



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



# Instituto Tecnológico de Minatitlán

“CONSTRUCCIÓN DE PROCEDIMIENTOS E ILUSTRACIÓN  
DE TRABAJO PARA EL ARRANQUE DEL EXTRUSOR EX-6006,  
PLANTA DE PEAD DE BRASKEM IDESA”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

*Ricardo Gutiérrez Ocaña*



MINATITLÁN, VER.

ENERO 2022.



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Minatitlán  
División de Estudios Profesionales

COORDINACIÓN DE TITULACIÓN  
OFICIO NUM. 001/2022

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE  
TRABAJO PROFESIONAL

Minatitlán, Veracruz, 25 DE ENERO DEL 2022

**C. RICARDO GUTIÉRREZ OCAÑA**  
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PRESENTE:

Después de haber satisfecho los requisitos establecidos en el procedimiento académico para obtener el título en los Institutos Tecnológicos y de conformidad con la H. Comisión Revisora, me es grato autorizar la impresión de su TRABAJO PROFESIONAL por la opción de TESIS PROFESIONAL.

**“CONSTRUCCIÓN DE PROCEDIMIENTO E ILUSTRACIÓN DE TRABAJO PARA EL ARRANQUE DEL EXTRUSOR EX-6006, EN LA PLANTA DE PEAD DE BRASKEM IDESA”**

Así mismo se le exhorta a seguir superándose Académicamente y poner en alto el nombre de la Institución.

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica-*  
*Por la Independencia Tecnológica de México®*

  
LIC. SANDRA LUZ CRUZ ROMÁN  
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



Bldv. Institutos Tecnológicos No. 509 C.P. 96848, Col. Buena Vista Norte Minatitlán, Ver.  
Tel. 922 203 7335 Ext. 420 [www.minatitlan.tecnm.mx](http://www.minatitlan.tecnm.mx)  
e-mail: [dprofesionales@minatitlan.tecnm.mx](mailto:dprofesionales@minatitlan.tecnm.mx) [dep\\_minatitlan@tecnm.mx](mailto:dep_minatitlan@tecnm.mx)



Ricardo  
**2022 Flores**  
Año de Magón

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis familiares y especialmente a mi Madre quien me ha enseñado lo que es el esfuerzo y la dedicación a través de su ejemplo. A mis amigos por el apoyo incondicional que he recibido, así como a mis docentes y a mi asesor por toda la paciencia y ánimo durante este proceso.

A todas las personas que participaron e hicieron posible este proyecto, muchas gracias por su apoyo:

- ING. Alfonso Salcedo Capetillo
- ING. Lidia B. Maya Grimaldo
- ING. Miguel A. Boeta Rosas
- ING. Rey A. Basurto Vidaña
- ING. Juan A. Hernández Urquieta
- 

Al Departamento de operación de polietileno de alta densidad, por apoyar la idea y permitir la realización de este proyecto, son ejemplo de trabajo en equipo.

## RESUMEN

Debido al gran uso del plástico en el mundo, la producción de resinas termoplásticas se ha vuelto una de las actividades más importantes de la industria, en vista de lo mencionado la empresa BRASKEM IDESA S.A de C.V actualmente se encuentra construyendo uno de los proyectos más importantes en México denominado ETILENO XXI que hace más de 25 años no se presentaba un proyecto de tan gran envergadura, todo esto se ha logrado gracias a que Braskem Idesa se ha transformado a lo largo de su historia hasta conseguir hoy en día más estrategias en la optimización de sus procesos con el fin de garantizar el éxito en sus procesos y satisfacción de sus clientes, elaborando distintas clases de resinas termoplásticas mediante el uso de distintos procesos químicos, tecnología de punta y mediante el uso de máquinas modernas como lo son los extrusores en la planta de terminado, cuya capacidad de producción son de hasta 52 Toneladas por hora. Es por estos motivos que es importante conocer las partes del extrusor y sus componentes para poder realizar el arranque de estos equipos, así como de los paquetes auxiliares involucrados tales como el paquete de lubricación al motor principal del extrusor, el paquete de lubricación a las cajas de engranes del motor principal y de la bomba de engranes, la unidad de aceite caliente, el sistema de agua de barriles BCW, la unidad atemperadora de vapor, el paquete de aceite hidráulico, el sistema de alimentación de polvo y aditivos, el sistema de agua de pellets, secado de pellets y el transporte neumático de pellets. El conocer todos estos equipos involucrados facilitara la tarea en la elaboración de los procedimientos e instrucciones de trabajo necesarias para llevar a cabo el arranque del extrusor de forma segura sin comprometer la integridad del personal ni las instalaciones. Los procedimientos e instrucciones de trabajo también servirán para tener una guía en inducción del personal de nuevo ingreso. Así como permitir que se pueda evaluar la productividad y efectividad del empleado en el puesto, facilitar las auditorias operativas para detectar desviaciones en cuanto al desarrollo de las actividades de manera fácil y para la obtención de certificaciones ISOS que dan seguridad, además de renombre a las empresas que las tienen.

