reducirla velocidad en casos de abrasividad del material o en diámetros grandes de tornillos.

Para fijar parámetros comparativos entre naturalezas de materiales, se dividen los mismos en “clases” como se muestra a continuación:

Tabla 54 – Velocidad máxima del tornillo. Fuente: MANSILLA, 2014, UTN FRSR.

Diámetro del tornillo (mm.)	Velocidad máxima (r.p.m.) según la clase de material (*)				
	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V
100	180	120	90	70	30
200	160	110	80	65	30
300	140	100	70	60	25
400	120	90	60	55	25
500	100	80	50	50	25
600	90	75	45	45	25

### Tipos de materiales

Tabla 55 - Tipos de materiales. Fuente: MANSILLA, 2014, UTN FRSR.

Clase	Características	Peso específico t/m <sup>3</sup>	Ejemplos
I	Pulverulentos, no abrasivos.	0,4 - 0,7	Cebada, trigo, malta, arroz y similares. Harina de trigo y similares. Carbón en polvo. Cal hidratada y pulverizada.
II	En granos o pequeños tamaños	0,6 - 0,8	Haba de soja. Granos de café, cacao y maíz. Carbón de hulla
III	Semi - abrasivos de pequeño tamaño	0,6 - 1,2	Bórax. Carbón vegetal. Corcho troceado. Pulpa de papel. Leche en polvo. Sal.



<b>IV</b>	Semi - abrasivos o abrasivos	0,8 - 1,6	Negro de humo. Harina de huesos. Cemento. Arcilla. Azufre. Arena.
<b>V</b>	Abrasivos, troceados o en polvo	>1,6	Cenizas Hollines Cuarzo pulverizado Arena silícea.

### *Capacidad de transporte*

#### **Generalidades**

Antes de conocer las expresiones matemáticas que permiten obtener el flujo de material que puede desplazar un transportador de tornillo, es necesario definir los siguientes conceptos:

#### **Área de relleno del canalón (S):**

El área de relleno (S) del canalón que ocupa el material que mueve el transportador, se puede obtener mediante la siguiente expresión (MANSILLA, 2014):

$$S = \lambda * \frac{\pi * D^2}{4}$$

*donde,*

*S es el área de relleno del transportador, en m<sup>2</sup>*

*D es el diámetro del canalón del transportador, en m*

*λ es el coeficiente de relleno de la sección.*

Este coeficiente de relleno (λ) deberá ser menor que la unidad con objeto de evitar que se produzca amontonamiento del material que dificultaría su correcto flujo a lo largo del canalón.

En la siguiente tabla se indican los valores del coeficiente de relleno (λ) en función del tipo de carga que transporta el tornillo:



Tabla 56 - Coeficientes de Relleno. Fuente: MANSILLA, 2014, UTN FRSR.

Tipo de carga	Coeficiente de relleno, $\lambda$
Pesada y abrasiva	0,125
Pesada y poco abrasiva	0,25
Ligera y poco abrasiva	0,32
Ligera y no abrasiva	0,4

### Velocidad de desplazamiento del transportador ( $v$ ):

La velocidad de desplazamiento ( $v$ ) del transportador es la velocidad con la que desplaza el material en la dirección longitudinal del eje del tornillo. Depende tanto del paso del tornillo como de su velocidad de giro.

La expresión que permite conocer la velocidad de desplazamiento en un transportador de tornillo es la siguiente (MANSILLA, 2014):

$$V = \frac{p * n}{60}$$

donde,

$v$  es la velocidad de desplazamiento del transportador, en m/s

$p$  es el paso del tornillo o paso de hélice, en m

$n$  es la velocidad de giro del eje del tornillo, en r.p.m.

### Determinación del flujo de material

La capacidad de transporte de un transportador de tornillo sin fin viene determinada por la siguiente expresión que calcula el flujo de material transportado (MANSILLA, 2014):

$$Q = 3600 * S * v * \rho * i$$

donde,

$Q$  es el flujo de material transportado, en t/h

$S$  es el área de relleno del transportador, en m<sup>2</sup>, visto en el apartado anterior

$v$  es la velocidad de desplazamiento del transportador, en m/s, visto en el apartado anterior

$\rho$  es la densidad del material transportado, en t/m<sup>3</sup>

$i$  es el coeficiente de disminución del flujo de material debido a la inclinación del transportador.

En la siguiente tabla se muestran los valores de este coeficiente ( $i$ ) de disminución de flujo que indica la reducción de capacidad de transporte debida a la inclinación:

Tabla 57 - Coeficientes de disminución de flujo. Fuente: MANSILLA, 2014, UTN FRSR.

Inclinación del canalón	0°	5°	10°	15°	20°
-------------------------	----	----	-----	-----	-----

<i>i</i>	1	0,9	0,8	0,7	0,6
----------	---	-----	-----	-----	-----

Con ángulos mayores de 20°, se recomienda reducir el paso del tornillo para paliar los efectos de la gravedad en la carga.

Si se sustituye las expresiones que calculan el área de relleno del transportador (*S*) y de la velocidad de desplazamiento (*v*) vistas en el apartado anterior, la capacidad de flujo de material transportado (*Q*) resultaría finalmente como (MANSILLA, 2014):

$$Q = 3600 * \lambda * \frac{\pi * D^2}{4} * \frac{\rho * n}{60} * \rho * i$$

A título de ejemplo se incluye la siguiente tabla donde se recogen algunos datos indicativos relativos a la capacidad de transporte de un tornillo sin fin de tipo comercial:

Tabla 58 -Capacidad de transporte de un sin fin. Fuente: MANSILLA, 2014, UTN FRSR.

Ø del tornillo (mm) ... ..	160	200	250	315	400	500	630	800
Paso de hélice (mm) ... ..	160	200	250	300	355	400	450	500
Velocidad normal (r.p.m.)...	70	65	60	55	50	45	40	35
Capacidad en horizontal al 100 % (m <sup>3</sup> /h) ... ..	14	26	45	78	130	217	342	525

### *Capacidad de transporte de un tornillo sin fin*

#### Potencia de accionamiento

#### Generalidades

La potencia de accionamiento (*P*) de un transportador de tornillo sin fin se compone de la suma de tres componentes principales, según se refleja en la siguiente expresión (MANSILLA, 2014):

$$P = P_H + P_N + P_i$$

donde,

$P_H$  es la potencia necesaria para el desplazamiento horizontal del material

$P_N$  es la potencia necesaria para el accionamiento del tornillo en vacío

$P_i$  es la potencia necesaria para el caso de un tornillo sin fin inclinado.

#### Cálculo de la potencia total

Para el cálculo de la potencia total (*P*) de accionamiento de un transportador de tornillo se deberá calcular previamente las necesidades de potencia de cada tipo, según lo indicado en el apartado anterior, y posteriormente sumarlas para el cálculo de la potencia total.

**Potencia para el desplazamiento horizontal del material ( $P_H$ ):**

La potencia necesaria para realizar el desplazamiento horizontal del material se calcula mediante la siguiente expresión (MANSILLA, 2014):

$$P_H(kW) = C_o \frac{Q * L}{367} =$$

donde:

$Q$  es el flujo de material transportado, en t/h

$L$  es la longitud del transportador, en m

$c_o$  es el coeficiente de resistencia del material transportado.

Para el conocer el valor de este coeficiente, se puede emplear la tabla adjunta obtenida empíricamente a partir del ensayo con materiales de distinta naturaleza:

Tabla 59 - Coeficiente  $C_o$ . Fuente: MANSILLA, 2014, UTN FRSR.

Tipo de material	Valor de $c_o$
Harina, serrín, productos granulados	1,2
Turba, sosa, polvo de carbón	1,6
Antracita, carbón, sal de roca	2,5
Yeso, arcilla seca, tierra fina, cemento, cal, arena	4

**Potencia de accionamiento del tornillo en vacío ( $P_N$ ):**

La potencia necesaria para el accionamiento del tornillo en vacío se puede calcular con bastante aproximación mediante la siguiente expresión (MANSILLA, 2014):

$$P_N(kW) = \frac{D * L}{20}$$

donde,

$D$  es el diámetro de la sección del canalón de la carcasa del transportador, en m

$L$  es la longitud del transportador, en m

Normalmente, el valor nominal de esta potencia es muy pequeña en comparación con la potencia necesaria para el desplazamiento del material del punto anterior.

**Potencia para el caso de un tornillo sin fin inclinado ( $P_i$ ):**

Esta componente se aplica para el caso que se use un transportador de tornillo inclinado, donde exista una diferencia de cota ( $H$ ) entre la posición de la boca de entrada del material y la boca de salida o de descarga.

En este caso, la potencia necesaria para realizar el desplazamiento del material por un transportador de tornillo inclinado se emplea la siguiente expresión (MANSILLA, 2014):

$$P_i(kW) = \frac{Q * H}{367}$$

donde,

$Q$  es el flujo de material transportado, en t/h

$H$  es la altura de la instalación, en m

Finalmente, la potencia total ( $P$ ) necesaria para el accionamiento de un transportador de tornillo resulta de la suma de las distintas necesidades de potencias calculadas anteriormente:

$$P = P_H + P_N + P_i = C_o * \frac{Q * L}{367} + \frac{D * L}{20} + \frac{Q * H}{367}$$

Que finalmente se puede expresar como (MANSILLA, 2014):

$$P = \frac{Q * (C_o * L + H)}{367} + \frac{D * L}{20}$$

### 8.3.4. Cálculo según norma ANSI-CEMA

El primer paso para calcular los parámetros de un transportador a tornillo sinfín es definir claramente las condiciones del material y las características técnicas del transporte.

La siguiente información será el punto de partida para el cálculo del transportador a tornillo sinfín:

Tabla 60 - Características del transporte. Fuente: elaboración propia.

Material	Orujo de uva		(Grape pomace)	
Característica	Valor	Unidad	Value	Units
Densidad (Bulk)	320	kg/m <sup>3</sup>	15	lb/ft <sup>3</sup>
Capacidad másica Requerida	4000	kg/h	8820	lb/h
Capacidad vol. Requerida	12,5	m <sup>3</sup> /h	588	ft <sup>3</sup> /h
Longitud	2,5	m	8,2025	ft
Inclinación	35	Grados	0,610865	Rad

Una vez definidas las condiciones de trabajo, se caracteriza el material según la norma ANSI-CEMA 350. El siguiente procedimiento, junto con las tablas e ilustraciones a continuación, serán extractos de dicha norma y de la guía de ingeniería para transportadores a tornillo sinfín de KWS.

Tabla 61 - Características de los materiales. Fuente: Guía de ingeniería KWS.

Bulk Material	Maximum Particle Size (In.)	Bulk Density (lbs/ft <sup>3</sup> )	% Trough Loading	Material Factor (MF)	Component /Bearing Series	Abrasiveness	Corrosiveness	Flowability	Special Notes
Fuller's Earth, Oil Filter, Burned	-1/8	40	15	2.0	C4	III	I	II	
Fuller's Earth, Oil Filter, Raw	-1/8	35-40	30B	2.0	B4	II	I	II	
Fuller's Earth, Oil Filter, Spent	35% oil	60-65	15	2.0	D4	III	I	III	I, O
Galena (Lead Sulfide)	-100M	240-260	30A	1.2	B4	II	I	II	G, L, P
Gelatin, Granulated	-1/8	32	30A	0.8	A2	I	I	III	J, K, M, V
Gilsonite	-1/2	37	30B	1.5	D4	II	II	III	H, L
Glass, Batch	-1/2	80-100	15	2.5	D4	III	I	III	
Glue, Ground	-1/8	40	30A	1.7	B4	II	I	IV	M
Glue, Pearl	-1/2	40	30A	0.5	A1-A2-A3	I	I	III	M
Glue, Veg. Powdered	-1/64	40	30A	0.6	A1-A2-A3	I	I	IV	M
Gluten Cake, Wet	-1/2	30-50	30A	2.5	A2	I	I	IV	
Gluten, Meal, Dry	-1/8	30-40	30A	0.6	A2	I	I	III	J
Granite, Broken	+1/2	95-100	15	2.5	D4	III	I	II	
Granite, Fines	-1/2	80-90	15	2.5	C4	III	I	II	
Grape, Pomace	-3	15-20	30A	1.4	B4	I	I	IV	M, Q, V
Graphite Flakes	-1/8	40	45	0.5	A1-A2-A3	I	I	II	F, J, V
Graphite Flour	-100M	28	30A	0.5	A1-A2-A3	I	I	III	F, G, J, V

Ilustración 37 - Orujo de uva. Fuente: <https://scialert.net>

Interpretación de los factores:

Tabla 62 - Factores de material. Fuente: Guía de ingeniería KWS.

Description	I	II	III	IV
Abrasiveness	Mildly Abrasive	Moderately Abrasive	Extremely Abrasive	—
Corrosiveness	Not Corrosive	Mildly Corrosive	Highly Corrosive	—
Flowability	Very Free Flowing	Free Flowing	Average Flowability	Sluggish
	Angle of Repose			
	To 30°	30° - 45°	30° - 45°	Beyond 45°

Tabla 63 - Factores de materiales. Fuente: Guía de ingeniería KWS

A	Builds Up and Hardens
B	Generates Static Electricity
C	Decomposes—Deteriorates in Storage
D	Flammability
E	Becomes Plastic or Tends to Soften
F	Very Dusty
G	Aerates and Becomes Fluid
H	Explosiveness
I	Stickiness—Adhesion
J	Contaminable, Affecting Use
K	Degradable, Affecting Use
L	Gives Off Harmful or Toxic Gas or Fumes
M	Hygroscopic
N	Interlocks, Mats, or Agglomerates
O	Oils Present
P	Packs Under Pressure
Q	Very Light and Fluffy—May Be Windswept
R	Elevated Temperature
V	May Be Conveyed In a Vertical Screw Conveyor
•	Consult KWS Engineering Department

### Velocidad (RPM) del tornillo sinfín

Retomando la capacidad volumétrica requerida obtenemos:

$$CFH = \text{Capacidad} \left( \frac{ft^3}{h} \right) = \frac{\text{Capacidad} \left( \frac{lb}{h} \right)}{\text{Densidad} \left( \frac{lb}{ft^3} \right)} = \frac{8258,5 \frac{lb}{h}}{20 \frac{lb}{ft^3}} = 588 \frac{ft^3}{h}$$

$$CFH = \text{Capacidad} (m^3/h) = \frac{4000 \frac{kg}{h}}{320 \frac{kg}{m^3}} = 12,5 \frac{m^3}{h}$$

## Factores de capacidad (CF)

### Pasos especiales (CF1)

La capacidad del transportador de tornillo se ve afectada cuando el paso se reduce de paso completo a “paso reducido” o “paso variable”. La reducción del paso de vuelo reduce la capacidad. Los factores de capacidad para tonos especiales se muestran a continuación. Capacidad de selección (SC) es la capacidad ajustada para flancos especiales de paso o modificados utilizados en el proceso de selección del diámetro del transportador del tornillo sinfín. El cálculo de las capacidades especiales del transportador de tornillo es el siguiente:

Capacity Factors for Special Pitches		
Pitch	Description	Capacity Factor
Standard	Pitch = Diameter	1.00
Short	Pitch = 2/3 Diameter	1.50
Half	Pitch = 1/2 Diameter	2.00
Long	Pitch = 1-1/2 Diameters	0.67

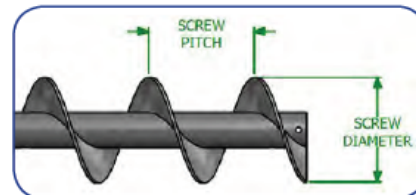


Ilustración 38 - Factor de capacidad por paso. Fuente: Guía de ingeniería KWS

El gráfico de Eficiencia de paso (*Pitch Efficiencies*) muestra la eficiencia relativa de transporte en diferentes grados de inclinación y configuraciones de paso. A medida que aumenta el grado de inclinación, los tornillos de paso reducidos (1/2 y 2/3) son más eficientes que los tornillos de paso completo. La combinación de tornillos de paso reducidos (1/2 y 2/3) y carcassas tubulares proporcionan la mayor eficiencia de transporte.

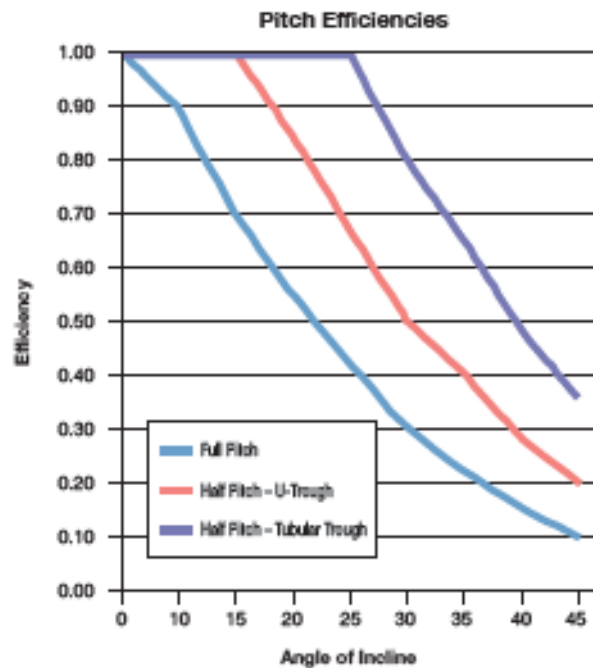


Ilustración 39 - Gráfico de eficiencia de paso. Fuente: Guía de ingeniería KWS.



Tabla 64 - Factor de paso especial CF1. Fuente: ANSI-CEMA 350

**Table 2-4 Screw Conveyor Capacities**

Special Conveyor Pitch Capacity Factor CF <sub>1</sub>					
Pitch	Description	CF <sub>1</sub>			
Standard	Pitch = Diameter of screw	1.00			
Short	Pitch = 2/3 Diameter of screw	1.50			
Half	Pitch = 1/2 Diameter of screw	2.00			
Long	Pitch = 1-1/2 Diameter of screw	0.67			
Special Conveyor Flight Capacity Factor CF <sub>2</sub>					
Type of Flight	Conveyor Loading				
	15%	30%	45%		
Cut Flight	1.95	1.57	1.43		
Cut & Folded Flight	N. R.*	3.75	2.54		
Ribbon Flight	1.04	1.37	1.62		
Special Conveyor Mixing Paddle Capacity Factor CF <sub>3</sub>					
Factor CF <sub>3</sub>	Standard Paddles Per Pitch Set at 45°				
	Reverse Pitch				
	None	1	2	3	4
	1	1.08	1.16	1.24	1.32

\* Not Recommended

### Factores de capacidad para flancos modificados (CF2)

La capacidad del transportador de tornillo también se ve afectada por el uso de tipos de flancos modificados, como el flanco de corte, luz cortada y plegado, cinta y las paletas.

. El uso de paletas modificadas reduce la capacidad de transporte. Los factores de capacidad para flancos modificados se muestran a continuación para varios tipos de flanco y carga de canal.

Tabla 65 - Coeficiente de flanco. Fuente: Guía de ingeniería KWS

Capacity Factors for Cut or Cut and Fold Flights			
Flight Type	Conveyor Loading		
	15%	30%	45%
Cut flight	1.92	1.57	1.43
Cut & folded flight	X	3.75	2.54



Capacity Factors for Paddles				
Paddles Per Pitch	1	2	3	4
Factor	1.08	1.16	1.24	1.32



En este caso no aplica el factor CF2 de flancos modificados.



### Factor de mezclado (CF3)

Cuando se utilizan vuelos especiales para picar o mezclar materiales a granel, se requieren caballos de fuerza adicionales para realizar estas funciones. En este caso no se utilizará el factor CF3.

### Selección de factores

Por ser un tornillo sinfín inclinado, se recomienda siempre utilizar paso reducido (short pitch) por lo tanto se debe utilizar un el factor (CF1) seleccionado por la tabla 2-4 de la norma ANSI-CEMA 350. La tabla 2-4, en donde se muestran todos los coeficientes anteriormente mencionados es la siguiente:

### Capacidad de cálculo

La fórmula para obtener la capacidad de cálculo es:

$$SC = CFH * CF1 * CF2 * CF3 = 588 \frac{ft^3}{h} * 1,5 * 1 * 1 = 882 \frac{ft^3}{h} = 25 \frac{m^3}{h}$$

Donde:

SC - Capacidad de selección (ft<sup>3</sup>/h)

CFH - Capacidad requerida en pies cúbicos por hora (ft<sup>3</sup>/h)

CF - Factor de capacidad.

### Determinación de la velocidad del tornillo




Una vez obtenida la capacidad modificada por los factores de corrección, es posible determinar la velocidad del eje para transportar dicha capacidad.

Utilizando el % de carga de canal recomendado y la capacidad de selección calculada, se debe seleccionar el diámetro del transportador adecuado. La capacidad de selección debe ser menor que la capacidad máxima indicada en la tabla de capacidad.

Recordando que el grado de carga transversal es de 30% A tabla de materiales), se selecciona un diámetro para transportar la carga de  $882 \frac{ft^3}{h} = 25 \frac{m^3}{h}$ .

Tabla 66 - Capacidad del tornillo. Fuente: ANSI-CEMA 350

Table 2-3 Screw Conveyor Capacities

Material Class Code		Degree of Trough Loading	Screw Dia. (in)	Maximum RPM*	Capacity, ft <sup>3</sup> /hr	
					At Max. RPM	At One RPM
A-15			6	165	368	2.23
A-25			9	155	1,270	8.2
B-15			12	145	2,820	19.4
B-25			14	140	4,370	31.2
C-15			16	130	6,060	46.7
C-25			18	120	8,120	67.6
			20	110	10,300	93.7
			24	100	16,400	164.0
		30	90	28,795	320.0	
		36	75	41,490	553.2	
A-35	E-15		6	120	180	1.49
A-45	E-25		9	100	545	5.45
B-35	E-35		12	90	1,160	12.9
B-45	E-45		14	85	1,770	20.8
C-35			16	80	2,500	31.2
C-45			18	75	3,380	45.0
D-15			20	70	4,370	62.5
D-25			24	65	7,100	109.0
D-35		30	60	12,800	213.3	
D-45		36	50	18,440	368.8	
A-16	C-36		6	60	90	1.49
A-26	C-46		9	55	300	5.45
A-36	D-16		12	50	645	12.90
A-46	D-26		14	50	1,040	20.80
B-16	D-36		16	45	1,400	31.520
B-26	D-46		18	45	2,025	45.00
B-36	E-16		20	40	2,500	62.50
B-46	E-26		24	40	4,360	109.00
C-16	E-36		30	35	7,465	213.30
C-26	E-46		36	30	11,064	368.80

Junto con el diámetro de 12" (aprox. 300 mm) se proporciona una velocidad máxima de giro (RPM) y la capacidad transportada por una vuelta. Con este último dato es posible obtener las RPM necesarias para el transporte:

$$\text{Velocidad del transportador (S)} = \frac{SC \left( \frac{ft^3}{h} \right)}{\text{Capacidad de transporte de 1 RPM}} =$$

$$S (RPM) = \frac{882 \text{ ft}^3/h}{12,9} = 68,4 \text{ RPM}$$

Se debe notar que en la tabla 2-3 (67) se recomiendan 90 RPM como velocidad máxima del tornillo en el diámetro seleccionado (a mayor diámetro menor velocidad).

### *Cálculo del requerimiento de potencia*

Al igual que en el procedimiento anterior, se deben encontrar los coeficientes que afectan directamente a las condiciones de trabajo propuestas.

#### **Potencia de fricción (FHP)**

Primeramente, se considera un factor de rozamiento (DF) acorde al diámetro del tornillo.

*Tabla 68 - Factor de diámetro. Fuente: Guía de ingeniería KWS*

Diameter Factor Chart (DF)							
Dia.	Factor	Dia.	Factor	Dia.	Factor	Dia.	Factor
4	12	12	55	18	135	30	377
6	18	14	78	20	165	36	549
9	31	16	106	24	235		

La primera potencia para determinar es la “potencia de fricción”:

$$FHP = \frac{DF * HBF * L * S}{1000000} = \frac{55 * 4,4 * 8,2025 * 68,4}{1000000} = 0,14 \text{ HP} = 0,1 \text{ kW}$$

Donde:

DF = Factor de diámetro (Conveyor Diameter Factor)

HBF = Factor del rodamiento (Hanger Bearing Factor)

L = Largo del tornillo (Conveyor Length (ft))

S = Velocidad del tornillo (Conveyor Speed)

Para determinar el HBF o factor de rodamiento, se observa que, por el tamaño de la partícula, la norma propone a la serie 4 para rodamientos (mayor resistencia al desgaste). Esto resulta interesante, ya que el resto de los componentes pueden ser de clase B, es decir, con menor resistencia al desgaste. Se decide respetar el criterio recomendado en la norma y se utilizará el coeficiente HBF más alto. (HBF=Fb=4,4).