## CONTENIDO

CAPÍTULO I .....	1
GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	2
1.2 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA .....	4
1.3 MACROLOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	8
1.4 MICROLOCALIZACION DE LA EMPRESA .....	9
1.5 ORGANIGRAMA DE LAS PLANTAS DE POLIETILENO .....	10
1.6 CULTURA EMPRESARIAL Y CÓDIGO DE ÉTICA .....	11
1.7 MISIÓN Y VISIÓN.....	14
1.8 PROBLEMAS A RESOLVER.....	14
1.9 OBJETIVOS.....	15
1.9.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.9.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
1.10 JUSTIFICACIÓN.....	15
CAPÍTULO II .....	17
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	17
2.1 POLÍMEROS .....	18
2.1.2. ESTRUCTURA QUÍMICA .....	20
2.1.3. PESO MOLECULAR Y SU DISTRIBUCIÓN .....	22
2.2. COPOLIMEROS.....	25
2.2.1. RAMIFICACIONES Y ENTRECruzAMIENTO.....	25
2.2.2. ESTADO AMORFO Y ESTADO CRISTALINO .....	26
Figura 9 Sistema amorfo (a), semicristalino (b) y cristalino (c). .....	26
2.3. PROPIEDADES COMUNES DE LOS POLIMEROS .....	26
2.4. TIPOS DE PLASTICOS.....	28
2.4.1. TERMOPLASTICOS .....	28
2.4.2. TERMOESTABLES.....	28
2.4.3. ELASTOMEROS .....	29
2.5. TIPOS DE ADITIVOS .....	29
2.6. MECANISMOS DE MEZCLADO .....	30

2.7. EXTRUSIÓN.....	32
2.7.1. COMPONENTES DEL EXTRUSOR .....	34
2.7.2. TORNILLO DE EXTRUSION .....	34
2.7.3. CILINDROS O BARRILES .....	35
2.7.4. GARGANTA DE ALIMENTACION .....	36
2.7.5. TOLVA .....	37
2.7.6. DIE PLATE, MATRIZ O PLATO ROMPEDOR .....	37
2.7.7. CABEZAL Y BOQUILLA.....	38
CAPÍTULO III .....	40
DESARROLLO DEL PROYECTO.....	40
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPO .....	41
3.2. ESTRUCTURA DE UN PROCEDIMIENTO E INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ...	41
3.3. OBJETIVOS DE LOS PROCEDIMIENTOS E INSTRUCCIONES DE TRABAJO	42
3.4. PLANTA DE TERMINADO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN.....	42
BRASKEM IDESA .....	42
3.4.1. SECCIÓN DE TRANSPORTE DE NEUMÁTICO DE POLVO.....	43
3.4.2. SECCIÓN DE ALIMENTACIÓN DE POLVO Y ADITIVOS.....	44
3.5. COMPONENTES DEL EXTRUSOR EX-6006.....	46
3.5.1. MEZCLADOR.....	46
3.5.2. SECCIÓN DE COMPUERTA (GATE).....	47
Figura 24 Funcionamiento de la sección de Compuerta (Gate).....	48
3.5.3. PUERTO DE VENDEO O VENTILACIÓN .....	48
3.5.4. PIEZA DE TRANSICIÓN.....	49
3.5.5. BOMBA DE ENGRANES .....	49
3.5.6. PAQUETE DE MALLAS.....	49
3.5.7. PELLETIZADOR .....	50
3.6. SISTEMAS AUXILIARES NECESARIOS PARA EL ARRANQUE DEL EXTRUSOR EX-6006.....	52
3.6.1. SISTEMA DE AGUA DE PELLETS.....	52
3.6.2. SISTEMA DE AGUA DE BARRILES (BCW) .....	53
3.6.3. VAPOR DE ALTA PRESION REDUCIDA .....	54
3.6.4. SISTEMA DE LUBRICACION DEL MOTOR PRINCIPAL DEL EXTRUSOR	56
3.6.5. SISTEMA DE LUBRICACION DE LAS CAJAS DE ENGRANES .....	56
3.6.6. SISTEMA DE ACEITE DE CALENTAMIENTO .....	57