Tabla 69 - Clases de rodamientos. Fuente: Guía de ingeniería KWS

Series	Bearing Material
1	Nylatron, Plastech, UHMW, Wood, Ball
2	Plastech, Gatke, Ball
3	Bronze, Hard Iron
4	Hard Iron, Hardsurface, Stellite, Ceramic

Tabla 70 - Factor de rodamiento. Fuente: Guía de ingeniería KWS

Hanger Bearing Factor Table (HBF)	
Bearing Type	Bearing Factor
Ball, Roller, or none	1.0
Bronze, or Wood	1.7
Plastic, Nylon, UHMW, or Teflon	2.0
Hard Iron, or Stellite	4.4

### Potencia para transportar el material (MHP)

Con la capacidad de transporte calculada y corregida para las condiciones del problema (CP) se procede a calcular la potencia requerida para el transporte con la siguiente fórmula:

$$MHP = \frac{CP * MF * L}{1000000} = \frac{1,4 * 8158,5 * 8,203}{1000000} = 0,1 \text{ HP} = 0,08 \text{ kW}$$

Donde:

$MF$  = Material Factor

$CP$  = Capacity (lbs/hr)

### Potencia para transportar el material corregida (MHP\*)

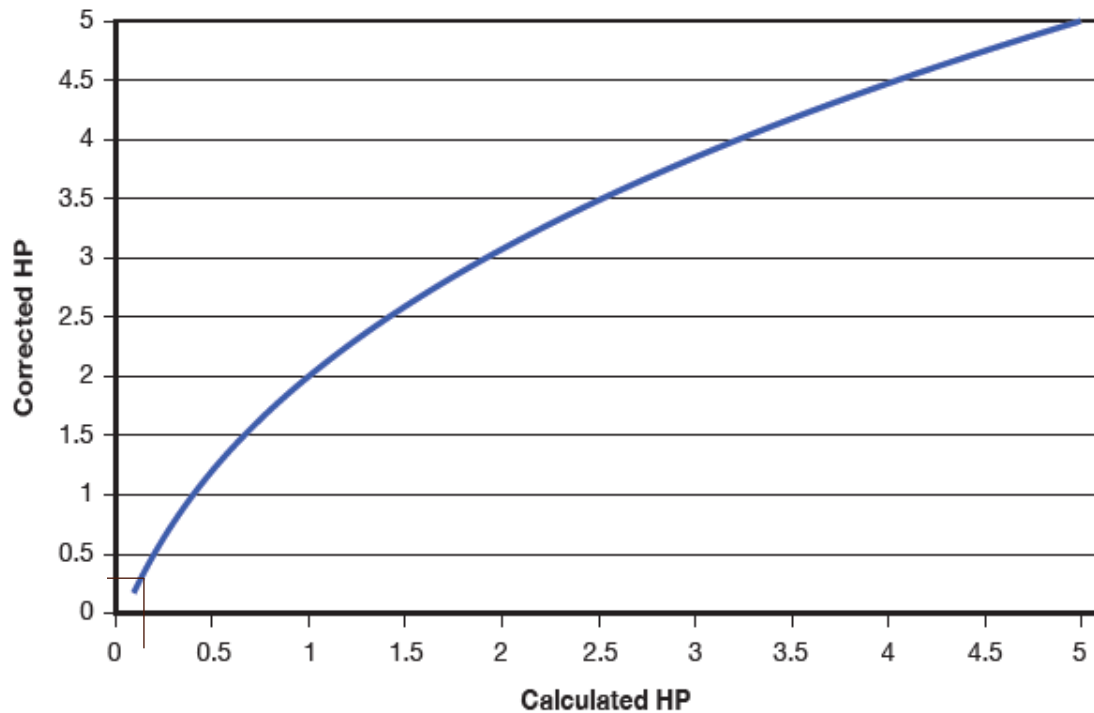


Ilustración 40 - Corrección de potencia. Fuente: Guía de ingeniería KWS

$$\text{Potencia corregida} = MHP^* = 0,3 \text{ HP} = 0,23 \text{ kW}$$

### Potencia total en el eje

La eficiencia de transmisión ( $e$ ) para una unidad de transmisión de transportador de tornillo típico con reductor montado en el eje y transmisión por correa en V es del 88 por ciento, o 0,88. Se considera esta condición porque es uno de los casos más conservativos. Dependiendo del fabricante, se podrá contar con esta condición o una mejor.

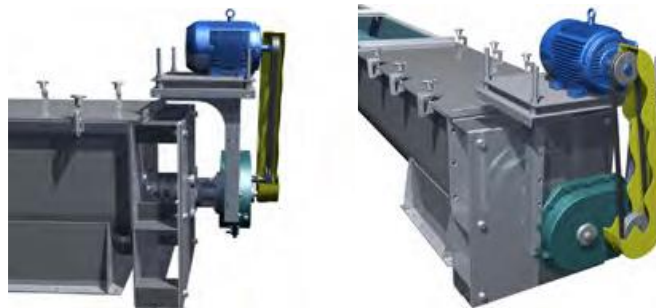


Ilustración 41 - Sistema de fuerza de un tornillo sinfín. Fuente: Guía de ingeniería KWS

$$TSHP = \frac{FHP + MHP}{e} = \frac{0,12 + 0,3}{0,94 * 0,94} = 0,5 \text{ HP} = 0,4 \text{ kW}$$

Tabla 71 - Eficiencia de mecanismos de reducción. Fuente: ANSI-CEMA 350

Table 8-1 Mechanical Efficiencies of Speed Reduction Mechanisms

Type of Speed Reduction Mechanism	Approximate Efficiencies
V-Belts and Sheaves	0.94
Precision Roller Chain on Cut Tooth Sprockets, Open Guard	0.93
Precision Roller Chain on Cut Tooth Sprockets, Oil Tight Casing	0.94
Single Reduction Helical or Herringbone Enclosed Gear Reducer or Gearmotor	0.95
Double Reduction Helical or Herringbone Enclosed Gear Reducer or Gearmotor	0.94
Triple Reduction Helical or Herringbone Enclosed Gear Reducer or Gearmotor	0.93
Single Reduction Helical Gear, Enclosed Shaft Mounted Speed Reducers and Screw Conveyor Drives	0.95
Double Reduction Helical Gear, Enclosed Shaft Mounted Speed Reducers and Screw Conveyor Drives	0.94
Low Ratio (up to 20:1 range) Enclosed Worm Gear Speed Reducers	0.90
Medium Ratio (20:1 to 60:1 range) Enclosed Worm Gear Speed Reducers	0.70
High Ratio (over 60:1 to 100:1 range) Enclosed Worm Gear Speed Reducers	0.50
Cut Tooth, Miter or Bevel Gear, Enclosed Countershaft Box Ends	0.93
Cut Tooth Spur Gears, Enclosed, For Each Reduction	0.93
Cut Tooth Miter or Bevel Gear Open Type Countershaft Box Ends	0.90
Cut Tooth Spur Gears, Open For Each Reduction	0.90
Cast Tooth Spur Gears, Open For Each Reduction	0.85

### Potencia en el eje afectado por la inclinación: TSHP(i)

Se debe recordar que el tornillo sinfín tendrá una inclinación de 35° con el objetivo de ahorrar espacio en el lay-out de la planta. Por este motivo, se debe afectar a la potencia total en el eje por un factor de inclinación. Este factor afectará a la fórmula de la siguiente manera:

$$TSHP(i) = \frac{FHP + MHP * Fi}{e} = \frac{0,094 + 0,3 * 1,9}{0,88} = 0,8 \text{ HP} = 0,6 \text{ kW}$$

**Donde:**

$TSHP(i)$  = Total Shaft HP for Inclined Screw Conveyor

$FHP$  = Friction HP (HP required to drive the conveyor empty)

$MHP$  = Material HP (HP required to move the material)

$Fi$  = Incline Factor

$e$  = Drive Efficiency (Typical value of 0.88 is used for a shaft mount reducer/motor)

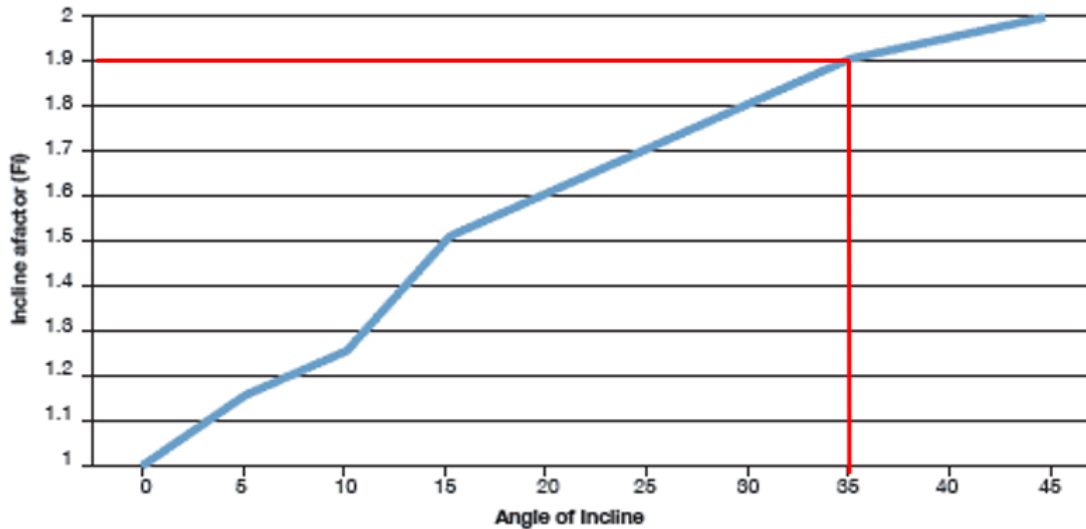


Ilustración 42 - Factor de inclinación. Fuente: Guía de ingeniería KWS

Factor de inclinación=1,9

### Verificación al torque

Por la baja potencia obtenida por norma, se tomará una potencia de 1,5 kW, ya que la mayoría de los fabricantes utilizan este motor para la capacidad requerida.

Con esta potencia, se calcula la sollicitación de torque máximo que se tendrá en el eje:

$$\text{Torque máximo} = MT = \frac{HP * 63025}{S} = \frac{1,5 \text{ kW} * 63025}{47,48 \text{ RPM}} = 1991, \text{ lb} * \text{ inch} = 224,95 \text{ Nm}$$

Una vez obtenido el torque máximo a 47,48 rpm, se debe verificar que el eje seleccionado resista tal esfuerzo. Para un tornillo sinfín de 12" se recomienda como mínimo un eje de 2". El tamaño del tubo correspondiente es sch 40 de 2 1/2 pulgadas con pernos de acoplamiento de 5/8 pulgadas de diámetro.

Tabla 72 – Caños estándar para el eje del tornillo. Fuente: Guía de ingeniería KWS

Standard Screw Construction (by Shaft Size)								
Shaft Diameter (In.)	1	1-1/2	2	2-7/16	3	3-7/16	3-15/16	4-7/16
Nominal Pipe Size	1-1/4	2	2-1/2	3	3-1/2	4	5	6
Coupling Bolt Dia. (In.)	3/8	1/2	5/8	5/8	3/4	7/8	1-1/8	1-1/4

Las sollicitaciones máximas de par para cada componente del transportador de tornillo se muestran en las tablas de par a continuación. Se basan en un valor de tensión seguro para el material específico de la construcción. Los componentes del transportador de tornillo tendrán una vida útil infinita en condiciones normales de funcionamiento.



Tabla 73 - Torque máximo por eje. Fuente: Guía de ingeniería KWS

Shaft Dia.	Stainless Steel Torque Values							
	Shaft		Coupling Bolts (2-Bolt)		Pipe – Schedule 40			
	304 & 316		18-8		A-312			
	Torsion		Bolts in Shear		Pipe in Shear		Pipe in Bearing	
	Safe Stress	Torque Rating	Safe Stress	Torque Rating	Safe Stress	Torque Rating	Safe Stress	Torque Rating
	PSI	In-Lbs	PSI	In-Lbs	PSI	In-Lbs	PSI	In-Lbs
1	6,000	700	6,000	1,300	6,000	2,800	6,000	1,900
1-1/2	6,000	2,600	6,000	3,500	6,000	6,800	6,000	5,000
2	6,000	6,500	6,000	7,300	6,000	12,700	6,000	7,900
2-7/16	6,000	12,800	6,000	8,900	6,000	20,600	6,000	11,800
3	6,000	24,300	6,000	15,900	6,000	28,600	6,000	15,700
3-7/16	6,000	36,400	6,000	24,800	6,000	38,300	6,000	22,100
3-15/16	6,000	52,400	6,000	46,900	6,000	65,000	6,000	52,100
4-7/16	6,000	75,600	6,000	65,300	6,000	101,100	6,000	90,700

El torque máximo permitido de cada componente del transportador es mucho mayor que el torque generado por el motor de un producto estándar en estas condiciones. El transportador de tornillo sinfin del ejemplo está diseñado correctamente y funcionará muchos años con mantenimiento mínimo o tiempo de inactividad.

Así queda corroborada la resistencia al torque del eje según la norma ANSI-CEMA 350.

### Verificación a la deflexión

La última verificación que se llevará a cabo es la verificación a la deflexión según norma. se ha seleccionado un tubo SCH 40 para el eje hueco. La medida del mismo es de 2 1/2", por lo que según la siguiente tabla se obtienen las características físicas del eje:

Tabla 74 - Dimensiones estándar de los caños. Fuente: ANSI-CEMA 350

**Table 3-6 Schedule 40 Pipe (Only)**

Pipe Size (in)	Diameter (in)		Weight Per Foot Pounds	Moment of Inertia I
	External	Internal		
1-1/4	1.660	1.380	2.272	0.79
2	2.375	2.067	2.652	0.67
2-1/2	2.875	2.469	5.793	1.53
3	3.500	3.068	7.575	3.02
3-1/2	4.000	3.548	9.109	4.79
4	4.500	4.026	10.790	7.23
5	5.563	5.047	14.617	15.16
6	6.625	6.065	18.974	28.14
8	8.625	7.981	28.554	72.49
10	10.750	10.020	40.483	160.73
12	12.750	12.000	49.562	279.34



Obtenidas las características del elemento, se procede a realizar la verificación por deflexión con la fórmula:

$$\Delta = \frac{5WL^3}{384EL} = \frac{5 * 47,5 \text{ lb} * 8.2025^3}{384 * 1,53 * 2,9 \times 10^7 * 8,2025} = 0,0133 \text{ in} = 0,00034 \text{ m}$$

Nuevamente, se corrobora que la deflexión el tornillo es mucho menor a la permitida (0,25 in=0,00635 m). Esto se debe a los criterios conservativos tomados durante el cálculo según la norma ANSI-CEMA 350.

### Selección del código de los componentes

Tabla 75 - Selección del tornillo según norma. Fuente: Guía de ingeniería KWS

Component Series Tables

Screw Dia.	Shaft Dia.	Cover Thickness	Series A			Series B		
			Screw Number		Trough Thickness (Min.)	Screw Number		Trough Thickness (Min.)
			Helicoid	Sectional		Helicoid	Sectional	
4	1"	14 Ga.	4H206	N/A	14 Ga.	4H206*	N/A	14 Ga.
6	1-1/2"	14 Ga.	6H304*	6S309	14 Ga.	6H308*	6S309	14 Ga.
9	1-1/2" * 2"	14 Ga.	9H306* 9H406*	9S309 9S409	14 Ga.	9H312* 9H412*	9S312 9S412	10 Ga.
12	2" 2-7/16" 3"	14 Ga.	12H408* 12H508* 12H614*	12S409 12S509 12S612	12 Ga.	12H412* 12H512* 12H614*	12S412 12S512 12S612	3/16"
14	2-7/16" 3"	14 Ga.	14H508* 14H614*	14S509 14S609	12 Ga.	14H508* 14H614*	14S512 14S612	3/16"
16	3"	14 Ga.	16H610*	16S612	12 Ga.	16H614*	16S616	3/16"
18	3" 3-7/16"	12 Ga.	N/A	18S612 18S712	10 Ga.	N/A	18S616 18S716	3/16"
20	3" 3-7/16"	12 Ga.	N/A	20S612 20S712	3/16"	N/A	20S616 20S716	3/16"
24	3-7/16"	12 Ga.	N/A	24S712	3/16"	N/A	24S716	3/16"
30	3-15/16"	10 Ga.	N/A	30S816	3/8"	N/A	30S824	3/8"
36	4-7/16"	3/16"	N/A	36S916	3/8"	N/A	36S924	3/8"

La serie de materiales de cojinetes recomendada es 4 como se indica en la tabla de materiales a granel (Hierro duro o stellite)

Tabla 76 - Selección de rodamientos. Fuente: Guía de ingeniería KWS

Bearing Material	RPM Max	Temp Max (°F)	Wear Resist*	Industry Uses	Comments
Nylatron (NR)	60	180	3	Chemical handling, grain, feed	Self lubricating, very low load capacity
UHMW	60	160	6	Food, Ice	USDA approved, doesn't swell in water
Gatke (G)	75	250	7	Medium temp applications (alternate for Hard Iron)	Low load capacity, Food Grade
Hard Iron (H)	75	400	9	Lime, Cement, Salt, Gypsum	Requires hardened shaft, can be noisy, lube req'd in some applications
Wood (W)	175	160	4	Grain, Feed, Fertilizer	Self lubricating, good general purpose
Plastech (P)	100	160	6	Grain, Food	Food grade
Bronze (BR)	150	850	7	Grain, Feed, Processing	Self lubricating, high quality bearings, high load capacity
Ball Bearing (BB)	400	180	1**	High speed, low loading	Screw action tends to force product thru seals reducing bearing life
Stellite (S)	50	1000	10	Very high temp applications, metal processing, ceramics	Requires stellite insert in shaft

\* 0 = Least, 10 = Highest    \*\* Depending on bearing type and seal arrangement

Se observa que las industrias recomendadas para los rodamientos clase 4 son absolutamente distintas al propósito de este cálculo, por lo que se concluye que se priorizará la búsqueda de esta clase, pero al ser de difícil adquisición y mayor costo, se admiten otras clases dentro de la industria.

## 8.4. Selección de Peletizadora

### 8.4.1. Generalidades

En el área de la alimentación animal, el pelletizado es un proceso de producción donde se busca transformar una materia prima en forma de partículas, harina o trozos, mediante la acción de procesos de mezclado homogéneo, adición de calor y humedad, y la aplicación de presión necesaria para hacer fluir plásticamente la mezcla hasta adquirir forma y tamaño deseados por el proceso, que dependerá de la finalidad del producto, esta forma está ligada a factores diversos como el tipo de animal a alimentar, su edad y hasta la composición de la fórmula.

Gracias a la versatilidad de este proceso, muchas de las industrias productoras de alimento para animales han adaptado sus procesos y maquinaria para entrar a este mercado creciente en el mundo. Algunos de las industrias envueltas en esta tendencia van desde la avícola y porcina hasta la ganadera.

Sin embargo, otras industrias como la de madera y plástico están envueltas en este tipo de producción, debido a que encuentran una manera de producir más eficiente, minimizando pérdidas y con una mayor versatilidad de producción.

En todas las industrias de alimentos, el proceso de pelletizado sigue unos lineamientos básicos, compuestos por etapas de alimentación, acondicionamiento y pelletizado principalmente. Aunque para cada industria la formulación del alimento cambia, y por tanto las condiciones fisicoquímicas del producto exigen diferentes variables de producción como temperaturas, presiones y tiempos de permanencia en el proceso.

### *Beneficios de pelletizar*

Incorporar este tipo de productos al mercado trae consigo una serie de ventajas e inconvenientes que deben ser analizados por cada sector agrícola para evaluar la pertinencia de su utilización, ya que el pelletizado involucra un mayor conocimiento y entendimiento de varios tipos de subprocesos que terminen en la comercialización de un producto responsable ambiental y nutricionalmente, rentable y económico.

Ventajas del alimento pelletizado:

- Mejora el desempeño de los animales
- Reduce la selección del alimento
- Mejora la densidad del alimento
- Mejora el manejo del alimento
- Destruye organismos patógenos
- Mejora la conversión alimenticia
- Menor tiempo y energía durante el consumo
- Mejora la presentación del alimento
- Mejora el crecimiento y la conversión alimenticia de los animales

#### **8.4.2. Definiciones**

Acondicionado

Para producir pellets de calidad la materia prima debe de tener ciertas cualidades. El pellet que saldrá de una peletizadora será tan bueno como la materia prima que ha entrado en ella. Una peletizadora básicamente aplica presión y calor a la materia prima. Se deben conocer las cualidades que tiene la materia prima para producir los pellets. La humedad es una de dichas cualidades pero también están las cualidades de la temperatura y el ligado del material.

Porcentaje de humedad

Para producir pellets existe un mínimo de tolerancia a la humedad y un máximo. Cada tolerancia es específica a la materia prima que estamos utilizando, cada tipo de biomasa que utilicemos para pelletizar funcionará mejor con un determinado grado de humedad específica. También influye el tipo de peletizadora que se utilizará pero podemos decir que existe un porcentaje medio que funciona con casi todo y es entre el 10% y el 15% de humedad.

El hecho de que una máquina no produzca un pellet de forma correcta, seguramente se deba a que la materia prima no se encuentra entre estos valores correctos de humedad. Por supuesto, para saber qué porcentaje de humedad tenemos, necesitamos disponer de un medidor de humedad.

Cualidades del ligado

El ligado es el pegamento que mantiene unido el pellet y le da el aspecto brillante y suave. Muchas materias primas, es decir, muchos tipos diferentes de biomasa disponen de este pegamento de forma natural llamado Lignina y disponen de ella de forma suficiente como para ligar el material con el calor de la peletizadora en el momento de comprimirse.

Densidad del material

El pellet se forma por calor y compresión proporcionándole la densidad adecuada y esto lo dictamina la matriz de la peletizadora. La densidad del material evidentemente es una gran influencia sobre un pellet de calidad. Las materias primas con una alta densidad natural como las maderas duras requieren más temperatura y presión para formar el pellet pero actúa en detrimento a la cantidad de pellet producido por hora. Por otro lado los materiales con una baja densidad natural como las cascarras de grano, la paja, cañas, etc. pueden aumentar de forma considerable la productividad de la peletizadora pero podemos obtener un pellet poco denso y quebradizo. Algunos materiales con baja densidad y con poca lignina natural pueden ser un problema a la hora de pelletizar ya que pueden ahogar la plantilla y atascarla dado que la peletizadora no llega a crear la suficiente temperatura para comprimirlos adecuadamente.

### 8.4.3. Objetivo

Selección del tipo, modelo y marca de la peletizadora más adecuada a nuestra necesidad, considerando todas las ventajas y desventajas existentes.

### 8.4.4. Marco teórico

#### *Producción del pellet*

Existen dos tipos principales de peletizadoras, las peletizadoras de matriz plana y las peletizadoras de matriz anular. En primer lugar aparecieron las peletizadoras de matriz plana y más adelante aparecieron las máquinas con matriz anular, es decir, con forma de anillo rodeado de agujeros. La matriz plana en principio se utiliza para producciones pequeñas y medianas pero hoy en día existen tantas maquinarias de matriz plana como cantidades de producción deseadas. Las peletizadoras de matriz anular son la maquinaria preferida para los grandes productores precisamente por los costos que con lleva producir una peletizadora pequeña anular que no compensan para producciones pequeñas.



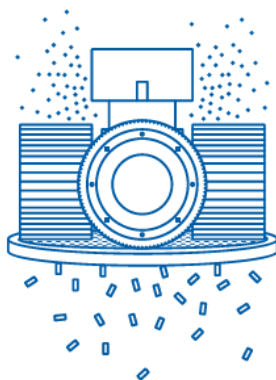
*Ilustración 43 - Matriz anular – Matriz plana. Fuente: Google Imágenes*

#### *Peletizadoras de matriz plana:*

Las peletizadoras de matriz plana funcionan por un principio muy básico que es que la materia prima cae por gravedad sobre los rodillos que rotan en el interior de la peletizadora sobre la matriz. La materia prima es comprimida entre los rodillos y la matriz, el sistema básicamente es el mismo principio del molino piedra para producir aceite de oliva en las antiguas almazaras. La materia prima es comprimida pasando por una serie de orificios alargados en la matriz llamado proceso de extrusión y a la salida son cortados por una cuchilla, que dependiendo del uso al que se les vaya a dar, las cuchillas son reguladas en altura para darle un tamaño u otro. Algunas

funcionan con correas y una polea, otros con transmisiones de tipo piñón y corona o sinfín y otras una mezcla de ambas. Se utilizan dos tipos de sistema de pelletizado:

- La matriz rueda y los rodillos ruedan estáticamente sobre ella sin cambiar de posición.
- La matriz es fija y los rodillos dan vueltas ella. Este segundo sistema disminuye los posibles atascos además de servir mejor para el procesado de todo tipo de biomasa, recomendado para alimentos de ganado, fertilizantes, etc.



*Ilustración 44- Peletizadora con matriz plana. Fuente: Google Imágenes.*

#### Ventajas de las peletizadoras con matriz plana:

Las peletizadoras de matriz plana son cada vez más comunes y recurridas, especialmente en escalas pequeñas de producción. Existen muchos comerciantes que comercializan este tipo de producto en el mercado que las venden para el procesado de materiales de baja densidad y comida para animales, fertilizantes etc. Las máquinas casi todas están fabricadas en China y no se recomienda su uso para maderas, al menos las máquinas denominadas como peletizadoras domésticas.

#### Desventajas de las peletizadoras de matriz plana:

Debido a los principios con los que funcionan este tipo de peletizadoras, las cargas de trabajo sobre los rodamientos y ejes son desiguales ya que los orificios, al estar situados de forma concéntrica sobre un círculo plano, la carga de presión no es la misma en la parte interna de la matriz que en la parte externa por lo que se desplazan también estas diferencias de carga sobre rodamientos y ejes.

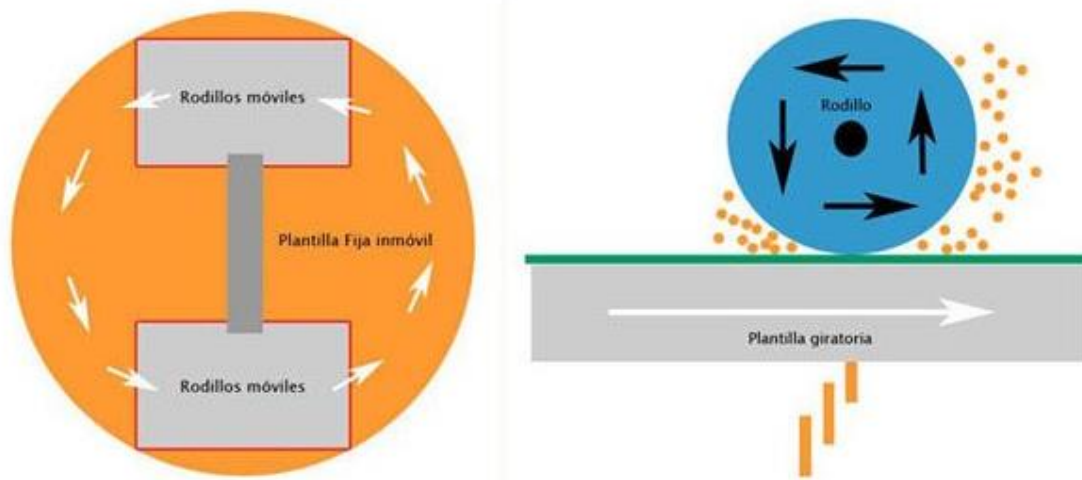


Ilustración 45 - Flujo de trabajo de Peletizadora de matriz plana. Fuente: Google Imágenes

### *Peletizadoras de matriz anular*

Las peletizadoras anulares o comúnmente llamadas de anillo están compuestas por un anillo móvil situado de forma vertical con unos rodillos internos fijos que aplican la presión contra las paredes internas del dicho anillo que es donde están situados los orificios. El material es alimentado a través de un acondicionador sobre la máquina. La materia prima entra por la parte frontal del equipo hacia el centro del anillo a través de un tornillo sinfín. El interior del sistema es similar a una lavadora. Una vez el material es oprimido en contra de las paredes del anillo giratorio, los pellets surgen por la parte exterior de la plantilla a través de los orificios.

#### Ventajas de las peletizadoras anulares

En primer lugar las peletizadoras anulares no sufren de forma desigual la carga de la compresión porque no existe un margen interior ni ningún margen exterior como las plantillas planas ya que el rodillo comprime ejerciendo siempre la misma presión por toda la superficie de igual manera. Por esta razón las peletizadoras anulares son preferidas en fábricas de grandes producciones aunque el precio de los consumibles sea mucho más alto que las peletizadoras de matriz plana. También se prefieren más en las grandes producciones porque son eléctricamente más eficientes por las cantidades que produce cada máquina por que los rodillos y plantilla sufren menos desgaste ya que al usar toda la superficie útil de la misma manera, no existe el deslizamiento que hay en las peletizadoras de plantilla plana que hace que la máquina consuma más electricidad. Por otro lado, las peletizadoras anulares son muchísimo más difíciles de controlar para obtener un resultado óptimo en todo momento.



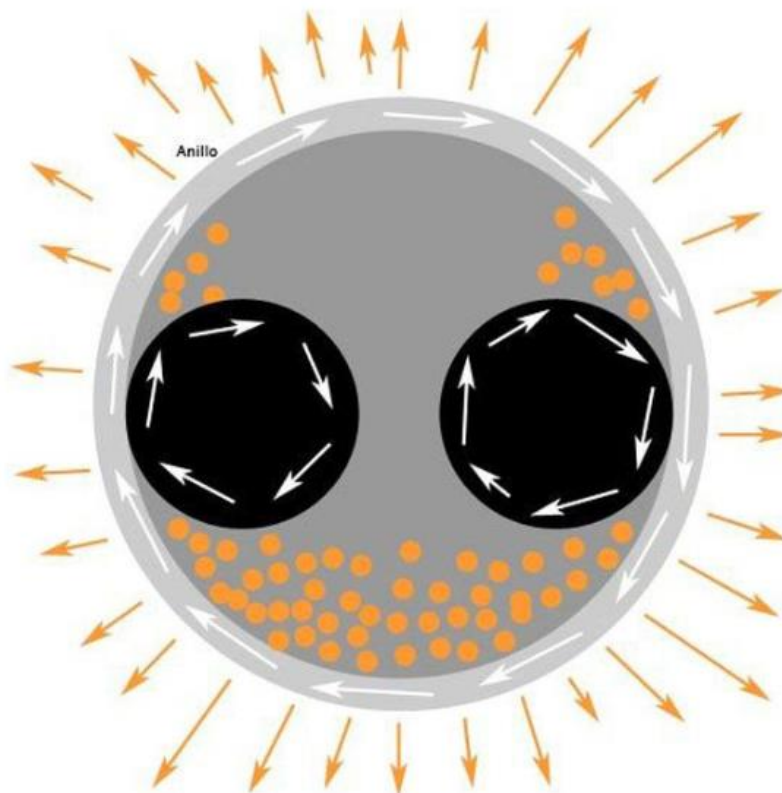


Ilustración 46 - Sistema de pelletizado con matriz anular. Fuente: Google Imágenes

#### 8.4.5. Diseño del sistema

La primer gran cuestión es decidir qué tipo de peletizadora es más adecuada a nuestra necesidad. Para ello, hemos investigado y conversado con varias empresas que comercializan todos los tipos de máquinas y hemos podido recabar la información suficiente como para poder decidir qué máquina seleccionar y además poder mejorar el diseño de la planta de manera de obtener la producción necesaria sin compromiso de la calidad.

Para este proyecto se decidió que la mejor solución es utilizar un total de tres peletizadoras de matriz plana con rodillos giratorios trabajando en paralelo, de modo de lograr la producción necesaria y que las tres máquinas entren en el espacio disponible. El inconveniente principal que hizo que debamos descartar la posibilidad de usar una peletizadora de matriz anular es el tamaño de esta. La máquina adecuada para la producción que tenemos que realizar, era más alta que el espacio disponible sobre el semirremolque, hecho que nos obligó a buscar otra solución.

Al comenzar a investigar más en profundidad sobre las peletizadoras de matriz plana cuando descartamos la de matriz anular, descubrimos que el diseño que realiza la marca Amandus Kahl GmbH de Alemania posee la gran ventaja que los rodillos giratorios dentro de la cámara de pelletizado generan un efecto de molino similar el principio del molino piedra para producir aceite de oliva en las antiguas almazaras. Este efecto sumado a la ventaja que el orujo de uva no posee tanto contenido de fibras, lo cual permite que sea pelletizado si necesidad de molienda previa, hizo que podamos evitar la instalación y uso de un molino de martillos para poder pelletizar la materia prima.



*Ilustración 47 - Sistemas de funcionamiento de la máquina. Fuente: Google Imágenes*

Se ha dividido la máquina en seis partes o sistemas de manera de poder identificar sus componentes y funciones.

Estos sistemas son:

1. Sistema de alimentación
2. Sistema de extrusión
3. Cámara de aglutinado con matriz de pelletización
4. Rodillos
5. Sistema corte
6. Sistema de transmisión de potencia

- Sistema de alimentación

Esta parte del proceso ocurre en una tolva de alimentación que es la boquilla de carga donde es vertida la materia prima a pelletizar. Esta pequeña tolva se encuentra sobre la cámara de aglutinado, la cual guía a la materia prima hacia el sistema de extrusión.

- Sistema de extrusión

Básicamente, es un sistema de rodillos extrusores. Una vez que la materia prima es introducida, esta es comprimida por los rodillos sobre la matriz de orificios por donde salen transformadas en cilindros que luego serán cortados por una cuchilla giratoria a la longitud adecuada.



- Cámara de aglutinado con matriz de pelletización

La cámara de aglutinado es donde se acumula el material obtenido de la tolva de alimentación hacia la matriz peletizadora. La extrusión es el proceso mediante el cual el alimento o la mezcla incrementa la temperatura y la presión debido a la energía mecánica (fricción) que ejerce los rodillos, los cuales giran a alta velocidad, presionando el alimento contra la matriz.

La matriz es la pieza principal que está dentro de un barril fijo o estacionario. Ocurriendo la formación del pellet ya sea en granos, fideos, etc., generados como consecuencia de la energía mecánica utilizada para girar los rodillos. La matriz de pelletizado debe de ser de acero inoxidable (serie 304). Esto se debe a que podrían sufrir corrosión.



*Ilustración 48 - Resultados por matriz. Fuente: Google Imágenes*

- Rodillos

El aspecto más importante de los rodillos es su relación con la matriz. Cualquier cosa que le suceda al rodillo también afectará a la matriz. La función del rodillo es proporcionar la fuerza de compresión entre la materia prima y la matriz.

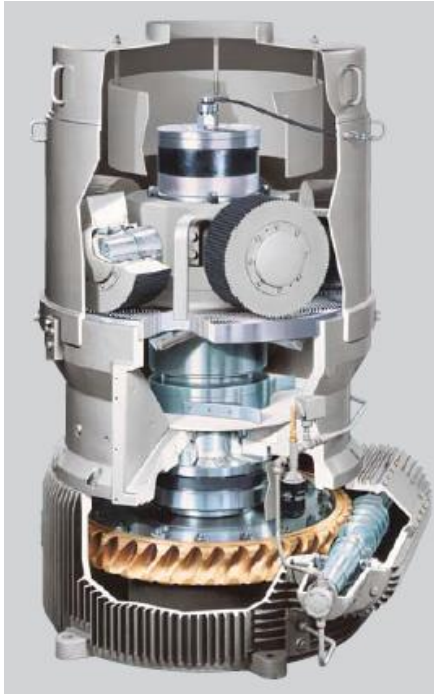
- Sistema de corte

El procedimiento consiste en provocar un corte a través de la sección del disco de corte, lo que concentra extraordinariamente la energía cinética y la capacidad de cortar.

- Sistema de transmisión de potencia

Es un eje que transmite un momento y está sometido a sollicitaciones de torsión debido a la transmisión de un par de fuerzas y puede estar sometido a otros tipos de sollicitaciones mecánicas al mismo tiempo.

La transmisión mecánica del motor eléctrico al mecanismo que contiene el sistema de transmisión de potencia formado por el eje que transmite el par torsor puede ser realizado por diferentes métodos. Puede ser por medio de correas y poleas o bien con una corona y un sinfín como en el caso de las maquinas seleccionadas.



*Ilustración 49 - Transmisión de energía mecánica en la peletizadora. Fuente Google Imágenes*

#### **8.4.6. Conclusión de la Peletizadora**

Gracias a la investigación realizada y las recomendaciones de fabricantes, llegamos a la conclusión de que el tipo de máquina peletizadora más adecuada a nuestra necesidad es el tipo que es de matriz plana fija con rodillos giratorios.



*Ilustración 50 - Peletizadora de matriz Plana. Fuente: Google Imágenes*

Se ha decidido utilizar un conjunto de tres máquinas peletizadoras en paralelo para poder garantizar el volumen de producción necesario del proyecto.

Las maquinas seleccionadas son las prensas granuladoras de matriz plana marca Amandus Kahl GmbH modelo 33-390 con las siguientes características técnicas: (GmbH, 2020)

Tabla 77 - Tabla de selección de peletizadora

MODELO	33-390
Diámetro de matriz mm	390
Diámetro/ancho de rodillo mm	230/77
Número de rodillos	2
Capacidad de producción máxima en kg	1000
Motor de accionamiento kW/min <sup>-1</sup>	30/1500
Velocidad de rodillo m/s	2,2
Superficie perforada de la matriz cm <sup>2</sup>	617
Peso de la máquina en kg con motor	1150

### Prensa granuladora 33-390/500

#### Los diseños de las prensas:

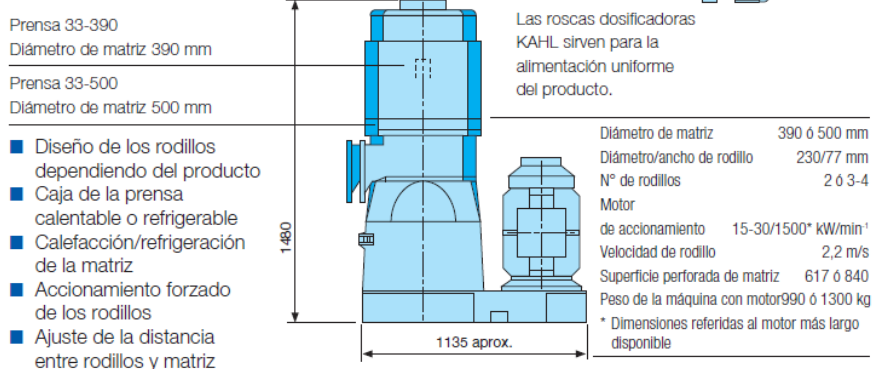


Ilustración 51 - Especificaciones técnicas peletizadora. Fuente: Kahl

Para un óptimo desempeño de las peletizadoras y lograr la producción de diseño, la materia prima debe cumplir los siguientes requisitos:

Porcentaje de humedad: la misma no deberá exceder el 15%.

Cualidades del ligado: el orujo de uva y el bagazo de cerveza tienen un alto contenido de lignina. Por lo tanto este requisito no es un inconveniente para el proyecto. El proveedor de las peletizadoras tiene experiencia en el procesamiento de diferentes tipos de biomasa, entre ellas con los dos productos que utilizaremos para elaborar los pellets.

Gracias al diseño de la peletizadora utilizada y a que los productos que procesaremos no contienen altos porcentajes de fibras, lo que los hace más fáciles de pelletizar, pudimos evitar la instalación de un molino de martillos logrando las siguientes ventajas:

- Reducción del nivel de ruido

- Reducción del consumo de energía eléctrica
- Reducción de la superficie necesaria para el lay-out
- Reducción del nivel de vibraciones

A continuación se detallan algunas propiedades de la peletizadora seleccionada:

1. Como la materia prima es alimentada en caída libre hacia la gran cámara de granulación, evitando de este modo bloqueos por obstrucciones.



*Ilustración 52 - Alimentación en la cámara de granulación. Fuente: Google Imágenes*

2. La velocidad de los rodillos de sólo es 2,2 m/s aproximadamente, logrando una buena ventilación del producto.



*Ilustración 53 - Rodillos de peletizadora. Fuente: Google Imágenes*

3. Debido a la baja velocidad de los rodillos el ruido de la prensa está por debajo de 70 dbA.



*Ilustración 54. Reducción de velocidad de rodillos. Fuente: Google Imágenes*

4. La fuerte capa de producto delante de los rodillos produce un gran rendimiento con la gran superficie de matriz, también en el caso de productos difíciles a granular.



Ilustración 55- Capa de producto para peletizar. Fuente: Google Imágenes

5. Se puede ajustar la distancia entre los rodillos y la matriz durante el servicio. Así se puede influir y regular la calidad de los pellets.

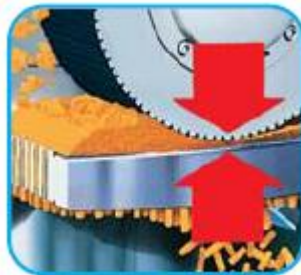


Ilustración 56- Distancia entre rodillos y matriz. Fuente: Google Imágenes

6. Los rodamientos de rodillos lubricados de por vida con juntas especiales impiden la contaminación de los productos a granular con grasa lubricante así como pérdidas de grasa.



Ilustración 57- Lubricación rodillo. Fuente: Google Imágenes

7. El desmontaje y cambio rápido de los elementos de granulación aumenta la disponibilidad de la planta completa.





Ilustración 58- Desmontaje y cambios de elementos. Fuente: Google Imágenes

8. Dentro del proceso, la prensa permite fluctuaciones de humedad en el producto.



Ilustración 59 - Diferentes Granulometrías. Fuente: Google Imágenes

## 8.5. Selección de Cintas transportadoras

### 8.5.1. Generalidades

El uso de bandas transportadoras es utilizado en la industria para el transporte constante de materiales y en la manipulación general de materiales para el almacenamiento y la distribución, en nuestro caso será utilizada una cinta horizontal a la salida de las tolvas y una ZL para alcanzar la altura donde se encuentra el enfriador. Existen diferentes cintas tanto como en su funcionamiento, material, tipos de materiales que pueda transportar y su dirección.

La cinta conformada por una banda continua arrastrada por la acción de un motor motriz. En el instante del arranque es producido un par motriz mayor al nominal, generando la fuerza tangencial que será transmitida siempre y cuando la tensión en la banda sea la suficiente para que evite el resbalamiento en el tambor.

El tambor en el otro extremo de la cinta permite el regreso de la misma donde gira y da vuelta en sentido contrario, esta gira libre sin ningún tipo de otro accionamiento solo sirve como retorno. En medio de este proceso, debajo de la cinta están posicionados rodillos. Al llegar al final del recorrido por acción de la gravedad y la inercia el material es vertido.

La elección de la cinta está dada por diferentes variables mecánicas, térmicas y químicas tanto de los procesos como de los materiales transportados.

Componentes:

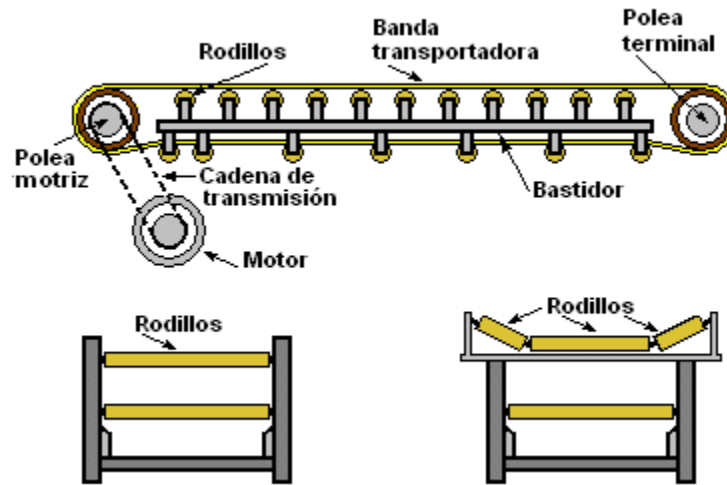


Ilustración 60 - Componentes de la cinta transportadora. Fuente: Google Imágenes

### 8.5.2. Selección del equipo

La banda transportadora para elegir debe adaptarse al tipo de material a transportar y las condiciones de trabajo, tanto como fuerzas, peso de material y agentes externos.

Los dos componentes principales son el recubrimiento que protege la banda y el tejido interior. La calidad de la cobertura va a estar dada por la función del tipo y tamaño de material y también la frecuencia de carga.

Tabla 78 - Tablas de Catalogo de Dunlop

Tiempo empleado en una vuelta completa de la cinta (segundos) Time elapsed for a complete turn of the belt (seconds)	Calidad de la cobertura Quality of the cover	MATERIAL TRANSPORTADO / MATERIAL CONVEYED															
		No abrasivo Non abrasive				Medianamente abrasivo Moderately abrasive				Muy abrasivo Highly abrasive				Muy abrasivo y pesado Highly abrasive and heavy			
		TAMAÑO DEL MATERIAL / DIMENSIONS															
		5	35	125	150	5	35	125	150	5	35	125	150	5	35	125	150
12	Lemafer	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nomafer	2.5	5	8	9.5	5	9.5	-	-	8	-	-	-	9.5	-	-	-
	Dumafer	1.5	3	6.5	8	3	6.5	9.5	-	5.5	9.5	9.5	9.5	8	9.5	9.5	9.5
24	Lemafer	3	5	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nomafer	1.5	2.5	5	6.5	2.5	5	9.5	-	5	8	9.5	-	5.5	9.5	-	-
	Dumafer	1.5	2.5	3	5	2.5	3	6.5	9.5	3	6.5	6.5	9.5	4	8	9.5	9.5
36	Lemafer	2.5	4	7	-	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nomafer	1.5	2.5	3	5	2.5	3	6.5	9.5	3	5.5	9.5	-	5	8	-	-
	Dumafer	1.5	2.5	3	5	2.5	3	5	6.5	3	4	6.5	9.5	3	5.5	9.5	9.5
48	Lemafer	1.5	3	5	8	3	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nomafer	1.5	2.5	3	5	2.5	3	5	7	3	4	8	-	3	5.5	9.5	-
	Dumafer	1.5	2.5	3	5	2.5	3	4	5	3	3	5.5	9.5	3	4	8	9.5
60	Lemafer	1.5	2.5	4	6.5	2.5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nomafer	1.5	2.5	3	5	2.5	3	4	5.5	3	3	6.5	9.5	3	5	9.5	9.5
	Dumafer	1.5	2.5	3	5	2.5	3	4	5	3	3	5	6.5	3	3	6.5	9.5
90	Lemafer	1.5	2.5	3	6	2.5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nomafer	1.5	2.5	3	5	2.5	3	4	5	3	3	5	6.5	3	3	6.5	9.5
	Dumafer	1.5	2.5	3	5	2.5	3	4	5	3	3	5	5.5	3	3	5	6.5
120	Lemafer	1.5	2.5	3	5	2.5	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nomafer	1.5	2.5	3	5	2.5	3	4	5	3	3	5	5.5	3	3	5	9.5
	Dumafer	1.5	2.5	3	5	2.5	3	4	5	3	3	4	5	3	3	5	6.5

Tabla 79 - Tablas de Catalogo de Dunlop

Urdimbre/trama - Nylon Nylon Warp/Mesh - Nylon Nylon	Urdimbre/trama - Poliester Nylon Warp/Mesh - Polyester Nylon	Carga de trabajo - Kg/cm/tela Working load - Kg/cm/fabric
12.5	125	12.5
20	200	20
25	250	25
30	300	30
35	350	35
40	400	40

Los encargados de soportar el peso de la cinta son los rodillos que están montados sobre rodamientos, girando solidariamente al movimiento. Las estaciones de rodillos superiores se sitúan en la parte superior del bastidor de la cinta, y son los que soportan el peso de la cinta y de la carga que transporta mientras que los inferiores están situados en la parte inferior del bastidor de la estructura soporte de la cinta y suele estar compuesto por un solo rodillo plano. Al disponer de varias estaciones la distancia dependerá del tipo de cinta, ancho de banda y la carga.

Tabla 80 - Distancia entre cintas. Fuente: Catálogo Dunlop

Distancia entre estaciones superiores e inferiores (L1)			
<b>Tabla A</b>			
ANCHO DE BANDA (mm)	SUPERIORES		INFERIORES
	& = 0,6	& 0,6	
400	1,35	1,35	3,00
500	1,35	1,20	3,00
650	1,20	1,10	3,00
800	1,20	1,00	3,00
1000	1,00	1,00	3,00
1200	1,00	1,00	3,00
1400	1,00	1,00	3,00
1600	1,00	1,00	3,00
1800	1,00	1,00	3,00
2000 Y ^	1,00	1,00	2,40

& = PESO ESPECIFICO EN Tm/m<sup>2</sup>

El tambor de reenvío se encuentra en la posición opuesta al motriz permite el retorno de la cinta, favorece el efecto flector y limpia la cinta por el interior antes de entrar en contacto con el tambor para evitar daños.

El tambor motriz que es el encargado de la transmisión de movimiento de la cinta es accionado por un motor eléctrico acoplado al eje del motor o a través de una transmisión de poleas.

El bastidor constituido por perfiles estructurales sostiene la cinta transportadora y todos los demás componentes.

Parámetros:

La velocidad de avance de la cinta va a estar delimitada por el tipo de material transportado. Es necesario conocer la capacidad de transporte para ello utilizamos la siguiente formula:

$$Qv = 3600 \cdot v \cdot A \cdot k$$

Qv : Capacidad volumétrica de la banda (m<sup>3</sup>/h)

v : Velocidad de avance de la banda (m/s)

A : Área de la sección transversal del material transportado por la banda (m<sup>2</sup>)



k : Coeficiente de reducción de la capacidad de transporte de la cinta por su inclinación

$$k = 1 - 1,64 \left( \frac{\varphi \cdot \pi}{180} \right)^2$$

$\varphi$  : es el ángulo de inclinación de la cinta ( $^{\circ}$ )






La anchura de la banda que incide sobre la capacidad de transporte se suele fijar de manera tal que sea mayor a casi 6 veces al tamaño que predomine de nuestro material

Anchura de la banda > 5,5 · tamaño trozos predominantes

La disposición de los rodillos puede estar dada horizontalmente o con cierta concavidad, su separación estará condicionada por el ancho de la cinta y el peso específico del material transportado. Estarán a una distancia más próxima en la zona donde se descarga el material.

Otro parámetro importante es el ángulo de inclinación de la cinta transportadora para el caso de la cinta ZL. Este ángulo deberá ser menor al ángulo de sobrecarga del material

Tabla 81 - Angulo de sobrecarga. Fuente: catálogo Dunlop

Fluidez – Angulo de sobrecarga – Angulo de reposo				
Fluidez muy libre 1*	Fluidez libre 2*	Fluidez promedio 3*		Pesada 4*
ángulo de sobrecarga de 5°	Ángulo de sobrecarga de 10°	Ángulo de sobrecarga de 20°	Ángulo de sobrecarga de 25°	Ángulo de sobrecarga de 30°
				
0° - 19° ángulo de reposo	20° - 29° ángulo de reposo	30° - 34° ángulo de reposo	35° - 39° ángulo de reposo	40° - a más ángulo de reposo
Características del material				
Tamaño uniforme, partículas redondeadas muy pequeñas, tanto si están húmedas o muy secas: piedra sílice seca, cemento, concreto húmedo	Partículas pulidas, redondeadas, secas, de peso medio: granos sin pelar y frejoles	Materiales Irregulares, granulares o en trozos de peso medio, tales como antracita y carbón de piedra, semilla de algodón, arcilla, etc.	Materiales comunes típicos: carbón bituminoso, piedra, mayoría de minerales	Materiales irregulares, fibrosos, que se pueden atorar: astillas de madera, bagazo, arena de fundición templada.