3.6.7. SISTEMA DE ACEITE HIDRAULICO.....	58
3.6.8. SISTEMA DE SECADO DE PELLETS.....	59
3.6.9. SISTEMA DE TRASPORTE DE PELLETS .....	61
CAPÍTULO IV.....	62
RESULTADOS.....	62
4.1. INSTRUCCIONES DE TRABAJO REALIZADAS .....	63
4.1.1. IT PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN AL MOTOR. PRINCIPAL .....	63
4.1.2. IT ACEITE DE LUBRICACIÓN DE LA CAJA DE ENGRANES.....	67
4.1.3. IT DE LA UNIDAD DE ACEITE DE CALENTAMIENTO .....	73
4.1.4. IT DEL SISTEMA DE AGUA A BARRILES.....	79
4.1.5. IT DE LA UNIDAD ATEMPERADORA DE VAPOR .....	84
4.1.6. IT DEL SISTEMA DE ACEITE HIDRAULICO.....	89
4.1.7. IT DEL SISTEMA DE ALIMENTACION DE POLVO Y ADITIVO AL EXTRUSOR 93	
4.1.8. IT DEL SISTEMA DE AGUA DE PELLTS .....	99
4.1.9. IT ARRANQUE DEL EXTRUSOR .....	105
4.2. CHECK LIST DE ARRANQUE.....	117
4.3. RESGISTRO DE TOMAS DE LECTURAS .....	119
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	122
CONCLUSIONES.....	123
RECOMENDACIONES .....	124
DESARROLLO / APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS ESPECIALIZADOS.....	125
FUENTES DE INFORMACION .....	128
ANEXOS .....	130

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 Presencia Global de Braskem.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2 Ubicación de la Planta de PEAD.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3 Organigrama de las plantas de Polietileno.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4 Configuración sp3 para los átomos de carbono de la cadena principal de la molécula de polietileno. ....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 5 Estructuras de diferentes Polímeros .....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6 Distribución de pesos Moleculares en un Polímero. ....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 7 Tipos de Copolímeros .....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 8 Polímero lineal sin ramificaciones (a), con ramificaciones cortas (b), con ramificaciones largas (c) y polímero entrecruzado (d).....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 9 Sistema amorfo (a), semicristalino (b) y cristalino (c).....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 10 Ejemplo de mezclador extensivo (blending).....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 11 Mezclador intensivo tipo Banbury .....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 12 Máquina convencional de extrusión con husillo. ....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 13 Zonas de una extrusora y evolución de la presión a lo largo de las Zonas..</i>	<i>34</i>
<i>Figura 14 Tornillo de un Extrusor. ....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 15 Sistema cilindro de calefacción-tornillos. ....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 16 Garganta de alimentación. ....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 17 Tipos de tolvas. ....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 18 Vista del Die plate o matriz.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 19 Boquilla anular y cabezal. ....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 20 PFD del sistema de transporte Neumático de Polvo.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 21 Representación del sistema de alimentación de Polvo y aditivos. ....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 22 Extrusor EX-6006 Modelo LCM del Fabricante KOBE STEEL.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 23 Componentes de la Mezcladora LCM.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 24 Funcionamiento de la sección de Compuerta (Gate).....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 25 Paquete de mallas del Extrusor. ....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 26 Vista de un Pelletizador.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 27 Navajas del Pelletizador.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 28 Sistema de Agua de Pellets. ....</i>	<i>53</i>



<i>Figura 29 Sistema de Agua de Barriles.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 30 Sistema Atemperador de Vapor. ....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 31 Sistema de Lubricación del Motor Principal .....</i>	<i>56</i>
<i>6Figura 32 Representación del sistema de Lubricación a las cajas de engranes del extrusor. .....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 33 Sistema de Aceite caliente .....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 34 Sistema de Aceite hidráulico.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 35 Secadora centrifuga de Pellets. ....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 36 Tamizadora de Pellets. ....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 37 Sistema de Transporte de Pellets .....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 38 Esquema Representativo del 51/52-PK-6018.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 39 Esquema Representativo del sistema de Aceite de Lubricación de la caja de Engranés.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 40 Esquema representativo del sistema de aceite de calentamiento.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 41 Esquema representativo del sistema de agua a barriles.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 42 Representación gráfica del sistema de la unidad atemperadora.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 43 Diagrama del Sistema de Alimentación de Polvo y Aditivo al Extrusor .....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 44 Esquema representativo del sistema de agua de pellets.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 45 Representación gráfica del extrusor.....</i>	<i>107</i>

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 Polímeros Por Adición.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 2 Polímeros Por Condensación.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 3 Efecto del tamaño de la molécula sobre su estado de agregación. ....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 4 Densidad, conductividad térmica y eléctrica de diferentes materiales. ....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 5 Aditivos para plásticos.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 6 Propiedades y Riesgos del Aceite de Lubricación al Motor principal. ....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 7 Propiedades y Riesgos del Aceite para el Caja de Engranés ....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 8 Propiedades y Riesgos del Aceite Caliente.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 9 Propiedades y Riesgos del agua de Barriles.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 10 Propiedades y riesgo del RHS. ....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 11 Propiedades y Riesgos del Aceite Hidráulico.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 12 Esquema representativo del sistema de aceite hidráulico.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 13 Propiedades y riesgos del Polvo de PE y Aditivos. ....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 14 Propiedades y Riesgos del agua de Pellets. ....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 15 Propiedades y riesgos de Polímero de PEAD.....</i>	<i>105</i>

**CAPÍTULO I**  
**GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el manejo y uso del polietileno de alta densidad HDPE se ha extendido ampliamente en diferentes sectores económicos, esto se refleja en los índices de crecimiento de esta industria que, desde principios del siglo pasado, supera a casi todas las actividades industriales, generando así la necesidad de contar con adecuadas técnicas transformación en el procesado de polímeros.

En vista de los múltiples usos y la importancia del plástico, la empresa BRASKEM IDESA S.A de C.V hoy en día adoptan más estrategias a fin de garantizar el éxito en sus procesos, ha adoptado herramientas de optimización, basadas en las nuevas tecnologías para obtener materia de calidad y así poder proveer a sus diversos clientes la mejor resina del mercado, lo que ha llevado a la empresa a ganar la confianza de sus clientes.

Y es precisamente a causa de la continua demanda y compra de la resina de Polietileno de Alta y baja Densidad en México, que Braskem Idesa se ha visto en la necesidad de construir uno de los más grandes proyectos en México y América Latina en los últimos 20 años denominado ETILENO XXI, en donde dichas instalaciones tendrán la capacidad de generar 1 200 000 Ton al año de resina de alta calidad.

Es por ello que el presente documento ha sido generado con el objetivo de establecer los requerimientos y criterios que deberán tomarse en cuenta a la hora de arrancar un extrusor, así como de los equipos auxiliares que se necesitan en la planta de terminado. Este proyecto de investigación fue desarrollado en cuatro capítulos, en los cuales se muestra de manera detallada toda la información requerida para alcanzar los objetivos planteados al inicio del mismo.

En el **Capítulo I**, se hacen notar las Generalidades de la empresa. En esta sección se encontrará todo lo relacionado con los antecedentes, políticas, misión y visión de la empresa BRASKEM IDESA S.A de C.V.

En el **Capítulo II**, el Fundamento teórico, presenta toda la información requerida para lograr comprender lo que es un polímero, las resinas termoplásticas, los tipos de plásticos, los mecanismos de mezclado y los extrusores, así como los equipos requeridos, también se encontrarán otros aspectos relevantes para el correcto entendimiento del tema de interés.

En el **Capítulo III**, se enmarca el Desarrollo del proyecto de investigación. En esta sección se definen todos los criterios necesarios del proceso de polietileno de alta densidad en la planta de terminado para el desarrollo de los procedimientos e instrucciones de trabajo.