\* Los diseños de código conforman las características gráficas de los materiales a granel.

Características del material:

1. Tamaño de material
2. Peso específico
3. Ángulo de reposo y sobrecarga
4. Temperatura

Procedimiento de cálculo de los parámetros de diseño de una cinta transportadora:

1. Datos de diseño:
  - a. Tipo de material
  - b. Longitud de cinta
  - c. Ángulo de inclinación de la cinta
  - d. Ancho banda disponible
  - e. Velocidad de avance
2. Capacidad de transporte de la cinta
3. Potencia de accionamiento
  - a. P<sub>1</sub>: Potencia necesaria para mover la cinta en vacío y cargada, con desplazamiento horizontal de la cinta.

$$P_1 = \frac{C_b \cdot v + Q_m}{C_l \cdot K_f}$$

C<sub>b</sub> : es el factor de anchura de la banda (kg/s)

v : es la velocidad de avance de la banda (m/s)

Q<sub>m</sub> : es la capacidad de transporte en masa de la banda (t/h)

C<sub>l</sub> : es el factor de longitud de la banda (m<sup>-1</sup>)

K<sub>f</sub> : es el factor de servicio (-)

Tabla 82 – Factores C<sub>b</sub>, C<sub>l</sub> y K<sub>f</sub>. Fuente: Catálogo de Dunlop

Tabla 7. Factor de ancho de la banda, C <sub>b</sub>								
Peso específico γ (t/m <sup>3</sup> )	Ancho de banda (mm)							
	300	400	500	650	800	1000	1200	1400
γ ≤ 1	31	54	67	81	108	133	194	227
1 < γ ≤ 2	36	59	76	92	126	187	277	320
γ > 2	-	65	86	103	144	241	360	414

Tabla 8. Factor de longitud de la banda, C <sub>l</sub>											
Longitud de banda (m)	32	40	50	63	80	90	100	150	200	250	300
C <sub>l</sub>	222	192	167	145	119	109	103	77	63	53	47

Tabla 9. Factor de servicio, K <sub>f</sub>	
Condiciones de trabajo	K <sub>f</sub>
Favorables, buena alimentación, bajas velocidades	1,17
Normal, condiciones estándar	1
Desfavorables, baja temperatura y alta velocidad	0,74 - 0,87
Temperaturas extremadamente bajas	0,57

P<sub>2</sub>: Potencia necesaria para elevar la carga hasta una cierta altura.

$$P_2 = \frac{H \cdot Q_m}{367}$$

H: es la altura que alcanza la banda transportadora (m), calculada a partir de la longitud y su inclinación.

$$H = L \cdot \text{sen}(\varphi)$$

Qm : es la capacidad de transporte en masa de la banda (t/h)

La potencia total va a estar dada por la suma de la P1 y la P2, es la que debe proporcionar el tambor motriz a la cinta. Pero hay que tener en cuenta el rendimiento de motor eléctrico como el reductor de velocidades. De esta manera se realiza el siguiente calculo:

$$P_M = \frac{P_T}{\eta}$$

PM: es la potencia consumida por el motor eléctrico (kW)

$\eta$ : es el rendimiento total que tiene en cuenta tanto el rendimiento del motor como de la caja reductora.

$$\eta = \eta_m \cdot \eta_r$$

Una vez obtenida la potencia motora (PM) necesaria, se selecciona la potencia nominal del motor eléctrico que mejor se adapte a la instalación

#### 1. Número de telas en cintas convencionales, obtenemos las fórmulas del fabricante:

Tabla 83 - Numero de telas. Fuente: Catálogo de Dunlop

$$\text{(A)} \quad T_{MAX} = \frac{75 \times N}{V} \times K1 \quad \text{(B)} \quad N_T = \frac{T_{MAX}}{A \times CT} \quad *$$

\* Si da un número fraccionado adoptar el inmediato superior. Mínimo 2 (telas).

**N (HP)** = Potencia de chapa del motor instalado.

**V (M/SEG)** = Velocidad de la cinta.

**A (CM)** = Ancho de la cinta.

**CT (KG/CM/TELA)** = Carga de trabajo de tela seleccionada a utilizar.

**K1** = Coeficiente en función del ángulo de abrace de la cinta en la polea motora de la fricción y tipo de tensor.

Tabla 84 - Tipos de tensores. Fuente: Catálogo de Dunlop

Angulo de abrace - Grados Contact angle - Degrees	TIPOS DE TENSOR / TYPE OF TENSOR			
	A tornillo / Screwed		A contrapeso / Counterweight	
	Tambor normal Regular drum	Tambor revestido Coated drum	Tambor normal Regular drum	Tambor revestido Coated drum
180°	2.15	1.84	1.64	1.50
200°	2.00	1.71	1.54	1.42
210°	1.94	1.67	1.51	1.38
220°	1.88	1.62	1.46	1.36

Tabla 85 - Numero de telas. Fuente: Catálogo de Dunlop

Número de telas Number of plies	Ny - Ny	EP
2	12.5	250/2
3	12.5	400/3
4	12.5	500/4
2	20	400/2
3	20	630/3
4	20	800/4
3	25	750/3
4	25	1000/4

2. Cálculo de tensiones de trabajo de la banda : generada por el arrastre del tambor motriz en los ramales de la banda debida a la tracción motriz.

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\alpha}$$

T1 : es la tensión del lado más tenso de la banda (N)

T2 : es la tensión del lado menos tenso de la banda (N)

$\mu$  : es el coeficiente de fricción entre banda y tambor (-)

$\alpha$  : es el ángulo de contacto entre banda y tambor (rad)

Tabla 86 - Selección de coeficiente de rozamiento. Fuente: Catálogo de Dunlop

Tabla 14. Valores del coeficiente de fricción, $\mu$		
Superficie del Tambor	Sin Recubrimiento	Con Recubrimiento
Alta adherencia	0,35	0,45
Seca	0,35	0,40
Húmeda	0,20	0,35
Mojada	0,10	0,30

3. Cálculo del diámetro y velocidad de giro del tambor motriz:

La norma DIN-22101 establece la siguiente expresión para calcular el diámetro mínimo del tambor motriz de accionamiento para bandas transportadoras

$$\frac{36 \cdot F_t}{p \cdot \pi \cdot \alpha \cdot B}$$

$F_t$  : es la fuerza tangencial en el régimen de giro estacionario (N)

$\alpha^\circ$  : es el ángulo de contacto entre banda y tambor (expresado en grados, °)

$B$  : es el ancho de banda de la cinta (m)

$p$  : es la capacidad de transmisión tambor/banda

Tabla 87 - Tabla de diámetros de tambores. Fuente: Catálogo de Dunlop

200	250	320
400	500	630
800	1000	1250
1400	1600	1800
2000		

Para el cálculo de la velocidad a la que gira el tambor motriz se emplea la siguiente expresión:

$$\eta_T = \frac{v \cdot 60}{\pi \cdot D_T}$$

$\eta_T$ : es la velocidad del tambor motriz (r.p.m.)

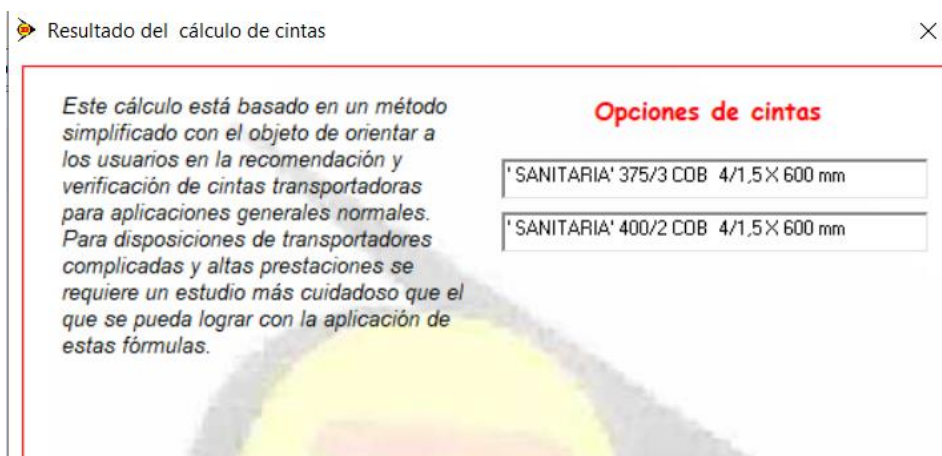
$v$  : es la velocidad de la banda (m/s)

$D_T$ : es el diámetro elegido del tambor motriz (m)

### 8.5.3. Conclusión de la cinta transportadora

Teniendo en cuenta los parámetros necesarios y conociendo nuestro material a transportar, se realizó la selección de la cinta transportadora. Para ello se utilizó el programa proporcionado por el fabricante Dunlop el cual nos arrojó la siguiente elección:

Tabla 88 - Resultado del cálculo de cintas. Fuente: Programa de selección de Dunlop



	Cinta Plana	Cinta Inclinada
--	-------------	-----------------

Caudal	1,6 tn/h	2,5 tn/h
Ancho de banda	600 mm	800 mm
Altura	0,8 m	3,3 m
Peso específico material	740 kg/m <sup>2</sup>	740 kg/m <sup>2</sup>
Longitud	2,5 m	4,3 m
Velocidad	4 m/s	4 m/s
Tensión máxima	1814 kg	1814 kg
Número de telas	3	2

## **8.6. Selección de enfriador y zaranda**

### **8.6.1. Generalidades - Enfriador**

La etapa de enfriamiento del pellet tiene lugar entre la salida de la máquina peletizadora conectado con una cinta transportadora y por otro lado a la salida estará directamente la zaranda para continuar el proceso al empaquetado.

Su función principal está en reducir la temperatura del pellet alrededor de 40°C a modo de obtener un producto final más duro y resistente al movimiento.

### **8.6.2. Objetivos - Enfriador**

El objetivo principal de esta sección es determinar el sistema de enfriamiento del pellet de orujo respetando las limitaciones principales del proceso como los tiempos del proceso continuo, el espacio disponible de la máquina y los parámetros puntuales de temperatura para la calidad del pellet.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Determinar el método de enfriamiento óptimo para este proceso.
- Verificar si hay algún proveedor que brinde un equipo capaz de cumplir con la necesidad mencionada.

### **8.6.3. Antecedentes - Enfriador**

La función que cumple el enfriador es bajar la temperatura del pellet y su humedad relativa. Las razones por la cual esta parte del proceso es importante se resume en tres aspectos principales:

- Al enfriar el orujo de uva se le otorga cierta resistencia y dureza al pellet permitiendo una mejor manipulación del mismo, evitar que se rompa y por lo tanto mejora la calidad de producto final.
- Evita la condensación del orujo y pierda su forma otorgada por la peletizadora en su envase final, el cual en este caso sería el big bag
- El flujo del aire le quita gran parte del polvo que está en el pellet logrando así un producto final de mejor calidad y apariencia.

Hay tres principales estilos de enfriadores, el horizontal, el vertical y el contraflujo.

#### *Enfriador horizontal*

Esta enfriadora se utiliza principalmente para pellets blandos y delicados. La desventaja de este diseño de máquina es que requiere un alto costo de mantenimiento asociado dado a que tiene una mayor cantidad de piezas en movimiento y como limitante principal para el proyecto en cuestión, requiere de mayor espacio. Dependiendo del espacio disponible este tipo de enfriadores puede tener doble o hasta triple paso de espacio disponible.

Por último, requiere un mayor volumen de aire que el vertical o contraflujo. por lo que la potencia y energía necesaria es mayor.





Ilustración 61 - Enfriador Horizontal. Fuente: BORTONE, 2020.

### *Enfriador vertical*

Esta enfriadora introduce los pellets desde la parte superior y se los expone a una corriente de aire de alta velocidad desde la parte de arriba y está dividido por dos columnas.

El problema que surge es que termina habiendo un desigual de presión entre columnas por lo que circula más aire en áreas por donde exista una menor resistencia.

La ventaja de este equipo es que requiere un menor espacio en su instalación y operación, se la considera de bajo mantenimiento dado que tiene pocas partes en movimiento.

Estos diseños tienen la fama de tener problema con bloqueos dado que el orujo se suele aglomerar y rigidizar, sobre todo si tiene un contenido alto de humedad o son muy blandos.

### *Enfriador por contraflujo*

Esta enfriadora introduce los pellets desde la parte superior, pero en contraste con la enfriadora vertical, el aire que enfría es contraflujo al sentido que se ingresan los pellets los cuales son introducidos mediante un bloqueador de aire. De este modo se logra reducir la diferencia de temperatura entre el aire frío y los pellets, evitando la fragilización de estos por una caída de temperatura abrupta.

La descarga de pellets se realiza de forma automática cuando la cama de pellets que se genera llega a un nivel indicado, también dejando salir a los que están en la parte inferior mediante compuertas deslizantes o paralelas. Se debe calibrar el sistema de ingreso para que los pellets se distribuyan de forma proporcionada.

La ventaja de este proceso es tal como en la vertical, estos procesos requieren poco espacio y poco mantenimiento.

En conclusión, en el caso de los pellets se debe buscar que la diferencia de temperaturas no sea muy grande para evitar la fractura por el delta térmico. Por eso mismo con el proceso de contraflujo logra que el aire más frío esté con los pellets con menor temperatura y el aire calentado por el proceso en contacto con los pellets que recién ingresan. Obteniendo así disminuir el riesgo de arruinar la calidad del producto final por un enfriamiento brusco.

Por otro lado, lado la restricción de espacio del proyecto resulta determinante utilizar el estilo de enfriamiento a contraflujo porque la horizontal no cabría en el espacio destinado al enfriamiento.





Ilustración 62 Máquina enfriadora a contraflujo. Fuente: BORTONE, 2020.

Por lo tanto, se define que la instalación de este proyecto tiene como conveniencia diseñar el proceso utilizando una máquina enfriadora a contraflujo.

#### 8.6.4. Marco teórico - Enfriador

El enfriamiento se logra al pasar aire por los pellets. Para que se logre este proceso se logra mediante diferentes aspectos térmicos.

En primer lugar, está la diferencia de temperaturas. Dado que el aire es más frío que los pellets, por el principio cero de la termodinámica la temperatura va a fluir del uno al otro intercambiando calor mediante conducción, convección y radiación.

En segundo aspecto, el aire al tener una humedad relativa disponible, hasta lograr la saturación a dicha temperatura el mismo aire tiene una cierta capacidad de extraer el agua del pellet. Para lograr eso el agua del pellet debe pasar a estar en un estado gaseoso y toda esa energía latente para cambiar de estado es en efecto utilizando el calor del pellet, logrando así que se enfríe al bajar su humedad. Es por eso mismo que si el aire es seco se logran mejores resultados de enfriamiento y se aprovecha la humedad del pellet.

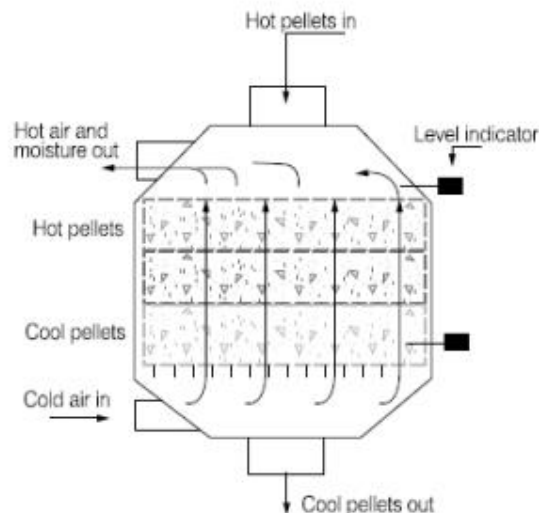


Ilustración 63 - Diagrama de enfriador a contraflujo. Fuente: BORTONE, 2020.

Como se visualiza en la imagen del diagrama de enfriador a contraflujo, el mismo se dispone por un envase principal. Se busca mantener el nivel en el recuadro medio manteniendo esa cama mínima de pellets siendo la capa inferior la más fría y la capa superior la más caliente dado que es la que ingresa.

### 8.6.5. Cálculo de proceso de enfriamiento

A modo de verificar que el proveedor logre los objetivos que se buscan de enfriamiento para los pellets se presenta a continuación un desarrollo matemático el cual posteriormente se comparará con los datos de la máquina para poder ver si el caso en cuestión tiene o no la capacidad de enfriar en las medidas pretendidas

Se comienza averiguando el contenido de energía térmica contenida en el pellet.

Datos de entrada:

- Flujo másico de pellet: 2500kg/hr
- Temperatura del pellet: 80-90°C
- Calor específico del pellet:  $2 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C}$
- Temperatura final del pellet: 40°C
- Flujo másico de aire 1500 kg/hr
- Calor específico del aire:  $1 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C}$
- Diferencia de temperatura del aire: 20°C

*Energía contenida del pellet = caudal de pellet x calor específico del pellet x diferencia de temperatura del pellet*

$$\text{Energía contenida del pellet} = \frac{2500kg}{hr} \times 2 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C} \times 50^\circ C$$

$$\text{Energía contenida del pellet} = 250000 \frac{kJ}{hr}$$

Se considera que el pellet entra con una temperatura de entre 60°C y 80°C y se lo baja alrededor de 50° para que termine entre unos 20°C y 30°C.

El siguiente paso consta de calcular la cantidad de humedad en el aire que está disponible para evaporar

*Energía del pellet caliente transferida al aire*

*= flujo de masa de aire x calor específico del aire x diferencia de temperatura del aire*

$$\text{Energía del pellet caliente transferida al aire} = 1500 \frac{kg}{hr} \times 1 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C} \times 20^\circ C$$

$$\text{Energía del pellet caliente transferida al aire} = 30000 \frac{kJ}{hr}$$

El dato de flujo de aire es en base a recomendaciones teóricas que se suelen utilizar en este estilo de equipos.

Una vez que se tienen ambos resultados se pasa a averiguar la energía restante para evaporar el agua.

$$\begin{aligned} \text{Energía restante para evaporar el agua} \\ &= \text{Energía contenida del pellet} \\ &- \text{Energía del pellet caliente transferida al aire} \end{aligned}$$

$$\text{Energía restante para evaporar el agua} = 250000 \frac{\text{kJ}}{\text{hr}} - 30000 \frac{\text{kJ}}{\text{hr}}$$

$$\text{Energía restante para evaporar el agua} = 220000 \frac{\text{kJ}}{\text{hr}}$$

$$\text{Total de agua evaporada} = \frac{\text{Energía restante para evaporar el agua}}{\text{Energía requerida para evaporar 1 kg de agua}}$$

$$\text{Total de agua evaporada} = \frac{220000 \frac{\text{kJ}}{\text{hr}}}{2500 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$$

$$\text{Total de agua evaporada} = 88 \text{ kg H}_2\text{O/hr}$$

$$\frac{88 \text{ kg/hr}}{2500 \text{ kg/hr}} \times 100 = 3,5\% \text{ agua removida del pellet por hora}$$

(BORTONE, 2020)

### 8.6.6. Proveedor de equipo

La empresa FDSP de la serie cooler ofrece el tipo de máquinas de enfriadora a contraflujo especializada en peletizadoras.



Ilustración 64- Enfriador a contraflujo Marca FDSP. Fuente: FDSP, 2020.

Datos técnicos del proveedor

Tabla 89- Hoja Técnica Enfriador a Contraflujo Marca FDSP. Fuente: FDSP, 2020.

Modelo	SKLN1.5	SKLN2.5	SKLN4	SKLN6	SKLN8
Volume(m <sup>3</sup> )	1.5	2.5	4	6	8
Capacidad (t/h)	3	6	10	15	20
Coolingtime(min)	NotLessthan10-15 minutos				
TemperatureafterCooling	Nothigherthanambienttemperature + 3-5° C				
Aspiration(m <sup>3</sup> /min.t)	34				
Energía (kilovatio)	0.75	1.1	1.5	1.5	1.5
PowerofAirlock(kw)	0.55	0.75	1.1	1.1	1.5

El proveedor indica que el proceso reduce entre un 3 y un 4% la humedad del pellet si este tiene una temperatura de alimentación entre un 60 y 80°C y un contenido de humedad cercano al 15%, lo cual coincide con los valores calculados en el desarrollo presentado y por lo tanto se llega a la conclusión que este tipo de máquinas efectivamente cumplirá con los estándares que se pretende que cumpla.

El mismo proveedor tiene una segunda opción de enfriador a contraflujo que se amoldan mucho a las necesidades del proyecto dado que también tiene como propuesta el adosamiento de la zaranda para el tamizado.

Por eso mismo se escoge la opción a continuación:

Enfriador a contraflujo con tamiz de enfriamiento



*Ilustración 65 Enfriador a contraflujo con Zaranda Marca FDSP. Fuente: FDSP, 2020.*

*Tabla 90- Hoja técnica enfriador a contraflujo con zaranda marca FDSP. Fuente: FDSP, 2020.*

Modelo	Capacidad (t/h)	Energía (kilovatio)
SNSZ80	0.5-1.5	1.7
SNSZ100	1.0-3.0	2.05

El modelo es el SNSZ100 dado que cumple con el caudal de 2.5 toneladas que se estiman producir.

La energía que consume el enfriador en conjunto con la zaranda será de 2.05kW y su capacidad máxima es de 3.0 t/h. Sin embargo, se deberá calibrar en función del diámetro y el largo del pellet porque en base al mismo es que tardará más o menos en enfriar. Cuan más chico sea más superficie en contacto con aire abra en la misma cantidad de tonelaje y por ende los tiempos serán menores.

El precio de este producto es de 20.000 U\$D (SNSZ, 2020)

### 8.6.7. Objetivos - Zaranda

El objetivo de esta parte del trabajo es definir los conceptos que debe cumplir la zaranda, su función en el proceso y adaptar las necesidades a la máquina a seleccionar.

Por lo tanto se pasará expresar el marco teórico de la zaranda, o también conocida como tamizadora y luego seleccionando la máquina disponible en el mercado. En este proceso se logra una primera limpieza del pellet.

### 8.6.8. Marco teórico - Zaranda

La función principal de la zaranda es mejorar la calidad final del pellet al sacarle todas las partículas que lo rodean, de hecho, es el último proceso que se le realiza antes de ser empaquetado y trasladado. Si bien parte de las partículas dinas se extraen en el flujo de aire al enfriar, gran parte de las mismas se separa en la Zaranda. Se estima que un 5% de la producción es separada como polvo o partículas pequeñas (menores a 3mm)

El método de separación comienza por un apartamiento dimensional por medio de la malla y con la mesa vibratoria se logra separa por peso específico del producto.

El tamaño de la malla se define según el tamaño del grano, el cual está estandarizado el espacio disponible para que los pellets de un mayor tamaño al permitido pasar por la zaranda continúen el camino y el resto caiga por la gravedad. Este mismo mayado metálico es también estandarizado según el porcentaje de material con respecto al porcentaje de abertura disponible.

Según la estandarización “*U.S STD Sieve*” el mallado se estandariza por la siguiente tabla en la cual se ponen los principales valores acorde con los que competen a las dimensiones del pellet

Tabla 91 *U.S STD Sieve* Mallado estandarizado. Fuente: *Technologies*, 2020.

Número Malla		
( <i>U.S. STD. Sieve</i> )	Abertura (mm)	Abertura (pulg)
4	4.76	0.187
5	4	0.157
6	3.35	0.132
8	2.38	0.0937
10	2	0.0787
12	1.68	0.0661
14	1.41	0.0555

En el caso de los pellets se requiere que el mallado sea de número 6 dado que al ser un producto alimenticio para rumiantes el valor no puede ser menor, aunque eso sería un beneficio para la fabricación dado que no se debería reprocesar ese desperdicio.

### 8.6.9. Requerimientos de Zaranda

Dado el proceso al que se somete la zaranda se define como principales aspectos técnicos

- i. Debe tener un proceso continuo con una capacidad de 2,5 *Ton/hr.*
- ii. La dimensión óptima de calidad de pellet que se busca obtener como producto final se debe respetar y adaptar con la de la máquina. Por lo general el granulómetro se diseña específicamente para el proceso a utilizar.
- iii. La mesa vibratoria no debe someter a un esfuerzo mayor al que resiste el pellet.
- iv. Número de malla 6 según norma “*US SDT Sieve*”.
- v. Debe ocupar poco espacio. Debido a la falta de espacio se debe optimizar el proceso en función del volumen requerido. Este factor resulta crítico a la hora de selección.

Dados esos lineamientos se procede a seleccionar la máquina. A modo de optimizar espacios la zaranda se posiciona directamente debajo del enfriador y el proveedor FDSP ofrece el conjunto de estas dos máquinas por lo cual se estaría garantizando el funcionamiento de ambos de forma pareja y optimizando las dimensiones dado que la zaranda está diseñada según las mismas que se determinan en el enfriador, por esa razón resulta altamente conveniente recurrir a este tipo de combinación que ofrece el mercado.

Dado que el porcentaje de polvo es de aproximadamente un 5%, estimando la producción de 2,5 ton/hora eso equivale a que se acumulan 125kg por hora y por lo tanto debería haber un recipiente que permita acumular ese material por al menos dos horas para luego ser reingresado a la tolva mediante la succionadora. El operario se acerca a dicho contenedor y reingresa el desperdicio para ser reprocesado. Para reingresarlo se utilizará la succionadora dado que es más práctico para el operario al no tener que levantar esa carga. Es preferible eso a tener que usar la grúa para levantar y depositar la carga.

### 8.6.10. Conclusión - Enfriador con zaranda

Dadas las cualidades que se deben respetar, sumado a los aspectos técnicos que fueron verificados por cálculos adicionales se concluye que la mejor opción es la enfriadora con zaranda modelo SNSZ120, el cual respeta los parámetros mencionados y fundamentalmente es el que mejor optimiza el espacio disponible.

Posterior a la zaranda se debe hacer un estudio de humedad por lote previo a ser desplazada para cerciorarse que el nivel de humedad de los pellets no supere aproximadamente el 12%. Siendo esta una cualidad crítica para que el pellet no se deforme, rompa o incluso tenga más vida útil como alimento.

## **8.7. Selección de colector de polvo**

### **8.7.1. Generalidades**

La peletizadora móvil en el proceso de fabricación se obtiene como consecuencia una generación de polvo la cual por razones de responsabilidad ambiental y seguridad industrial se debe tratar para liberar al ambiente de forma limpia. Por un lado al terminar el proceso no se puede liberar la concentración de polvo generada por una cuestión de limpieza y reducción de impacto en el ambiente en el que se trabaja cada vez que se realiza el proceso. Por otro lado y más importante, los polvos pueden causar una explosión y las consecuencias del mismo son extremadamente graves. Estos accidentes son muy conocidos en los silos agrícolas.

Por lo tanto a continuación se desarrolla como se solucionó este efecto en fábrica móvil.

### **8.7.2. Objetivos**

Los objetivos de la siguiente sección del documento constan de resolver los siguientes puntos.

- Determinar los métodos de separación de polvos óptimo para este proceso.
- Determinar cómo se llevará a cabo en el caso de la peletizadora móvil.
- Definir que proveedor cumple con los requisitos necesarios para el caso en cuestión.

### **8.7.3. Antecedentes – Colector de polvo**

Existen dos soluciones principales para reducir la concentración de polvos en el aire que se está trabajando en el proceso, mediante el uso de un ciclón o utilizando el método de filtro de mangas.

Dado que se ha presentado la parte técnica del uso de ciclón en el proceso de succión se pasa directamente a explicar la otra alternativa.

#### *Filtro de mangas*

El principio de funcionamiento de este equipo consta en la separación del sólido-gas. Su función es recoger las partículas sólidas del gas y se logra al hacerlas pasar a través de un tejido, un filtro con estructura porosa compuesta de materia fibrosa que tiende a retener las partículas que arrastra el gas.

#### *Medios filtrantes*

Los medios filtrantes son aquellas telas tejidas o de filtro. En términos generales, los diferentes tejidos logran aumentar o disminuir los espacios entre las fibras, variando así la resistencia y permeabilidad en la tela. La permeabilidad se relaciona con la cantidad de aire que se filtra para una determinada caída de presión.



Tabla 92 - Propiedades de materiales empleados para los filtros. Fuente: Benítez, J., 1993; Corbitt, R., 1990; Cooper, D. and Alley, F., 2002.

TELA	TEMPERATURA (°C)		RESISTENCIA				
	Continua	Picos	Ácidos	Bases	Abrasión	Tensión	Combustión
Algodón	82	107	Deficiente	Muy buena	Muy buena	Buena	Si
Dacrón	122	163	Buena	Muy buena	Muy buena	Excelente	Si
Fibra de vidrio	260	288	Regular	Regular	Buena	Buena	Si
Nomex	190	218	Mala	Excelente	Muy buena	Muy buena	No
Nylon	92	121	Mala	Excelente	Excelente	Excelente	Si
Orlón	127	127	Excelente	Regular	Buena	Buena	Si
Polipropileno	92	94	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Si
Teflón	232	288	Excelente	Excelente	Regular	Buena	No
Lana	92	121	Muy buena	Deficiente	Regular	Regular	No
Acrílico	127	137	Buena	Regular	Buena	Buena	Si
Polietileno	65	100	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Si
Acetato	71		Mala	Mala	Buena		No
Rayón	94		Mala	Regular	Buena		Si
Cerámica	900	1000					

En la tabla se destacan las principales características de los materiales más utilizados. Se debe tener en cuenta en el caso particular que concierne a este proyecto, el mismo debe tener como condición crítica no ser inflamable.

#### 8.7.4. Modos de filtrado

Hay dos principales métodos de filtrado, la filtración interior y la filtración exterior.

##### *Filtración interior*

Las partículas son recolectadas en la parte interna de las telas. Es decir que el flujo de gas entra por el interior del tubo y sale el gas limpio por el exterior, logrando así la separación.

##### *Filtración externa*

En este caso el aire ingresa por la parte exterior de la manga tubular e ingresa solo el aire filtrado evacuando por una placa superior. Por lo general es necesario una estructura interior de alambre que funcione como soporte interno.

#### 8.7.5. Método de limpieza

Para mantener la manga limpia se implementan diversos mecanismos para el mismo. **(Ver anexo filtro 1)**

- Vibración sónica
- Vibración horizontal
- Vibración vertical
- Limpieza por aire a presión

- Limpieza por aire a contracorriente

Los métodos de vibración se suelen evitar que producen fatiga y desgaste de las piezas al efectuar movimientos.

La limpieza por aire a contracorriente efectúa un chorro de aire a alta presión de forma programada y en ciclos formando una onda cuadrada en la que se activa este aire a contracorriente permitiendo que descienda la presión en la tela y la expanda, logrando así una fracturación de la camisa de polvo que se generó y se desprenda.

Estos ciclos son de fracciones de segundos y se realizan en forma progresiva, sin hacer esta expulsión de aire en todos al mismo tiempo. Este mecanismo de limpieza se denomina

también de chorros por impulso pulsante o “*jet pulse*”.

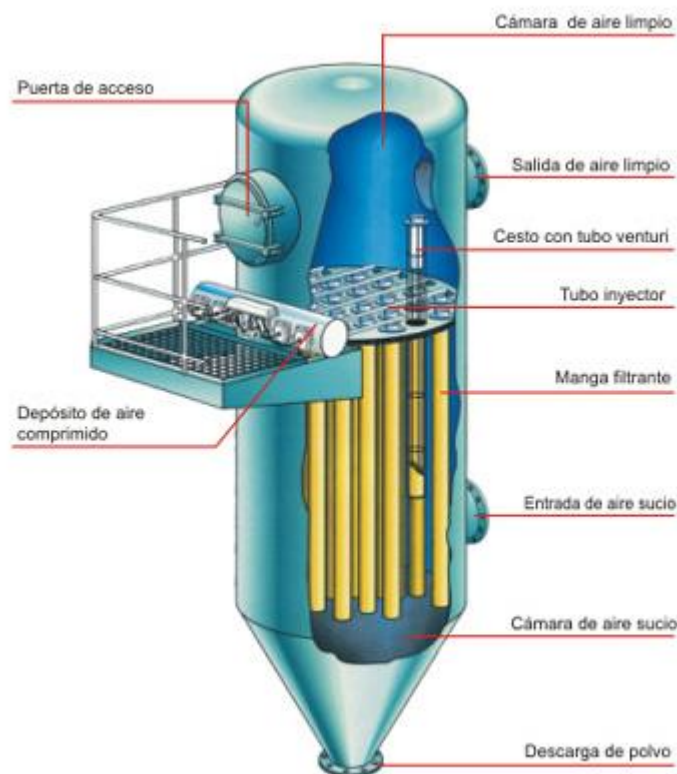


Ilustración 66 - Limpieza por aire a contracorriente con Jet Pulse. Fuente: <http://www.mancera.cl/productos-ventilacion.htm>, 2020.

En imagen previa se pudo visualizar como son las partes que componen el sistema, la descarga de polvos se produce en la parte inferior con una válvula rotatoria que evita el paso del aire y de ahí se ubicaría otro recipiente para acumular la descarga para luego ser reingresada y retrabajada.

### 8.7.6. Selección de equipo – Colector de polvo

En el caso de la recolección de polvos, el ciclón cumple una excelente función en separar sólidos de gases, pero estos deben ser al menos mayores a  $4\mu\text{m}$ , por lo que se debería poner un ciclón por cada tramo (enfriadora y succionadora) y aun así el efecto no sería del todo efectivo dado el tamaño de las partículas.

Por lo tanto, implementar el sistema de limpieza a contracorriente sería la mejor opción por que se pueden combinar ambos ingresos de aire a una misma máquina. La desventaja de este equipo es que es más costoso pero necesario por la limitación de espacios y la alta calidad de separación de aire de partículas pequeñas.

En el caso de la peletizadora móvil, se implementará una cabina con presión positiva, dado que ambas máquinas funcionan con presión negativa y expulsan el aire. También se implementará el modelo de limpieza externa dado que es más acorde al modelo que se requiere en este estilo de instalaciones.

Esto mismo se puede ver reflejado en la siguiente imagen



*Ilustración 67 - Peletizadora móvil - flujo de aire. Elaboración propia.*

Se ilustra como se diseñó y resolvió el camino por el cual se conduce el aire, se unifican en un mismo ducto e ingresan al tratamiento de fluidos con las mangas filtrantes. Dado que la presión es menor dentro del filtro de mangas, el flujo que recorrerá el aire será desde la succionadora o enfriadora hasta el escape del aire y no se generará un flujo inverso al deseado siempre y cuando la presión en los filtros sea menor a las generadas por los procesos.

$$\dot{Q}_{\text{succionador}} + \dot{Q}_{\text{enfriador}} = Q_{\text{filtro de mangas}}$$

Donde  $\dot{Q}$  representa el caudal volumétrico

El enfriador deduciendo los parámetros entregados por la empresa FDSP de otro modelo llamado SKLN1.5 (enfriadora sin zaranda) se conoce un aproximado del valor de su caudal volumétrico. Según el proveedor el criterio a asumir es que la máquina tiene un régimen de aspiración de  $34 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$  lo que equivale a  $2040 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$

$$1800 \frac{m^3}{hr} + 2040 \frac{m^3}{hr} = 3840 \frac{m^3}{hr}$$

De este resultado se debe tener en cuenta que la succionadora no está encendida todo el tiempo, por lo cual se debe comprender que el rango de trabajo es entre los  $2040 \frac{m^3}{hr}$  a los  $3840 \frac{m^3}{hr}$  y en los momentos en que no se esté succionando se deberá cerrar este flujo con una válvula para evitar que el aire se expulse por la manguera de succión.

Una vez que se obtuvieron los rangos de trabajo se procede a seleccionar la máquina.

Tabla 93- Parámetros de selección de máquina "Pulse Dust Filter" de FDSP. Fuente: <https://www.fdsp-cn.com/pulse-dust-filter-with-flat-bottom-round>, 2020.

Type	Filter length (mm)	Air volume (m <sup>3</sup> /h)	Filter area (m <sup>2</sup> )	Motor power of air seal machinery (kw)	Motor power of scraper conveyor (kw)	Low pump power (kw)	Weight (kg)				
							A	B	C		
TBLMD4	1800	156-780	206	0.55	0.55	1.5	380	305	345		
	2000	174-870	2.9				398	320	362		
	2400	210-1050	3.5				424	345	385		
TBLMD10	1800	396-1980	6.6				0.55	1.5	588	470	535
	2000	444-2220	7.4						618	495	562
	2400	534-2670	8.9						660	535	600
TBLMD18	1800	714-3570	11.9				0.55	1.5	952	730	865
	2000	792-3960	13.2						998	767	908
	2400	954-4770	15.9						1062	830	965
TBLMD26	1800	1032-5160	17.2		0.55	1.5	1128	865	1025		
	2000	1146-5730	19.1				1184	908	1076		
	2400	1380-6900	23				1254	980	1140		
TBLMD39	1800	1542-7710	25.7		0.55	1.5	1634	1215	1485		
	2000	1700-68610	28.7				1715	1276	1559		
	2400	2076-10380	34.6				1782	1370	1620		
TBLMD52	1800	2076-10380	34.3		0.55	1.5	1968	1475	1790		
	2000	2058-10290	38.2				2068	1548	1880		
	2400	2292-11460	46.1				2173	1660	1975		
TBLMD78	18000	3090-15450	51.5		0.55	2.2	2745	2040	2495		
	2000	3438-17190	57.3				2881	2142	2620		
	2400	4146-20730	69.1				3014	2285	2740		
TBLMD104	1800	4116-20580	68.6		0.55	2.2	3500	2610	3185		
	2000	4590-22950	76.5				3678	2740	3344		
	2400	5526-27630	92.1				3872	2945	3520		

La tabla presentada muestra los distintos modelos con diversas capacidades de filtrado. Los dos aspectos críticos serán el volumen de aire en  $\frac{m^3}{hr}$  que tiene como capacidad y por otro lado el espacio que ocupa. En este caso la altura de 2400mm estaría en el límite de lo que permiten las dimensiones para poder transportarlo, por lo que se utilizará el que tiene el largo de filtro más corto, es decir de 1800mm. El modelo TBLMD52 de 1800mm cumple con los requisitos mencionados.



Ilustración 68 - TBLMD 52 Marca FDSP. Fuente: <https://www.fdsp-cn.com/high-quality-tblmd-series-drum-pulse-filter>, 2020.

### 8.7.7. Conclusión de Colector de polvo

El método que se utilizara para separar el polvo del aire será un filtro de mangas por filtrado externo con un sistema de limpieza pulse dust o también conocido como jet pulse para tener un ciclo con menos mantenimiento durante la jornada de trabajo.

Se logra de este modo cerrar el ciclo de residuos a un mínimo en cuanto impacto ambiental en la zona de trabajo.

## 8.8. Diseño de Plataforma Base

### 8.8.1. Objetivos

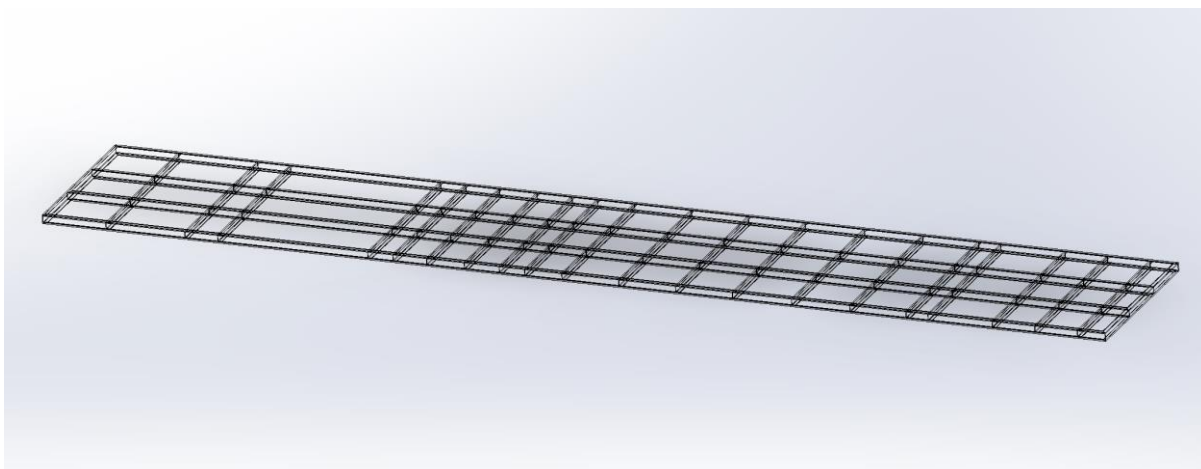
El objetivo del diseño de la plataforma base consiste en obtener un intermediario entre las cargas puntuales que generan cada uno de los dispositivos y el chasis del tráiler. De esta manera se logra una distribución uniforme de las cargas por sobre el tráiler. Para ello se propone diversas condiciones de funcionamiento y un diseño de por resistencias y deformación.

### 8.8.2. Diseño

Para llevar a cabo un análisis de diseño de la plataforma base, se debe contemplar las teorías de resistencias de materiales, en donde la plataforma se vincula mediante sujeciones fijas y constructivamente por soldadura.

### 8.8.3. Construcción de la plataforma

La disposición de cada uno de los dispositivos o lay-out generó una distribución de pesos que no es uniforme, esto implica que la construcción de la plataforma se tiene que adecuar según la posición de cada máquina para distribuir el peso en forma homogénea. Es por ello por lo que se tomó esta premisa para la construcción de la base, ya que los travesaños del mismo se ubicaron de forma tal que cada una de las máquinas puedan apoyarse por encima del mismo.



*Ilustración 69 - Render de la plataforma base. Elaboración propia*

En la imagen se observa la plataforma base la cual está constituida por 2 largueros de 14,95m, y 4 *bounders* de donde 2 coinciden con la medida de los largueros y los otros 2 con una medida de 2,5m. La mencionada estructura está construida con perfiles normalizados C120.

Por otra parte, los travesaños dispuestos de forma estratégica se construyeron con perfiles C100. A continuación se muestra la disposición de los largueros.

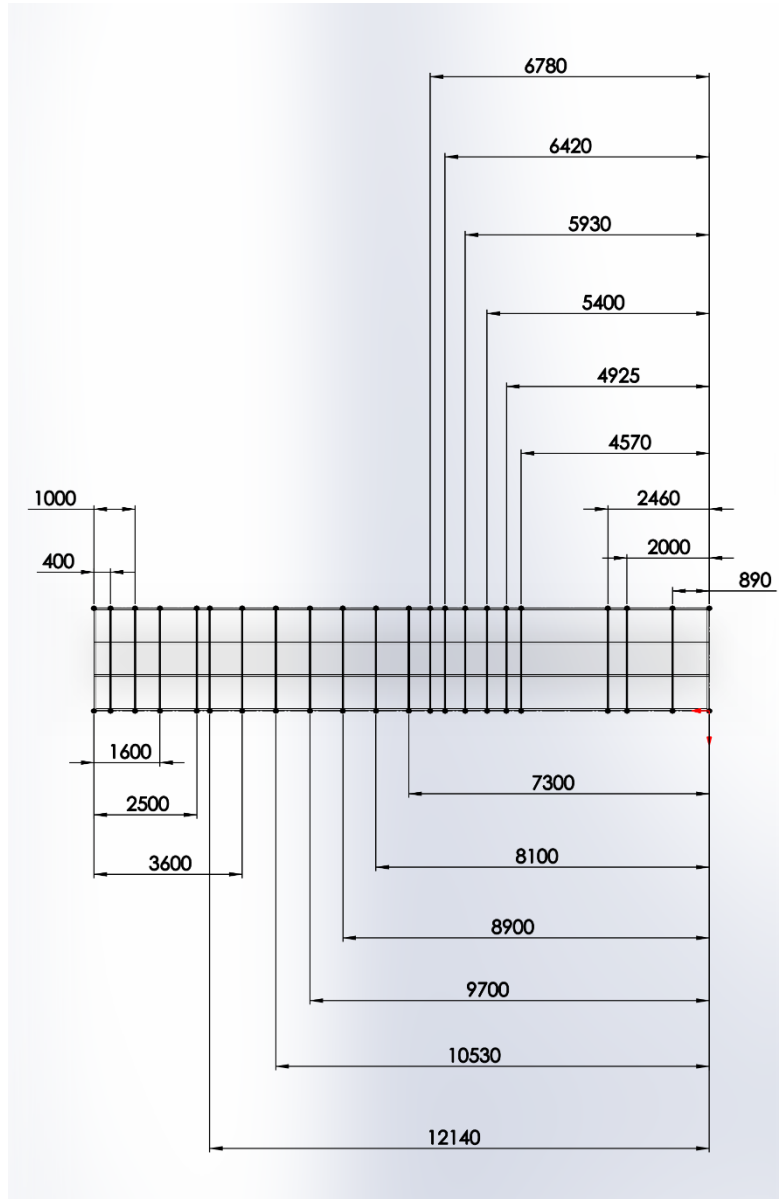


Ilustración 70 - Disposición de travesaños. Elaboración propia

#### 8.8.4. Cuadro de pesos

Tal como se hizo mención anteriormente, se recurrió a una distribución de pesos acorde a la disposición de los travesaños. Sin embargo, a la hora de contemplar cada uno de los pesos de las maquinarias, también se tuvo en cuenta el peso de la materia prima o del producto final que circula en el proceso. Por lo que en el siguiente cuadro se puede observar dos columnas destinadas a esto. Por un lado se observa un peso estático definido como Bach el cual corresponde a una determinada cantidad del producto de acuerdo con la capacidad de la máquina, por el otro se tiene un flujo de materia prima que corresponde a un porcentaje del peso total de la máquina.

Tabla 94 - Distribución de Pesos. Elaboración propia.



Equipo	Peso U	Cantidad	Orujo/Pellet	Bach	Peso Total
Aspirador - Ventilador	300	1	15%	0	675
Grua	2800	1	0	1250	4050
Tolva de alimentacion	2000	1	0	2500	4500
Tornillo sin fin	150	1	10%	0	400
Alimentador Peletizadora	150	3	5%	0	575
Peletizadora	1150	3	15%	0	3825
Cinta Transportadora	500	3	10%	0	1750
Cinta de Cangilones ZL	600	1	10%	0	850
Ciclon	100	1	10%	0	350
Enfriador - Zaranda	1000	1	0	550	1550
Grupo Electrogenero	2300	1	0	0	2300
Peso Propio	1000	1	0	0	1000
Adicionales	0	0	0	0	3273,75
				TOTAL	25098,75

### 8.8.5. Análisis Estático por MEF

Finalmente, una vez ubicados los pesos de cada una de las maquinas se recurre al análisis por elementos finitos el cual en función de los parámetros iniciales definidos, nos debe corroborar las ecuaciones antes mencionadas.

El estudio se realiza con el software “SOLIDWORKS SIMULATIONS” versión 2019.

#### *Sistema de Referencia*

Para tener en cuenta como están ubicadas cada una de las cargas, se contempla en principio la ubicación del sistema de referencia, y se detalla en colores la dirección y el sentido de los ejes.

A continuación se muestra cada uno de los ejes que el programa toma como sistema de referencia absoluto.

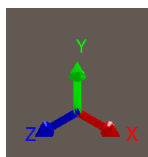


Ilustración 71 - Sistema de Referencia del Software solidworks


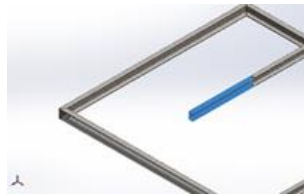
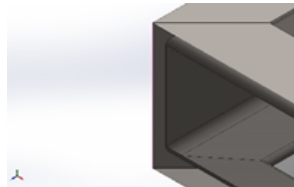
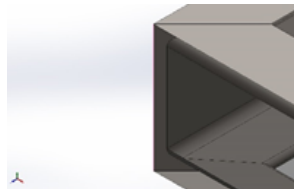
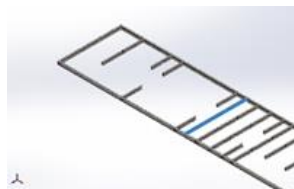
Cabe destacar que todas las cargas en la plataforma base se colocan en la en el “eje Y” y en el sentido contrario al que se muestra en la imagen ya que las cargas son el peso de las maquinas.

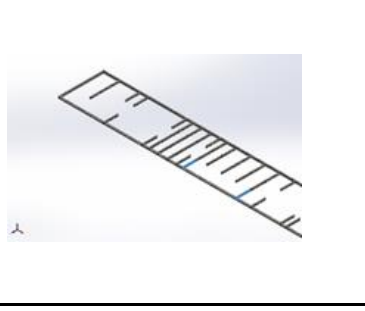
#### *Distribución de fuerzas*

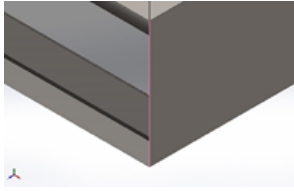
A continuación, se detalla cómo se colocaron las fuerzas de los pesos de las maquinas mencionadas anteriormente.



Tabla 95 - Tabla de Distribución de Fuerzas

Load name	Load Image	Load Details	
Force-1		Entities:	2 Beam (s)
		Reference:	Edge< 1 >
		Type:	Apply force
		Values:	---, ---, -6,615 N
		Moments:	---, ---, --- N.m
Force-3		Entities:	1 Beam (s)
		Reference:	Edge< 1 >
		Type:	Apply force
		Values:	---, ---, - 810 N
		Moments:	---, ---, --- N.m
Force-4		Entities:	2 Joint(s)
		Reference:	Edge< 1 >
		Type:	Apply force
		Values:	---, ---, -11,430 N
		Moments:	---, ---, --- N.m
Force-5		Entities:	2 Joint(s)
		Reference:	Edge< 1 >
		Type:	Apply force
		Values:	---, ---, -11,025 N
		Moments:	---, ---, --- N.m
Force-6		Entities:	3 Beam (s)
		Reference:	Edge< 1 >
		Type:	Apply force
		Values:	---, ---, -5,630 N
		Moments:	---, ---, --- N.m

Force-7		Entities:	12 Joint(s)
		Reference:	Edge< 1 >
		Type:	Apply force
		Values:	---, ---, -6,250 N
		Moments:	---, ---, --- N.m
Force-8		Entities:	4 Joint(s)
		Reference:	Edge< 1 >
		Type:	Apply force
		Values:	---, ---, -2,200 N
		Moments:	---, ---, --- N.m
Force-9		Entities:	2 Beam (s)
		Reference:	Edge< 1 >
		Type:	Apply force
		Values:	---, ---, -8,350 N
		Moments:	---, ---, --- N.m
Force-10		Entities:	4 Joint(s)
		Reference:	Edge< 1 >
		Type:	Apply force
		Values:	---, ---, -4,000 N
		Moments:	---, ---, --- N.m
Force-11		Entities:	8 Beam (s)
		Reference:	Edge< 1 >
		Type:	Apply force
		Values:	---, ---, -15,200 N
		Moments:	---, ---, --- N.m

Force-12		Entities:	4 Joint(s)
		Reference:	Edge< 1 >
		Type:	Apply force
		Values:	---, ---, -2,500 N
		Moments:	---, ---, --- N.m

### Dimensionamiento por resistencia

En este caso se hace un análisis por resistencia de materiales en función de las cargas determinadas por el peso de las máquinas. Se tiene como referencia una tensión para el límite elástico del acero 1010 de 180 MPa los cuales se encuentran integrados en el Software.