En el **Capítulo IV**, se hacen evidentes los Resultados. En esta sección se presentan las instrucciones elaboradas de los diferentes paquetes de equipos auxiliares necesarios para el arranque del extrusor EX-6006, así como el check list de arranque y los registros de lecturas de campo que se utilizaran en operación normal de la planta en estudio.

## 1.2 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Braskem Idesa S.A de C.V es una empresa perteneciente a la cadena petroquímica que se compone de unidades o empresas de primera generación que son los productores de petroquímicos básicos – olefinas (etileno, propileno y butadieno) y aromáticos (benceno, tolueno y xileno) – y de unidades o empresas de segunda generación, que son principalmente los productores de resinas termoplásticas y productos intermedios. Respecto a datos del desarrollo y crecimiento de Braskem, es importante señalar que comenzó en 1970 Odebrecht, cuando una multinacional brasileña, centrada a la industria de la construcción, decide entrar en la industria petroquímica. En 1980 Odebrecht adquiere participación en Salgema, Alagoas, fabricante de cloro y refrescos, así como otras empresas: Poliolefinas (productora de polietileno); PPH (productor de polipropileno) y Unipar (holdings petroquímicos).

En 1990 el gobierno brasileño inicia la privatización de la industria petroquímica, es en esta época cuando Odebrecht adquiere una parte significativa de Copesul (Centro de materias primas del Complejo Petroquímico de Rio Grande do Sul) y pasa a formar parte del grupo de control, desde ese entonces Odebrecht hace varias adquisiciones nuevas en el marco del Programa Nacional de Privatización (PND) por lo que Odebrecht se expande en la industria de la petroquímica. La empresa compra el control de la HPP, las poliolefinas, el Salgema y CPC. Odebrecht integra PPH y Poliolefinas, creando OPP Petroquímica SA. Integra también Salgema y el PCCh, creando Trikem SA, la primera integración vertical en Brasil.

En el 2001 en asociación con el grupo Mariani, Odebrecht adquiere el control de Copene (Centro Petroquímico de Camaçari), en el estado de Bahía, y se inicia un proceso de integración de los activos de primera y segunda generación algo sin precedentes en Brasil.

En 2002 nace Braskem, entonces llamada petroquímicos líderes en América Latina, con plantas y oficinas en Brasil, además se generan las condiciones necesarias para

expandir el comercio en los Estados Unidos y Argentina. La formación Braskem se da gracias a la integración de seis empresas: Copene, OPP, Trikem, Nitrocarbón, Proppet y Polialden.

En el 2004 Braskem consolidó su liderazgo regional en el mercado de las resinas termoplásticas.

En el 2005 Braskem y Petrobras se unen para la construcción de una nueva planta de polipropileno en la ciudad de Paulinia (SP). La empresa se convierte en parte del ISE - Índice de Sostenibilidad Empresarial de la Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa), por su desempeño social y ambiental.

Braskem crea la primera patente en nanotecnología petroquímica brasileña.

En el 2006 Braskem inicia operaciones en Europa en Rotterdam, Holanda. Braskem lanza la primera resina termoplástica brasileña con nanotecnología y confirma su liderazgo en innovación.

En el 2007 Braskem comienza la producción de polietileno verde a partir de fuentes renovables como el etanol de caña de azúcar siendo este un producto sostenible, una iniciativa pionera de Braskem, después este producto se conoce como plástico verde que despierta el interés de todo el mundo.

En el 2008 Braskem inicia la producción de polipropileno a partir de materia prima renovable.

En el 2009 Braskem coloca la piedra angular de su planta de etileno verde en el Triunfo (RS).

Otros eventos que marcaron ese año, fue el anuncio del Acuerdo de la unión entre Braskem y el Grupo Idesa en México para construir un Proyecto para la Producción polietileno en México.

En 2010 en un importante movimiento del mercado, Braskem concluyó las negociaciones para la adquisición de Quattor. La adquisición transformó y consolidó el sector petroquímico brasileño, agregando la competitividad de Braskem en un contexto de desafíos globales.