Tabla 96 - Propiedades de los materiales usados

MATERIAL (SI)	Módulo Elástico [N/mm <sup>2</sup> ]	Coefficiente de Poisson	Módulo Cortante [N/mm <sup>2</sup> ]	Densidad [Kg/m <sup>3</sup> ]	Límite de Tracción [N/mm <sup>2</sup> ]	Límite Elástico [N/mm <sup>2</sup> ]
AISI 1010	2.00e+05	0.29	8.00e+04	7870	325	180
AISI 1020	2.05e+05	0.29	8.00e+04	7870	420	350
AISI 1045	2.05e+05	0.29	8.00e+04	7850	625	530

Para esta situación se optó por tomar un coeficiente de seguridad del 50% el cual se determinó la expertiz de personas abocadas al rubro. Con estos valores en consideración, se observa que la plataforma base sufre una carga máxima operativa de 26 MPa y teniendo una tensión admisible de 90 Mpa, se corrobora el análisis de resistencia.

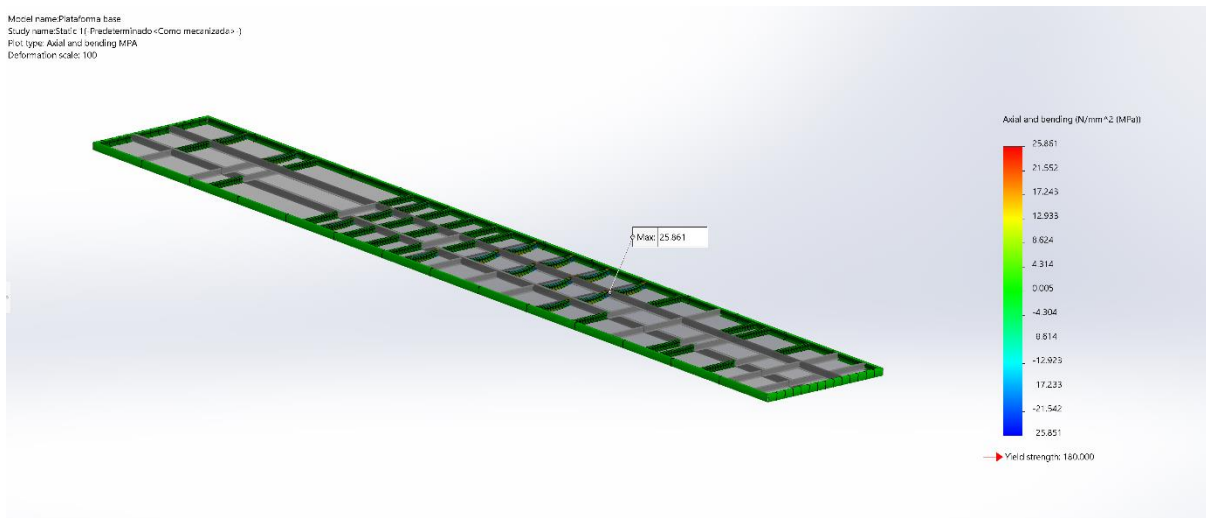


Ilustración 72 - Análisis Resistencial de la plataforma. Elaboración propia

### Dimensionamiento por deformación

Luego de corroborar el dimensionamiento por resistencia se procede a corroborar el análisis por deformación en este caso se toma como premisa que la plataforma tiene un límite de deformación máximo de  $L/1000$ . El valor de deformación máxima se determina a partir de análisis empíricos que fueron bridadas por expertos en el tema. No obstante, se tiene como referencia los valores del CIRSOC el cual acota los siguientes valores admisibles.

Tabla 97 - Tabla de valores admisibles de flechas

Tabla de valores admisibles de flechas l = longitud de viga o losa	
destino de construcción	flecha límite
1.- En acero: destino A y B (soporta muros y pilares)	1/500
destino A y B (soporta techos, entresijos)	1/300
destino C (cualquier función)	1/200
2.- En madera: destino A y B (cualquier función)	1/300
destino C (cualquier función)	1/200
3.- En hormigón: destino A y B (cualquier función)	1/400
destino c (cualquier función)	1/300

Como se puede observar, en nuestro caso la condición es más conservativa respecto de los valores de referencia. Y en este caso, los valores de flecha admisibles se magnifican a 0,82 mm. Observando que la deformación máxima que da el software es de 0,65mm y se determina que también corrobora este análisis.

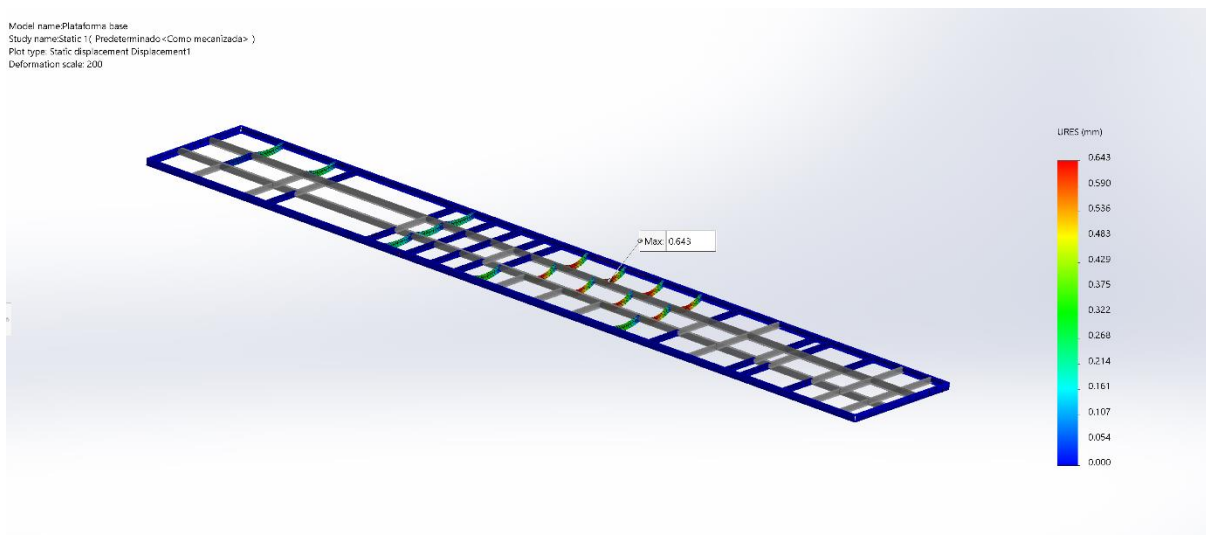


Ilustración 73 - Análisis de Deformación de la plataforma. Elaboración propia

### 8.8.6. Verificación de soldadura por Software

La verificación de soldaduras se realiza mediante el apoyo del software “SOLIDWORKS SIMULATION” versión 2019, la cual toma como referencia la hipótesis de falla en la garganta del cordón.

Como elemento de estudio se toma la sección más comprometida al corte de la estructura formada por perfiles en C. Una vez que ubicado dicho perfil se prosigue a realizar el estudio mediante software.

Los tipos de valores que son destacados en las próximas tablas se ven representados en las siguientes ilustraciones para que se entienda que representa cada valor:

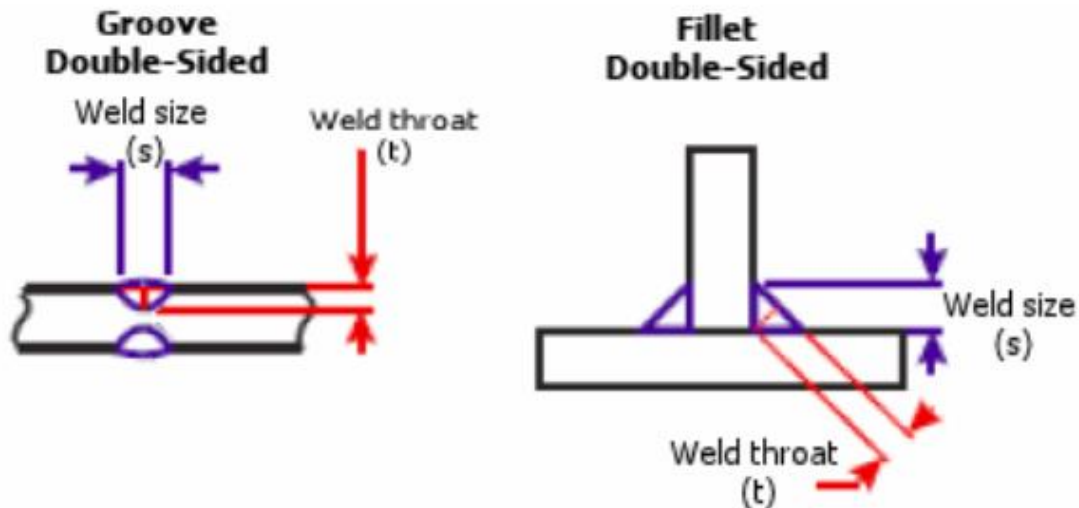


Ilustración 74 - Esfuerzos caracterizados en el análisis 1,  
[http://help.solidworks.com/2018/english/solidworks/cworks/c\\_Edge\\_Weld\\_Definitions.htm](http://help.solidworks.com/2018/english/solidworks/cworks/c_Edge_Weld_Definitions.htm), 2021.

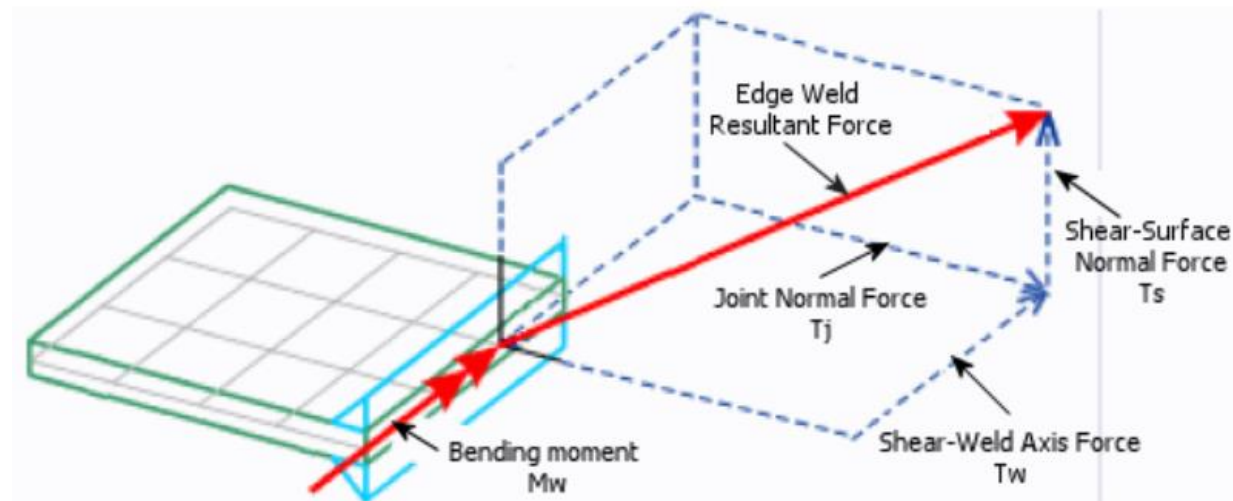


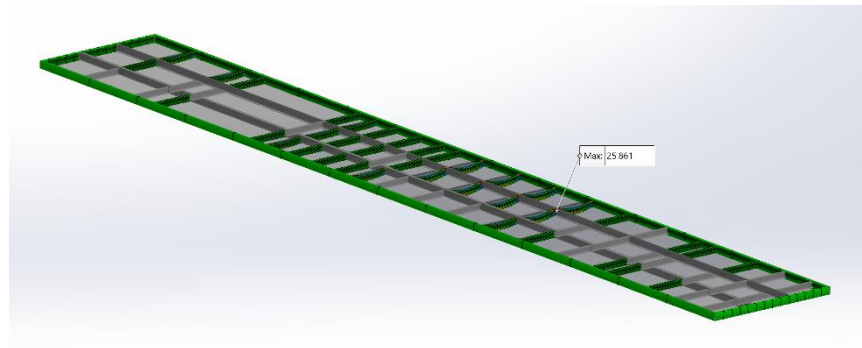
Ilustración 75 - Esfuerzos caracterizados en el análisis 2,  
[http://help.solidworks.com/2018/english/solidworks/cworks/c\\_Edge\\_Weld\\_Definitions.htm](http://help.solidworks.com/2018/english/solidworks/cworks/c_Edge_Weld_Definitions.htm), 2021.

A continuación, se procede a mostrar los resultados de dicho estudio en cada lado del perfil.

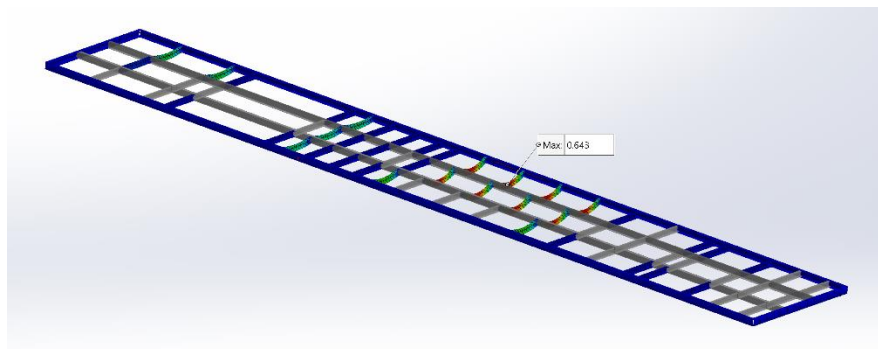
### *Zona de verificación de soldadura*

Para continuar con la hipótesis de cálculo de la soldadura, en principio se debe determinar donde se efectúa el mismo. A partir de esto se toma como zona de verificación a aquellos perfiles

que previamente nos generó los mayores valores de tensión y deformación. Es decir, la verificación de soldadura se llevó a cabo donde se ubica el grupo electrógeno.



*Ilustración 76 - Mayor valor de tensión (Grupo electrógeno)*



*Ilustración 77 - Mayor valor de deformación (Grupo electrógeno)*

### Valores de tensión en el cordón de soldadura

Los valores de tensión obtenidos por el programa se detallan a continuación.

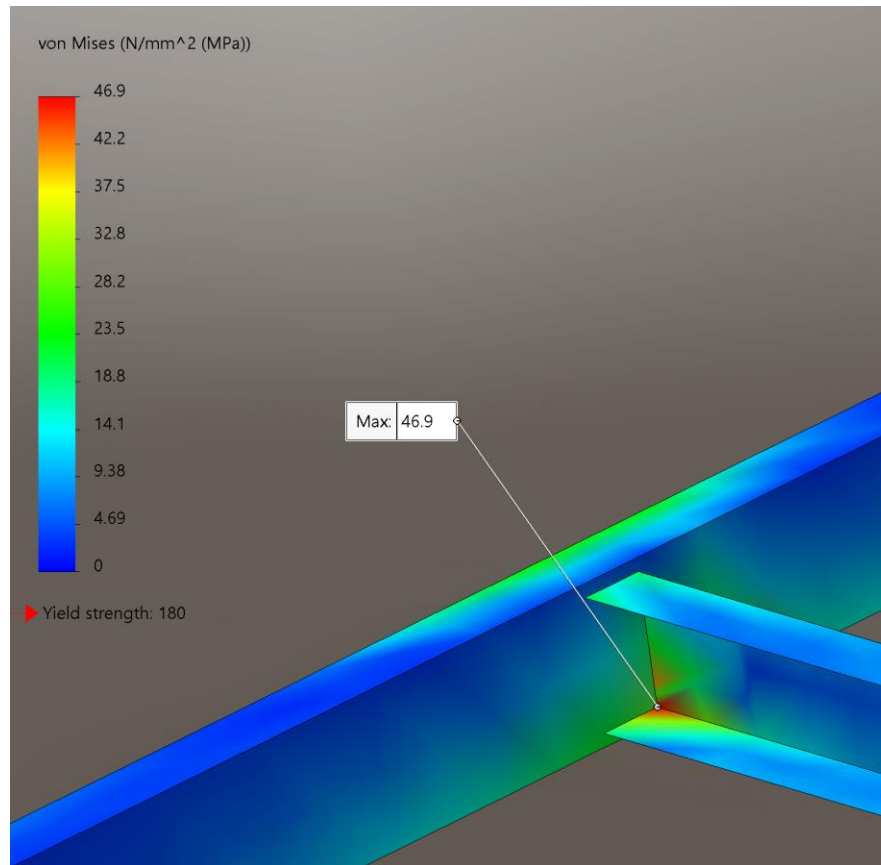


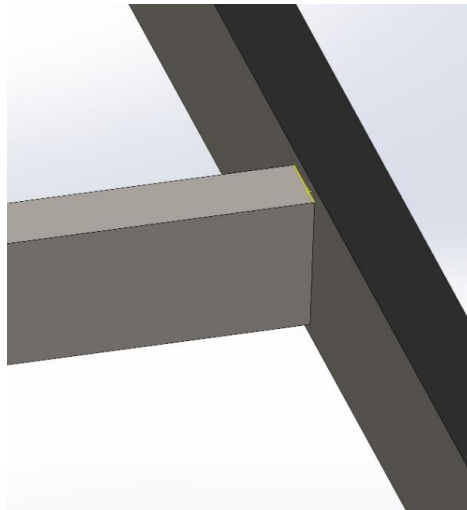
Ilustración 78 - Análisis de tensión de cordón de soldadura

Tomando como referencia el valor de tensión admisible del material a soldar como 180MPa y Teniendo como valor de tensión de rotura del cordón de soldadura E100 x 11mm normalizado según ASME de 455MPa y con un factor de seguridad de 5, (Tensión admisible del cordón de soldadura: 91MPa) se puede afirmar que nos encontramos dentro de los límites admisibles.

Pero para un mejor desarrollo el software nos proporciona un análisis detallado por cordón de soldadura en donde nos da como resultado el cordón mínimo de soldadura a partir de la hipótesis de falla en la garganta en determinadas condiciones.



*Lado superior del perfil*



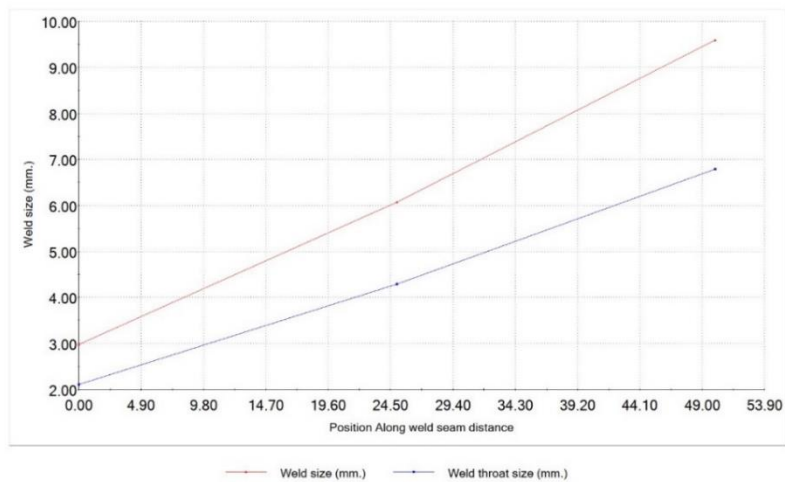
*Ilustración 79 - Análisis del Cordón de soldadura del lado superior del perfil*

En la imagen se visualiza una línea amarilla en el vértice del perfil que se está estudiando. La misma es el Cordón de soldadura ubicado en la sección superior del perfil

*Tabla 98 - Tabla de esfuerzos del lado superior del perfil*

Type	Min	Max	Mean
Weld size (mm.)	2.9791	9.6004	6.2158
Weld throat size (mm.)	2.1065	6.7885	4.3953
Joint normal force (N/m)	1.2594E+05	1.3069E+06	7.1643E+05
Shear-Weld axis force (N/m)	-38,796	4,276.7	-17,260
Shear-Surface normal force (N/m)	-24,958	6,241	-9,358.7
Bending moment (N.m/m)	117.3	198.17	157.74

Edge-weld size plot



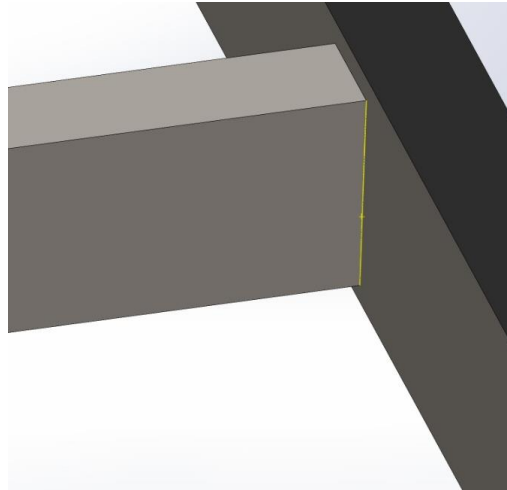
*Ilustración 80 - Grafico de espesor de Cordón de soldadura del lado superior del perfil*

El gráfico representa en el eje X la posición a lo largo de la soldadura en milímetros y en el eje Y el espesor de soldadura en milímetros. La línea roja expresa cómo se comporta el espesor de soldadura y la línea azul el espesor de garganta de soldadura.

En la misma se puede visualizar como en un extremo del perfil se ve más comprometida la soldadura y por lo tanto requiere mayores espesores de soldadura.

### *Lado vertical del perfil*

La sección de estudio del cordón de soldadura se ubica en la parte vertical que une ambos extremos del del perfil. La misma se puede ver gráficamente en la siguiente ilustración.



*Ilustración 81 - Análisis del Cordón de soldadura del lado vertical del perfil*

Los resultados son los siguientes:

*Tabla 99 - Tabla de esfuerzos del lado vertical del perfil*

Type	Min	Max	Mean
Weld size (mm.)	2.5688	9.4007	5.5538
Weld throat size (mm.)	1.8164	6.6473	3.9271
Joint normal force (N/m)	-1.4371E+06	8.1085E+05	-1.5199E+05
Shear-Weld axis force (N/m)	-2.694E+05	57,151	-1.1599E+05
Shear-Surface normal force (N/m)	-1.0486E+05	58,538	3,009.9
Bending moment (N.m/m)	-77.869	132.02	36.529

Como dato a destacar el valor de espesor de soldadura es menor que el anterior.

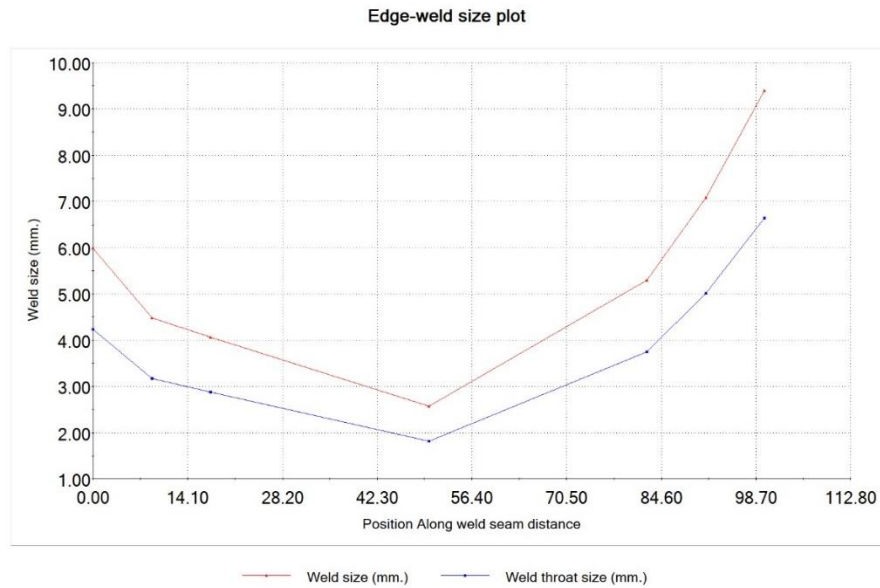


Ilustración 82 - Grafico de espesor de Cordón de soldadura del lado vertical del perfil

Gráficamente se puede visualizar como la sección es más solicitada en los extremos.

### *Lado inferior del perfil*

La sección de estudio del cordón de soldadura se ubicado en la parte vertical que une ambos extremos del del perfil. La misma se pude ver gráficamente en la siguiente ilustración.

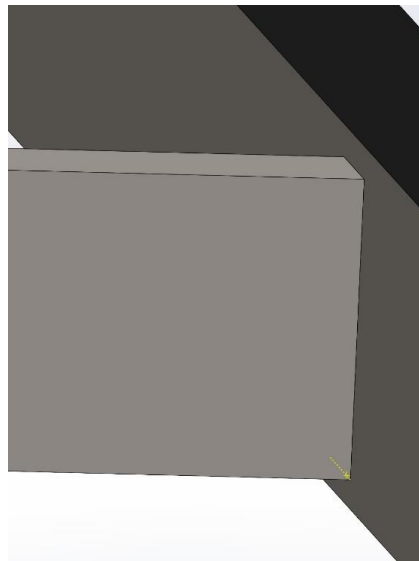


Ilustración 83 - Análisis del Cordón de soldadura del lado inferior del perfil

Los resultados son los siguientes:

Tabla 100 - Tabla de esfuerzos del lado inferior del perfil

Type	Min	Max	Mean
Weld size (mm.)	2.9752	6.1567	4.2214
Weld throat size (mm.)	2.1038	4.3534	2.985
Joint normal force (N/m)	-5.8863E+05	2.4838E+05	-1.7012E+05
Shear-Weld axis force (N/m)	-1.2363E+05	1.9846E+05	44,169
Shear-Surface normal force (N/m)	-99,990	64,119	-2,084
Bending moment (N.m/m)	53.937	255.42	154.68

Como dato a destacar el valor de espesor de soldadura es menor de los tres estudios.

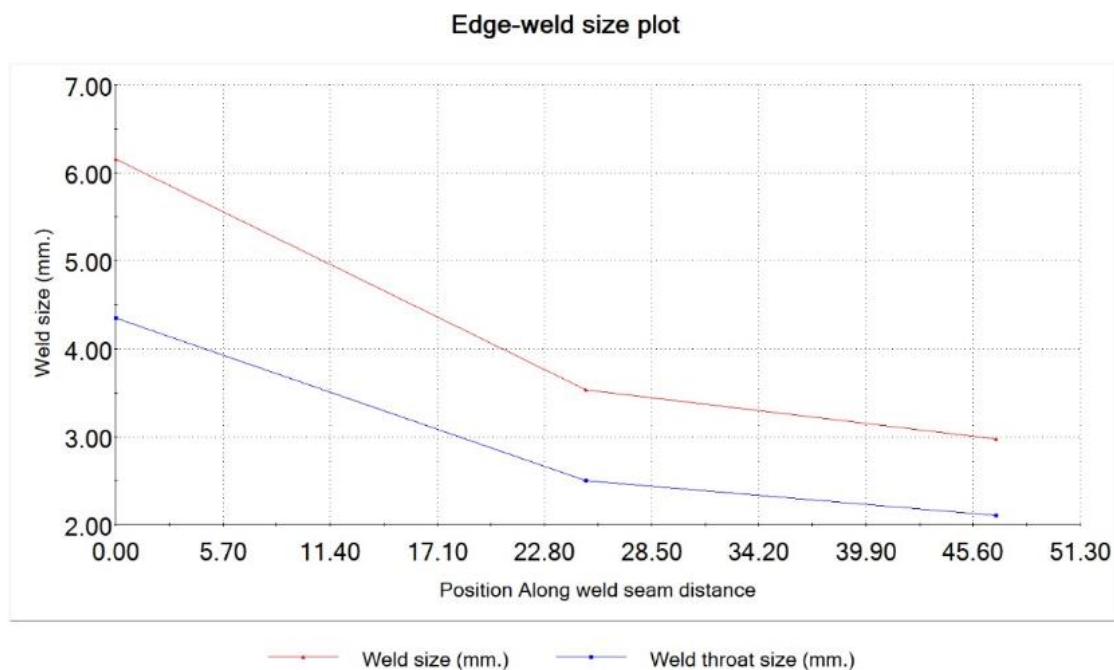


Ilustración 84 - Grafico de espesor de Cordón de soldadura del lado inferior del perfil

### Conclusión estudio de soldadura

El lado del perfil con mayores exigencias a esfuerzos de corte es el superior con un valor de 9.6mm.

Para definir el valor final se aplica un coeficiente de seguridad. Para definir dicho coeficiente se tiene en cuenta que la soldadura se realiza de forma continua y de ambos lados. También, dado que este fue un estudio estático y no dinámico el coeficiente de seguridad debe contemplar dichos valores.

Por lo tanto se aplica un coeficiente del 60% obteniendo un valor final de 16mm como espesor de soldadura y un espesor de garganta de 11mm.

## 8.9. Selección del grupo electrógeno

### 8.9.1. Generalidades

Un grupo electrógeno es un equipo periférico, generalmente de grandes dimensiones, capaz de proveer energía eléctrica de manera independiente de la red. Se suele colocar en instalaciones industriales como back-up de procesos continuos que no pueden detenerse, para abastecer servicios básicos de iluminación y emergencias, o simplemente porque no se dispone de la red eléctrica de manera temporal o constante en el lugar de la instalación. Por este motivo, las características de los grupos electrógenos suelen ser muy variadas. Estos se deben adecuar a las características de funcionamiento diagramadas por el proyectista.

### 8.9.2. Clasificación

Para usos prácticos, los componentes de un Generador Eléctrico para que cumpla con la función de suministrar energía eléctrica:

- Un motor.
- Switches o palancas para el uso del Generador (botones de choque, encendido, etc.).
- Un Alternador.
- Una batería que algunos equipos tienen, otros no
- Los Generadores grandes tienen una especie de Chasis para contener las piezas, los pequeños una carcasa.
- Algunos tienen sistemas de refrigeración.
- Un tanque para almacenar el combustible.
- Algunos tienen sistemas de protecciones.

Según normativa ISO, se pueden clasificar como grupos electrógenos de:

- Potencia Auxiliar de Emergencia**
- Potencia Auxiliar**
- Potencia Principal**
- Potencia Continua**

Los grupos electrógenos de **potencia auxiliar de emergencia** se utilizan en tiempos muy cortos (50-200 hs). Son también llamados equipos de *back up* ya que sólo funcionan cuando la corriente de red no está o no tiene la calidad suficiente para satisfacer los requerimientos de la instalación. Cuando la corriente de red vuelve a estar disponible, el equipo se apaga.



Ilustración 85 - Generador de potencia auxiliar de emergencia. Fuente: <https://www.ventageneradores.net>, 2020.

Por su tamaño, son generalmente fáciles de transportar y ubicar. Los generadores de uso doméstico (casas, edificios, eventos) también se encuadran en esta categoría, por lo que se encuentran algunos alimentados a gasolina.

Los grupos electrógenos de **potencia auxiliar** también se utilizan en tiempos muy cortos (50-200 hs pero se consideran de mayor tamaño, es decir para consumos mayores que los grupos puramente de emergencia. Por sus dimensiones suelen ser de instalación fija. Su uso es principalmente para abastecer hospitales, edificios o eventos grandes.



Ilustración 86 - Generador de potencia auxiliar. Fuente: <https://www.ventageneradores.net>, 2020.

Los grupos **electrógenos de potencia principal** o **prime power** proponen un cambio de concepto. Su utilización puede ser continua, pero en tareas que no se realizan constantemente a lo largo de su vida útil. Se pueden definir como para procesos con baches o lotes de trabajo. Su uso es muy difundido en plantas industriales, minas, obras, trituradoras, perforadoras de pozo, entre otros. Es ampliamente reconocido que el consumo de tales procesos puede ser mucho mayor a los domiciliarios nombrados en los tipos anteriores, por este motivo su tamaño suele ser mayor, y su consumo de combustible se incrementa. El combustible utilizado siempre es Diesel o gasoil.



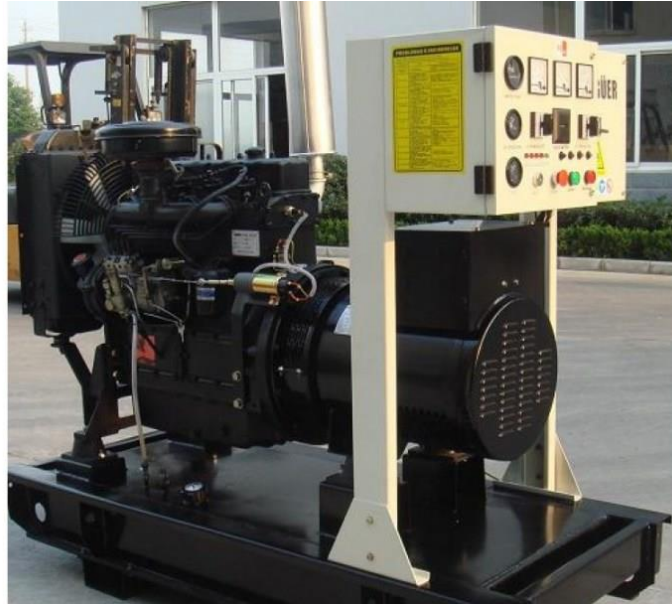


Ilustración 87 - Generador de potencia principal (Prime power). Fuente: <https://www.ventageneradores.net>, 2020.

Son equipos con gran capacidad de carga y generalmente fijos o estáticos, aunque parece que es un uso continuo no lo es, es una fuente principal de energía, pero una vez se termine la labor, se desconectan.

Finalmente, los **grupos electrógenos de potencia continua** o **continuous power** son aquellos que pueden satisfacer necesidades de las instalaciones de manera continua, debido a que existen procesos que no pueden detenerse. Los usos frecuentes de este tipo de generadores son bombeo de agua, carga base de centrales eléctricas, etc.



Ilustración 88 - Generador de potencia continua. Fuente: <https://www.ventageneradores.net>, 2020.

### 8.9.3. Selección del generador eléctrico

Las condiciones en la planta peletizadora móvil de orujo se definirán a continuación. se trabajará un turno por día, luego de ese turno se detendrán las máquinas, por consiguiente, el grupo electrógeno también podrá detenerse. El turno será de 12 hs, por lo que se considera que se requerirá energía por unas 15 hs al día, teniendo en cuenta el tiempo de setup de las máquinas y la posible interrupción del mismo por mantenimientos mínimos.

Es necesario tener un control muy minucioso de las grandes cargas existentes en la instalación, motores eléctricos, iluminación por lámparas de descarga o LED, son consumos eléctricos complejos de suministrar ya que cuentan con transitorios que pueden provocar consumos punta de fracciones de segundo que equipos mal diseñados no sean capaces de alimentar.

Las cargas serán mayormente constantes durante el turno de producción. Algunas cargas variables pueden presentarse durante el proceso, ya que se trabajará con *Buffer* durante el mismo. Este es el caso de la tolva primaria y la succionadora. La succionadora será la encargada de elevar el material hasta el ciclón. Luego de esto se elevará el material hacia la tolva mediante tornillo sinfín. El proceso puede continuar una vez que la tolva tiene el material mínimo. Cuando la tolva se llena la succionadora puede detenerse, lo que generaría una carga variable. Todas las cargas se deben afectar por el factor de simultaneidad.

En este punto, y si se contemplan motores eléctricos, una buena aproximación es considerar como regla general que la “corriente de arranque” es igual a 3 veces la corriente nominal o de trabajo, si el motor es arranque estrella triángulo; 6 veces la corriente nominal o de trabajo, si el motor es arranque directo. Los motores eléctricos pueden estar con partidores suaves o variadores de frecuencia, y la corriente de arranque se puede estimar en 2,5 veces la corriente nominal o de trabajo.

## 8.10. Cuadro de consumos

A continuación, se presenta el cuadro de consumos de la planta peletizadora móvil. En este cuadro, se dispondrán de manera ordenada y concisa todos los consumos en kW de los equipos que componen el lay-out. A partir de la potencia instalada (necesaria) se procederá a seleccionar el grupo electrógeno *prime power*.



Tabla 101 - Cuadro de consumos. Elaboración propia.

Equipo	Cantidad	PI (kW) Potencia activa ind	PI (kW) Potencia activa tot	Tensión (V)	Corriente (A)	Cos FI	Factor S	Factor C	SI (kVA) Potencia aparente ins	PI*Fc [kW]	SI*Fc [kVA]	Pu (kW) Potencia activa uti	Su (kVA) Potencia aparente uti
Aspirador	1	12	12	380	22,79	0,8	1	1	15,0	12,0	15,0	12,0	15,0
Alimentador peletizadora	3	1,5	4,5	380	2,85	0,8	1	1	5,6	1,5	5,6	1,5	1,9
Tornillo sin fin	2	1,5	3	380	2,85	0,8	1	1	3,8	1,5	3,8	1,5	1,9
Cinta transportadora	3	1,5	4,5	380	2,85	0,8	1	1	5,6	1,5	5,6	1,5	1,9
Peletizadora KAHL 33-390	3	30	90	380	56,98	0,8	1	1	112,5	30,0	112,5	30,0	37,5
Zaranda de impacto	1	0,95	0,95	380	1,80	0,8	1	1	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2
Comando con PLC	1	0,2	0,231	24	0,35	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Enfriador	1	1,0	1	220	1,79	0,85	1	1	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2
Medidor de humedad	1	0,2	0,2475	5	0,38	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Iluminación	1	1,0	1	220	2,63	1	1	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tomas Producción	3	2,0	6	380	3,80	0,8	0,8	0,7	7,5	1,4	5,3	1,1	1,4
			<b>123</b>		<b>99</b>	<b>0,86</b>	<b>0,98</b>	<b>0,97</b>	<b>154</b>	<b>51</b>	<b>152</b>	<b>51</b>	<b>63</b>

En base a las condiciones mencionadas en los párrafos anteriores, se determina que el grupo electrógeno óptimo según normativa ISO es el de potencia principal o *prime power*.

**POTENCIA PRIME:** es la potencia máxima disponible para cargas variables durante un número de horas ilimitado. La potencia media que puede alcanzarse durante un periodo de 24 h de funcionamiento no debe superar el 80% de la potencia prime declarada entre los intervalos de mantenimiento prescriptos y en condiciones ambientales estándar.

### 8.10.1. Equipo seleccionado

FPT Industrial es una empresa del grupo CNH Industrial, orientada al diseño, producción y comercialización de sistemas de propulsión para vehículos, maquinaria agrícola y de construcción, y aplicaciones marítimas y de generación de energía. Con una gama diversificada de productos, FPT Industrial produce motores desde 31 kW (41 cv) y hasta 740 kW (992 cv) de potencia máxima, con cilindradas desde 2,3 L a 20,1 L y transmisiones con torque motor máximo de 200 Nm a 500 Nm.

Líder mundial en la producción de sistemas de propulsión y de venta de motores GNV, la empresa posee aproximadamente 8.000 colaboradores en todo el mundo, distribuidos en 10 plantas y 7 centros de P&D (Investigación y Desarrollo). Dos de ellas en América Latina, en Córdoba (Argentina), y en Sete Lagoas (MG/Brasil), además de un centro de P&D en Betim(MG/Brasil). Todo eso hace de FPT Industrial una empresa completa, que impulsa el futuro por medio de su tecnología.

Tabla 102 - Características del grupo electrógeno. Fuente: catálogo FPT.

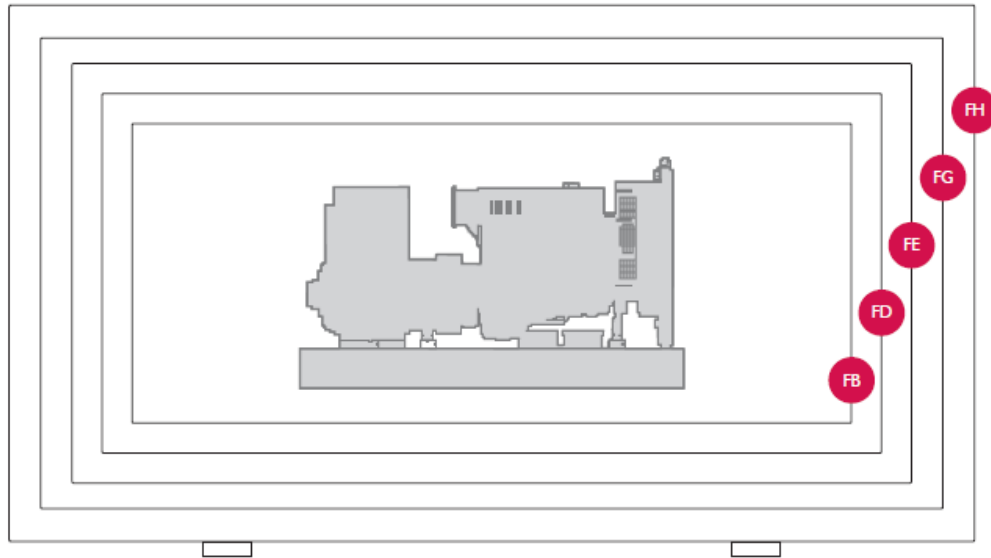
## SERIE CABINADA

MODELO FPT	POTENCIA PRIME (kVA)	POTENCIA STAND BY (kVA)	MODELO DE MOTOR	DESP. (LITROS)	SISTEMA DE INYECCIÓN	CIL/ASPIRACIÓN	POTENCIA PRIME MOTOR (kW)	MODELO DE ALTERNADOR	MODELO DE CABINA CAPAC. TANQUE (L)
GS800030L	30	33	S8000 AMI	2.9	M	3L/A	28.1	G2R160 MB/4	FB 100
GSNEF45L	45	50	N45 AMI	4.5	M	4L/A	42	G2R160 LB/4	FB 100
GSNEF60L	60	66	N45 SM1A	4.5	M	4L/TC	53.3	G2R 200 SD/4	FD 288
GSNEF80L	80	90	N45 SM6	4.5	M	4L/TC	76	G2R 200 MB/4	FD 288
GSNEFI00L	100	110	N45 TM6	4.5	M	4L/TAA	98	G2R 200 MD/4	FD 288
GSNEFI15L	115	125	N45 TM6	4.5	M	4L/TAA	98	G2R 250 MB/4	FD 288
GSNEFI60L	160	176	N67 TM6	6.7	M	6L/TAA	151	G2R 250 MD/4	FE 450
GSNEFI75L	175	192	N67 TM6	6.7	M	6L/TAA	151	G2R 250 LA/4	FE 450
GSNEF200L	200	220	N67 TE6	6.7	CR	6L/TAA	184	G2R 250 LB/4	FE 450
GSCURSORS250L	250	275	C87 TE4	8.7	CR	6L/TAA	276	G2R 315 SSA/4	FG 597
GSCURSORS305L	300	330	C87 TE4	8.7	CR	6L/TAA	276	G2R 315 SSB/4	FG 597
GSCURSORS350L	350	385	C13 TE2A	12.9	EUI	6L/TAA	300	G2R 315 SAA/4	FG 597
GSCURSORS400L	400	440	C13 TE5	12.9	EUI	6L/TAA	361	G2R 315 SA/4	FG 597
GSCURSORS500L	500	539	C13 TE7	12.9	EUI	6L/TAA	425	G2R315 MB/4	FG 597
GSCURSORS600L	600	660	CI6W TE7	15.9	CR	6L/TAA	518	G2R 400 SSA/4	FH 740

Se seleccionó el modelo GSNEF200L, serie cabinada para evitar exposición de los operarios al ruido. Las dimensiones del grupo se muestran a continuación.

*Dimensiones del grupo generador*

CABINADO



FB	FD	FE	FG	FH
<b>Alto (mm)</b>	<b>Alto (mm)</b>	<b>Alto (mm)</b>	<b>Alto (mm)</b>	<b>Alto (mm)</b>
1.350	1.760	1.950	2.200	2.340
<b>Ancho (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>
975	1.100	1.200	1.600	1.800
<b>Largo (mm)</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Largo (mm)</b>
2.100	2.750	3.300	4.100	4.500

*Ilustración 89 - Dimensiones del equipo generador. Fuente: catálogo FPT.*

## 8.11. Selección de Grúa elevadora

### 8.11.1. Generalidades

#### *Características de una grúa hidráulica*

Los sistemas de elevación y transporte hidráulico son ampliamente utilizados en las industrias que manejan materiales a granel. Cuando se desea fraccionar estos materiales, lo más conveniente resulta ser almacenar una cantidad determinada en un recipiente, y transportarlo en contenedores o apilados en algún medio de transporte, ya sea vía terrestre, marítima o aérea. Una vez llegado a destino, surge la necesidad de descargar los paquetes de material a granel, que se pueden interpretar como un cuerpo de gran porte y elevado peso.



*Ilustración 90 - Distintos sistemas de elevación y transporte. Fuente: Google imágenes.*

## *Sistemas de elevación y transporte*

### **Puente grúa**

Una opción muy utilizada es el conocido “puente grúa” que cuenta de un pórtico fijo con travesaños móviles. Estos travesaños se desplazan sobre un eje y cuentan de una polea que se desplaza a lo largo del travesaño. La polea se encuentra dotada de un malacate o sistema de elevación por un conjunto de reducciones. Esto permite elevar grandes cargas con un alto grado de seguridad ocupando poco espacio. Sin embargo, como se mencionó anteriormente este sistema requiere de una instalación fija en cada lugar de carga y descarga. Particularmente se utiliza en industrias manufactureras, en donde la zona de carga y descarga suele ser fija y luego se transportan con auto elevadores.



*Ilustración 91 - Puente grúa. Fuente: Google imágenes.*

### **Grúa bandera**

Una alternativa a la opción anterior es la denominada “grúa bandera” que se encarga de elevar cargas y “rotarlas” en el espacio y alrededor de un eje, en donde se encuentra la columna principal. La polea o malacate de elevación suele ser similar al sistema del puente grúa, pero en este caso desliza por el brazo horizontal, que rota por tener un extremo en voladizo y uno fijo a la columna.

Este tipo de grúa permite el rápido desplazamiento de cargas con un sistema sencillo (menor costo) es por esto por lo que es ampliamente utilizada para tareas repetitivas en un rango corto de espacio. Esta también es su limitación, ya que ante una modificación de la tarea o variación del terreno es probable que su movimiento se encuentre limitado.





Ilustración 92 - Grúa bandera. fuente: Google imágenes.

### Hidro grúa articulada

Cuando la descarga de material es variable en cada destino, la solución óptima es la descarga por un brazo de elevación o simplemente una *pluma* de elevación articulada. Este sistema permite elevar y trasladar el material hasta cualquier punto dentro de un diámetro alrededor del eje o de la base. Al ser extensible y articulada, permite su utilización en espacios acotados y luego de la operación se puede “almacenar” en posición de reposo ocupando poco espacio. Precisamente estas características son las buscadas en el transporte de materiales en camiones, ya que se tiene poco espacio relativo a la cantidad de material que se moviliza. Cada centímetro que se utiliza para instalar equipamiento de movimiento se le restará a la capacidad de traslado del camión, lo que se traduce en menor rentabilidad.



Ilustración 93 - Hidrogrúa articulada. Fuente: Google imágenes.



Ilustración 94 - Hidrogrúa articulada con big bag. Fuente: Google imágenes.

Por las características anteriormente mencionadas, complementándose con la selección y justificación posterior, para este problema en particular (elevar y trasladar Big Bags con nuestro producto pelletizado) se utilizará una hidro grúa articulada montada sobre un camión. A continuación, se encontrarán más detalles sobre esta solución, en conjunto con el cálculo y selección del mismo.

### 8.11.2. Aplicaciones

Las aplicaciones posibles de estos equipos en función de su diagrama de carga y lo definido por fabricantes son:

1. Cargar y descargar el vehículo propio u otro vehículo aledaño.
2. Elevar, sujetar y mover cargas en las posiciones permitidas según su diagrama de cargas.
3. Levantar cargas a una altura elevada y sostener a continuación dicha carga para trabajos de montaje (vigas metálicas, elementos de hormigón, etc.).
4. Uso de accesorios autorizados por los fabricantes como: jib (tercer brazo articulado), cuchara para levantar y mover material a granel.
5. Transportar cubas de hormigón a las diferentes zonas a hormigonar y soltar la carga en altura.
6. Posicionar tuberías a nivel del suelo o en el interior de zanjas y mantenerlos en posición mientras se unen entre sí.
7. Manipulación de cargas pesadas, planchas de hormigón prefabricado, etc. en el sector de la construcción principalmente.
8. Sujetar y mover bombas sumergidas en pozos para su reparación o sustitución con ayuda de un cabrestante.

### **8.11.3. Características principales**

#### *Principio de funcionamiento*

Las grúas están constituidas por una base sobre la que se sustenta una columna, la cual puede rotar libremente pivotando sobre la base, gracias a la acción de cilindros hidráulicos. Sobre la columna se sitúa la pluma, que puede ser telescópica o articulada; esta representa el componente estructural capaz de soportar el órgano de aprensión cargado, asegurando el alcance y la elevación necesarios.

Todos y cada uno de los movimientos que realiza la grúa se efectúan mediante elementos hidráulicos (tanto la rotación de la columna como el movimiento de los brazos). Estas grúas, por lo general, van provistas de un motor diésel cuya misión es impulsar varias bombas hidráulicas (generalmente de engranajes) que son las encargadas de proporcionar el aceite a los diversos actuadores hidráulicos, mediante válvulas de distribución y circuitos independientes.

El mando suele ser manual, con distribuidores hidráulicos progresivos. También cabe la posibilidad de mandos a distancia (con o sin cables). Los mandos se sitúan a ambos lados del vehículo, además se puede disponer de otras opciones como un asiento fijo a la columna. Además, necesita de una fuente de energía que suele ser una salida extra de la caja de cambios del camión o bien un motor auxiliar (Diesel o eléctrico).

La sujeción más habitual es el gancho, aunque también se le pueden colocar otros accesorios o elementos de sujeción según el tipo o geometría de carga a elevar. (Vazquez Montalbetti, 2019)

#### *Par mecánico*

Una de las principales magnitudes físicas a tener en consideración en las grúas auxiliares es el par que se obtiene de la multiplicar la carga nominal por el radio, entendiendo el radio como la distancia horizontal existente entre el eje vertical de la columna y el eje vertical de elevación. Normalmente se expresa en toneladas-metro. Las grúas articuladas se calculan de forma que permita un esfuerzo máximo cuando la pluma esta horizontal. Sin embargo, con frecuencia, el esfuerzo máximo viene dado para un ángulo de 20 o 30 grados por encima de la horizontal, con objeto de aumentar artificialmente el par nominal de carga. Cuando la pluma está muy plegada para tomar la carga más cercana a la base, puede ocurrir que no se alcancen las prestaciones nominales debido a un mal ángulo de ataque de los cilindros sobre los elementos de la pluma.

#### *Características de los cilindros*

Aunque algunas grúas tienen los cilindros principales de simple efecto, en muchas aplicaciones se necesita una ligera fuerza de apoyo, que permita un ligero esfuerzo de penetración para asegurar la presión, por ello se utilizan cilindros de doble efecto. Frecuentemente llevan equipadas bombas de doble flujo con dos bloques de mando, uno para la elevación, y otro para la rotación. Cada uno puede trabajar a presión y caudal máximo. Las conexiones se pueden realizar mediante mangueras flexibles o tuberías de acero.

Los cilindros hidráulicos de extensión e inclinación de la pluma y los verticales de los estabilizadores deben estar provistos de válvulas de retención que eviten una recogida accidental de los mismos en caso de rotura o avería en las tuberías flexibles de conexión.

En el circuito deberá instalarse un sistema de frenado que amortigüe la parada del movimiento de giro y evite, asimismo los esfuerzos laterales que accidentalmente pueden producirse. Además de esta válvula, se debe instalar un freno mecánico de emergencia.

#### *Estabilización*

Las grúas hidráulicas para camiones se utilizan para elevar cargas pesadas a grandes alturas. Es importante, por lo tanto, que el camión esté completamente estable durante la operación de elevación. Los neumáticos por sí solos no ofrecen la estabilidad necesaria, por lo que es necesario



emplear un sistema adicional. Un elemento común en las grúas auxiliares son los soportes estabilizadores. Cuando la máquina va a trabajar, hace uso de un sistema hidráulico para aumentar su estabilidad extendiendo unos brazos situados generalmente en los laterales del vehículo. Estos se apoyan en el suelo recibiendo todo el peso del equipo y estabilizándose con los desniveles del terreno.

El aumento de la estabilidad se produce por:

- El incremento en el área de apoyo de la grúa sobre el suelo.
- El contacto rígido de la zapata de apoyo que sustituye a los neumáticos.

Los mandos de los estabilizadores (automáticos o manuales) normalmente están situados en los laterales del chasis, de forma que la visualización de las vigas y zapatas sea directa por parte del operario.

### *Tipos de montaje*

En principio es posible pensar en cualquier tipo de montaje ya que se ha montado en muchas aplicaciones además de vehículos terrestres, que es la situación más habitual. En estos últimos, la primera necesidad es prever un montaje transversal y si es posible con el bastidor centrado. Excepcionalmente se colocan grúas pequeñas lateralmente para ganar espacio de carga, las de tamaño medio igualmente pueden montarse lateralmente en semirremolques, pero estos montajes deben evitarse siempre que sea posible.

Una de las formas de clasificar el montaje es según el vehículo donde se acoplan.

- Montajes fijos.
- Sobre barcos y barcasas.
- Sobre material ferroviario.
- Plataformas montacargas.
- Tractores agrícolas.

Sin embargo, la clasificación más extendida es en función de la posición de la grúa con respecto al vehículo donde va montada:

#### **Montaje al final de chasis**

Los montajes traseros son más prácticos en el caso de tener que cargar otro remolque o en el caso de cargas de gran volumen, porque la misma se encuentra más alejada de la cabina (Fig. 122). Este montaje tiene dos inconvenientes, en primer lugar, son necesarias canalizaciones más largas para el fluido hidráulico debido a que la bomba se encuentra generalmente delante; y también es necesario reforzar el chasis porque este montaje lo somete a un esfuerzo mayor.



Ilustración 95 - Hidrogrúa al final del chasis. Fuente: <http://nuevasilgen.com/>, 2020.

### Montaje tras la cabina

Es el montaje más extendido para los vehículos portadores ya que no presenta las desventajas del montaje trasero.



Ilustración 96 - Hidrogrúa tras la cabina. Fuente: <https://hidrogruastka.com.ar>, 2020.

### Montaje sobre semirremolques

Otros montajes corrientes son sobre semirremolques (Fig. 124). Existen posiciones delanteras y traseras como en el caso anterior. En montaje sobre la posición delantera requiere estabilización especial ya que se encuentra justo sobre el pivote de conexión al tractor. La bomba y el depósito de aceite quedan sobre el tractor a menos que se utilice un motor auxiliar.



Ilustración 97 - Hidrogrúa sobre carretón. Fuente: <https://t2.gstatic.com/>, 2020.

Pueden hacerse montajes móviles, pudiendo desplazarse la grúa adelante y atrás del semirremolque con la ayuda de un carro y un motor hidráulico de traslación. En estos casos la estabilidad debe ser estudiada con mayor detalle y por supuesto el desplazamiento solo está permitido sin carga.

#### **8.11.4. Selección del tipo de grúa**

Se selecciona una hidro grúa articulada para ser instalada detrás de la cabina del camión tractor, cuya potencia será extraída de la toma de fuerza que trae disponible la caja de velocidades original. La misma será accionada desde un tablero de comando que acciona directamente las válvulas hidráulicas, los cuales están colocados a ambos laterales de la unidad.

#### **Parámetros para selección del modelo**

Los datos que disponemos para poder elegir el modelo de la grúa son los siguientes:

1. Necesitamos elevar un bolsón Big Bag lleno, el cual pesa 1.250 kg.
2. La distancia máxima horizontal a la que necesitamos colocar el bolsón es de 15 metros.
3. La altura máxima a la que tiene que llegar la pluma con el bolsón enganchado es de 4 metros.
4. El momento máximo de carga real será de 18.750 kgm.

Con estos datos, se procede a seleccionar la grúa más adecuada a nuestro proyecto. La misma es fabricada por la empresa Hidráulica Móvil S.A., representante en nuestro país de la marca ING Cranes. (S.A., 2020)

El modelo más adecuado es la grúa ING 23500C. La misma está fabricada en acero de alta resistencia de origen sueco, que confiere alta resistencia y bajo peso propio. Están equipadas además con limitador de momento que evita sobrecargas por error de operación y regulador de

velocidad de rotación. El eje de columna y todos los pernos son de acero micro aleado con tratamiento térmico que le otorgan una alta resistencia al desgaste y una mayor vida útil.



Ilustración 98 - Hidrogrúa articulada. Fuente: Google imágenes.

A continuación, se detallan las características técnicas de la grúa seleccionada modelo ING 23500C:

Momento máximo de carga	23.500 kgm
Alcance máximo vertical	19,3 m
Alcance máximo horizontal	16,8 m
Ángulo de giro	360°
Peso máquina base	2.800 kg
Espacio aprox. de montaje	1.400 mm
Capacidad tanque aceite	115 lts
Presión de trabajo	280 bar
Ángulo máximo de inclinación	68°
Tramos hidráulicos	5
Tramos manuales	2
Camión Requerido Peso Bruto Total	16 tn

## 9. AMFE

Para nuestro proyecto utilizamos un análisis modal de fallas y efectos, el cual nos proporcionó todos los fallos que podrían suceder en un futuro en el proceso y afectar el producto. Obtuvimos un listado con diferentes puntajes priorizando los modos de fallo más relevantes a solventar, ya sea por seguridad, por dificultad en su detección o porque se reitere y genere un efecto negativo final. En el caso que aplicaremos el AMFE, será destinado a nuestro proceso para poder realizar las modificaciones necesarias y la optimización de este.

Realizamos una enumeración de todos los fallos que podrían acontecer en cada subproceso (ver anexo), estableciendo un índice de prioridades de todos los modos de fallo.

Estarán clasificados según un nivel de importancia asignado a:

### 9.1. Criterios

#### 9.1.1. Criterio de severidad

S: nivel de severidad, la gravedad del fallo que se percibe

Tabla 103 - AMFE: criterio de severidad. Fuente: Apuntes de cátedra Organización Industrial 2019. UTN FRGP

<i>Puntaje</i>	<i>Denominación</i>	<i>Concepto</i>
1	Menor	El cliente probablemente no notará la falla
2-3	Baja	El cliente probablemente notará un leve deterioro del producto o servicio. El retrabajo será menor
4-6	Moderado	El cliente se siente incómodo o molesto por la falla. Puede causar el uso de equipos y actividades no programadas.
7-8	Alta	Alto grado de insatisfacción, debido a la naturaleza de la falla. Producto no operativo puede causar la interrupción del proceso o servicio.
9-10	Muy alta	Se la considera así cuando afecta la seguridad o genera el no cumplimiento de legislaciones vigentes.

### 9.1.2. Criterio de ocurrencia

O: nivel de ocurrencia, la probabilidad de incidencia del fallo

Tabla 104 - AMFE: criterio de ocurrencia. Fuente: Apuntes de cátedra Organización Industrial 2019. UTN FRGP

Puntaje	Denominación	CNF/1000 (Fallas acum. x 1000)	Cpk
1	Improbable	< 0,00058	> 1,67
2	Rara	< 0,0068	> 1,50
3	Muy pocas fallas	< 0,0063	> 1,33
4	Pocas fallas	< 0,46	> 1,17
5	Fallas ocasionales	< 2,7	> 1,00
6	Número moderado	< 12,4	> 0,83
7	Frecuentemente alto	< 46	> 0,67
8	Alto	< 134	> 0,51
9	Muy alto	< 316	> 0,33
10	Falla cierta	> 316	< 0,33

### 9.1.3. Criterio de detección

D: nivel de detección, la probabilidad que no sean detectados esos errores antes de llegar al final de producción

Tabla 105 - AMFE: criterio de detección. Fuente: Apuntes de cátedra Organización Industrial 2019. UTN FRGP

Puntaje	Denominación	Concepto
1	Muy alta	El control casi con certeza detectará la existencia de la falla
2-5	Alta	El control tiene una buena probabilidad de detectar la existencia de la falla.
6-8	Moderado	El control puede detectar la existencia de la falla.
9	Baja	Alta probabilidad de que el control no detecte la existencia de la falla.
10	Muy baja	Muy alta probabilidad de que el control no detecte la existencia de la falla.

Teniendo los valores estimados de S, O y D , los multiplicamos para tener nuestro NPR que es el número de prioridad de los fallos que puede oscilar entre 1 y 100.



$$NPR = S * O * D$$

A partir de estos valores se deben tomar acciones para disminuir la severidad, que se dé con menos frecuencia y que pueda ser detectado antes de que llegue al consumidor. Y así lograr que nuestro NPR final sea menor que el NPR final, actuando sobre los más graves.

Tomamos en consideración 3 efectos potenciales de falla que nos vincularon con las mayores severidades posibles en el proceso de la planta productiva móvil.

Tabla 106 - Fallos destacables. Elaboración propia.

	Modo potencial de falla	efecto potencial de falla	SEV
Centrifugo succionadora	perdida de polvo en el circuito la succionadora	contaminación ambiental y posible incendio por material inflamable	9
Zaranda	sobrecumulación de polvo	contaminacion ambiental y posible incendio por material inflamable	9
Camión	inseguridad chofer y daño en equipos	vuelco camión	10
Tolva para embolsado	perdida de material	caida de big bag	10

- Contaminación ambiental y posible incendio por material inflamable: este efecto se podría producir en dos sitios de la planta, si en el centrifugo de la succionadora se genera una pérdida de polvo que será expulsada al aire, va a contaminar el ambiente y se debe tener mucha precaución de un posible incendio por la combustión del material. También esto mismo puede ocurrir en la zaranda ya que una sobrecumulación de polvo puede tapar el tamizador. Propusimos como solución un sistema de recolección de polvo por filtro de mangas.
- Vuelco camión: uno de los más graves por poner en riesgo la vida del chofer por este motivo tiene el puntaje más alto de severidad. También en un vuelco donde no haya lesionados se podrían causar daños en los equipos y su estructura causando grandes pérdidas económicas. La acción tomada fue capacitar al chofer y realizar una redistribución optima y consiente de cada equipo recalculando el estructural y sus fijaciones.
- Caída de big bag: por último, la caída del big bag que se utiliza en la zona de la tolva para embolsado, seria causante de una potencial perdida de material si se llegara a soltar o si se rompe algún gancho, el producto se contaminaría sin poder recuperarlo. Realizando la capacitación correspondiente a los operarios, delimitando zona de trabajo y una revisión periódica de soldaduras y fijaciones evitamos esta potencial falla.



## **9.2. AMFE - Conclusión**

Como conclusión debemos ser minucioso en la capacitación que proporcionamos a los operarios y al chofer, ya que es una fábrica innovadora, la cual no existen reglamentos específicos en nuestro país. Tener una metodología adecuada de cada subproceso, con los pasos a seguir, delimitando áreas de trabajo tiempos y bloqueos de las maquinas.

Hacer énfasis en la detección de contaminación ambiental, evitando cualquier perdida que influya en una combustión por lo inflamable que es el material. Un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de cada equipo crítico y estructura, revisar catálogos de las máquinas y obtener los parámetros correcto para cada sistema.

## 10. Conclusión del Proyecto

El proyecto de la peletizadora móvil representa una solución ante un conflicto que tiene la industria vitivinícola y una alternativa de alimento más económicos para el sector ganadero. Resulta atractivo invertir tanto por su rentabilidad como por su beneficioso impacto en dos grandes sectores que hoy en día exportan en la argentina.

La factibilidad de implementación del orujo de uva como medio de alimento bobino se comprobó y verificó basándose en diversos estudios presentados a lo largo del trabajo, lo cual sintetiza que el mismo puede usarse como suplemento en un 7% de la dieta bobina y su valor principal está en los bioactivos que adquiere el animal, siendo el potencial cliente.

Los aspectos legales dan al proyecto como viable, sin embargo, hay pasos firmes que se deben hacer a modo de poner en marcha el proyecto sin tener pérdidas de dinero en la inversión. En primer instancia aspectos como validar el producto previo a adquirir las máquinas y el camión, registrar la empresa, y otros aspectos que hacen del proyecto más accesible.

El proyecto va a requerir una inversión de 21.7 millones de pesos (308 mil USD), sujeto a las condiciones de financiamiento que se pueden llegar a obtener más adelante. Se estima un periodo de retorno para recuperar la inversión con un periodo de repago en 4 a 5 años. Se pretende utilizar métodos de financiamiento una combinación entre planes de inversión del estado junto con el banco de inversión y comercio exterior el cual otorgaría alternativas varias.



*Ilustración 99 - Disposición Final de la planta. Elaboración propia.*

La ilustración muestra cómo se dispondrán las máquinas seleccionadas, evidenciando el desafío que involucró este proyecto que implica desde el traslado de una fábrica móvil, abastecer a la línea de producción de materia prima, hasta la carga del camión que trasladará el producto final. Este proyecto demostró un entendimiento completo de la complejidad del proceso, incluyendo los aspectos más críticos o débiles que se comprendieron mediante el estudio del AMFE, como modo de ejemplo, unos de los puntos que se trabajó fue el tratamiento del polvo en aire dado que el mismo es inflamable. Otra de las soluciones más desafiantes fue la decisión de usar tres peletizadoras de matriz plana, logrando adaptar los modelos que ofrecen los proveedores con el ambicioso caudal que se pretendió obtener y el reducido espacio disponible.

El proceso en términos generales se lo comprende de la siguiente manera. Una vez que la planta productiva móvil se instala en el viñedo ya es autónomo para trabajar por si solo sin necesidad que el mismo lugar lo provea de agua o energía eléctrica dado que se tiene un propio generador.

Se comienza con la recolección del orujo con una succionadora, con presión negativa y a través de un tornillo sin fin es depositado en la tolva, con tres tornillos sin fin se logra remover el contenido para optimizar el ángulo de clivaje y se lo distribuye en tres peletizadoras de matriz plana para llegar a las 2.5 ton/hr propuestas.

Una vez que el pellet toma su forma se lo debe enfriar para mejorar su calidad final mediante una enfriadora a contraflujo la cual se combinó con una zaranda por debajo que filtra aquellos pellets que no tienen un tamaño suficiente. Los residuos de la zaranda son reingresados a la tolva con ayuda de la succionadora.

Por último, los pellets son depositados en big bags los cuales serán acomodados con una hidrogrua articulada telescópica que permite un manejo del producto final y posteriormente cargarlo al camión que se lleva el producto.

El aire con polvo es tratado para evitar incidentes y tener un proceso completo en términos de seguridad y responsabilidad ambiental, tratando los mismos con un filtro de mangas estilo *jet pulse*.

Los pasos siguientes por desarrollar en la ingeniería de detalle además de la totalidad de los planos son detallar las operaciones de mantenimiento, un análisis estructural más extenso mediante el método de elementos finitos para la estructura base que se monta sobre el semirremolque, estudio estructural sobre el mismo semirremolque para verificar aspectos como vuelco, resistencia o eficiencia en ejes y por último una optimización del techo.

El proyecto nació desde una iniciativa de un plan nacional en materia de innovación y tecnología en la cual se pretende generar desarrollos en sectores claves de la economía, también conocido como “Argentina innovadora 2020”. Nosotros como estudiantes de la UTN FRGP entendimos que este proyecto se ponía a la altura de lo que estábamos buscando, un proyecto que beneficiara a la Argentina y su industria. En el documento presentado se demostró por sobre todo el potencial que tiene el proyecto y todos los aspectos técnicos para llevarlo adelante.

## 11. Bibliografía

- 1991-1-2, U.-E. (2019 ). *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras*.
- ALFABAN. (19 de mayo de 2020). Obtenido de <http://www.alfaban.com.ar/>
- Alonso, T. M. (2015). *Grape pomace in the feeding of sheep Empleo de orujo de uva en la alimentación del ganado ovino*. Doctoral dissertation, Universidad de Valladolid.
- Andrea Antonelli, A. F. (05 de Mayo de 2020). *Argentina*. Obtenido de [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/aprovechamiento\\_de\\_residuos\\_vitivi\\_nicolas.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/aprovechamiento_de_residuos_vitivi_nicolas.pdf)
- ARCEO, L. (19 de mayo de 2020). *Fardos de alfalfa, megafardos, cubos, pellets - 25deMayo, LaPampa*. Obtenido de <https://www.arceoagropecuaria.com/productos-alfalfa.html>
- Argentina. (03 de Mayo de 2019). *Argentina.gov.ar*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/agroindustria-difundio-el-informe-sobre-stock-bovino>
- Ariel R. Fontana, A. A. (2013). *Grape Pomace as a Sustainable Source of Bioactive Compounds: Extraction, Characterization, and Biotechnological Applications of*.
- Belmonte, M. J. (2014). *XXXIX CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DEOVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA(SEOC)XV CONGRESO INTERNACIONAL*. Federación de Razas Autóctonas Españolas (Federapes).
- BORTONE, E. (2020). *Kansas University*. Obtenido de [https://www.feedstrategy.com/wp-content/uploads/2019/09/3-12\\_Matching\\_product\\_to\\_cooling\\_process.pdf](https://www.feedstrategy.com/wp-content/uploads/2019/09/3-12_Matching_product_to_cooling_process.pdf)
- Cabrejos M, F. (1998). *Como seleccionar el sistema de transporte neumático más adecuado para su material y aplicación*. 49a Convención del Instituto de Ingenieros en minas de Chile.
- Cabrejos M, F. (1998). *Velocidad mínima de transporte en sistemas de transporte neumático en fase diluida*. . 49a Convención del Instituto de Ingenieros en minas de Chile.
- Cabrejos M, F. (2013). *Transporte Neumático*. Valparaiso: USM.
- CICRA. (2020). *INFORME ECONÓMICO MENSUAL*. CÁMARA DE LA INDUSTRIA Y COMERCIO DE CARNES Y DERIVADOS DE LA REPUBLICA ARGENTINA.
- DE LA ORDEN, J. (2020). *SITIO ARGENTINO DE PRODUCCIÓN ANIMAL*. Obtenido de FEED-LOT: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_a\\_corral\\_o\\_feedlot/81-FEED-LOT.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/81-FEED-LOT.pdf)
- (s.f.). *Elaboracion Propia*.
- Emilio Giménez e Hijos, S. (s.f.). Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/app/sustratos-cultivo/consulta\\_analisis.asp?tipo=4&sustrato=94&analisis=80](https://www.mapa.gob.es/app/sustratos-cultivo/consulta_analisis.asp?tipo=4&sustrato=94&analisis=80)
- Emilio Giménez e Hijos, S. (Abril de 2020). Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/app/sustratos-cultivo/consulta\\_analisis.asp?tipo=4&sustrato=94&analisis=80](https://www.mapa.gob.es/app/sustratos-cultivo/consulta_analisis.asp?tipo=4&sustrato=94&analisis=80)
- Fabio Tacchini, M. S. (2016). *Uso Sustentable de los Recursos Naturales para la Producción Ganadera Mendocina.Relevamiento de subproductos industriales de Mendoza de interés para la alimentación bovinaEstudio del uso y disponibilidad de subproductos agroindustriales para la nutrición* . Cuyo: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
- FDSP. (2020). Obtenido de <http://es.fdsp-cn.com/counterflow-cooler>
- FDSP. (2020). Obtenido de <http://es.fdsp-cn.com/cooling-sifter>

- Frasinelli, J. H. (2014). *Cría y recría de bovinos*.
- Giordano, G. (2013). *ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS DE PRODUCTORES FAMILIARES TAMBEROS, DEL TERRITORIO PERIURBANO DE BUENOS AIRES, SEGÚN SUS CAPITALES Y SU TRAYECTORIA FAMILIAR*. La Plata.
- GmbH, A. K. (2020). Obtenido de <https://www.akahl.de/es/plantas/detalle/forraje-verde/>
- Gutiérrez, M. R. (2017). *Evaluación económica de un sistema de recría a corral con la inclusión en la dieta de orujo de uva agotado. Presentación de un caso*. La Pampa: Universidad Nacional de La Pampa facultad de ciencias veterinarias.
- Kenny, M. V. (2016). *ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN BOVINA DE CARNE EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA CENTRAL*.
- Loughlin, R. J. (2009). *TABLAS DE REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES PARA RECRÍA Y ENGORDE DE BOVINOS*.
- Luna, O. W. (s.f.). *Departamento de Producción Animal*. Obtenido de Producción de Carne Vacunoa: <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/carne/wp-content/uploads/sites/24/2017/02/Clases-Feedlot-2018-Alimentacion.pdf>
- Mayer, D. C. (2014). *TRANSFORMACIÓN DE SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS DE AGROINDUSTRIA DE CULTIVOS TEMPLADOS, SUBTROPICALES Y TROPICALES EN CARNE Y LECHE BOVINA*. Bordenave, Buenos Aires: INTA.
- MOTIVAR. (14 de Mayo de 2019). *CAF y FIDA buscan garantizar estándares de calidad en los corrales*. Obtenido de <https://www.motivar.com.ar/2019/05/la-camara-argentina-de-feedlot-y-fida-se-unen-para-garantizar-el-cumplimiento-de-estandares-de-calidad-en-los-corrales/>
- Muñoz, E. (29 de 05 de 2020). *El negocio actual de la recría y terminación a corral*. Obtenido de UFarm University: <https://ufarmuniversity.com/courses/vet0301/>
- N. Di Lorenzo, L. R. (2015). *MANIPULACIÓN DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN GANADO BOVINO*. XVIIº Congreso Bienal AMENA.
- NRC. (1996). *National Research Council*.
- Nutrición, F. E. (20 de Mayo de 2020). *FEDNA*. Obtenido de [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/orujo-de-uva](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/orujo-de-uva)
- ON24. (21 de Abril de 2020). Recuperado el 12 de Mayo de 2020, de Condicionado por la incertidumbre: <https://www.on24.com.ar/negocios/agro/condicionado-por-la-incertidumbre/>
- propia, E. (s.f.).
- Rearte, D. H. (1994). *El feedlot en la Argentina*. Paysandú.
- requirements, N. (1996). *NRC*.
- S.A., H. M. (01 de 12 de 2020). *S.A., Hidráulica Móvil; .* Obtenido de <https://www.hidraulicamovil.com.ar/articulo/34-grua-ing-23500c.html>
- Schade, B. (1987). *Zum Übergang Sprung-Strähnenförderung bei der horizontalen pneumatischen Feststoffförderung*. . Uni Karlsruhe: PhD diss.
- Sitio argentino de producción animal*. (2014). Obtenido de [http://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/121-orujo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/121-orujo.pdf)
- SNSZ. (2020). *Alibaba*. Obtenido de <https://www.alibaba.com/product-detail/SNSZ-Series-Counterflow-Feed-Pellet->

Cooler\_1600076581804.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\_offer.d\_image.376626c70Vf2cw

Technologies, B. S. (2020). Obtenido de <http://www.bionicsscific.com/sieve-shakers/test-sieves.html>

Valor Carne. (20 de Noviembre de 2019). Obtenido de <https://www.valorcarne.com.ar/censo-agropecuario-el-nuevo-mapa-ganadero-nacional/>

Vazquez Montalbetti, F. J. (2019). *Semirremolque grúa: Tesis final de grado*. FRVM, UTN.

vinicultura, I. n. (05 de Mayo de 2020). *Argentina*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/inv/cosecha-2020>

Virués, B. J. (2016). *Cálculo de las tolvas de almacenamiento*. España: Escuela Superior de Ingeniería de Sevilla.

Vittone, S. (2012). *Recría de terneros destetados precozmente*. Concepción del Uruguay.