Otro movimiento muy importante hacia la internacionalización de la empresa fue la adquisición e incorporación de los activos de polipropileno de Sunoco Chemicals estadounidenses. Con esta operación, Braskem inaugura operaciones fuera de Brasil, fortaleciendo su presencia en uno de los mercados más importantes del mundo, los Estados Unidos. Por otra parte, se consolida como el mayor productor de resinas en las Américas y se encuentra entre la producción de PP más grande del mundo.

Se inauguró la Planta de etileno verde de Braskem, con una producción basada en el etanol de caña de azúcar. La planta es la mayor del mundo que permite la producción de 200 mil toneladas / año de polietileno verde.

Braskem e Ineos Technologies anunció la decisión de establecer una asociación estratégica en tecnologías para la producción de polietileno.

En 2011 Braskem inaugura una oficina en Singapur Asia.

Se completa totalmente la adquisición de Quattor por Braskem, lo que permite la integración completa entre las empresas.

Se colocó la primera piedra de una nueva planta para la producción de PVC en Marechal Deodoro (AL).

Braskem Idesa da otro paso importante en el desarrollo de su proyecto **Etileno XXI** en México. JV elige la tecnología de proceso Lupotech T, de la holandesa Lyondell Basell para la planta de LDPE (polietileno de baja densidad), una de las tres plantas de polietileno integradas en el diseño de México.

Braskem PE Verde recibe el certificado de Vinçotte.



Adquiere los activos de polipropileno de Dow Chemical: dos plantas en los EE.UU. y dos en Alemania.

En 2012 Braskem cumple diez años. Y se inicia la construcción del Proyecto Etileno XXI en México.

Braskem en ese mismo año recibe el primer premio de Aberje como "Empresa del Año 2012".

Por octavo año consecutivo, Braskem es parte del Índice de Sustentabilidad Empresarial (ISE) de BM & FBovespa.

Braskem ganó el Premio a la Innovación FINEP con plástico verde.

En 2013 Braskem se selecciona de nuevo para unirse al Índice Carbono Eficiente (ICO2). La compañía invierte en investigación robot en biotecnología.

el 2014 Braskem es seleccionada como una de las 10 mejores empresas en Brasil en la formación de líderes. Braskem es elegida por sexta vez consecutiva como una de las diez empresas más transparentes en Brasil por ANEFAC.

Braskem es elegida una de las empresas más innovadoras del mundo por la revista Fast Company.

Actualmente Braskem en conjunto con el grupo Idesa se enmarca encontrarse ya finalizado el proyecto Etileno XXI el cual dice contar con una planta de servicios auxiliares, una planta de Cracking en donde garantiza producir etileno, una planta de polietileno de Baja Densidad y dos plantas de Polietileno de Alta densidad, siendo estas últimas en donde ha de realizarse el proyecto objetivo de esta investigación.

### 1.3 MACROLOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA

A través de sus oficinas en América, Europa y Asia, Braskem actúa en cooperación con Clientes en más de 60 países alrededor del mundo, planteándose como un importante protagonista en el mercado global de resinas termoplásticas (polipropileno, polietileno y PVC) y productos químicos. En total son 16 millones de toneladas de distintos productos fabricados en las 36 unidades industriales instaladas en Brasil, Estados Unidos y Alemania.



Figura 1 Presencia Global de Braskem

## 1.4 MICROLOCALIZACION DE LA EMPRESA



**Figura 2 Ubicación de la Planta de PEAD**

Ubicación del Complejo Petroquímico Braskem idesa  
Camino Petrolero El Chapo Km 1.3  
Complejo Etileno XXI (Ex Resirene)  
C.P. 96400 Nanchital, Ver.  
Tel. (921) 569 7020

## 1.5 ORGANIGRAMA DE LAS PLANTAS DE POLIETILENO

Las plantas de Polietileno de la empresa BRASKEM IDESA S.A DE CV están compuestas por varias posiciones que contribuyen al crecimiento y buen funcionamiento de esta.

Como es lógico el nivel jerárquico más elevado en dicha empresa se encuentra ocupado por la Gerencia de Operación, de la cual se desprenden los demás departamentos que incluyen áreas de planeación, coordinación, producción, central, etc.

La figura 3 presenta el organigrama general de las Plantas Polietileno, en el que se pueden distinguir los puestos principales de dicha empresa.

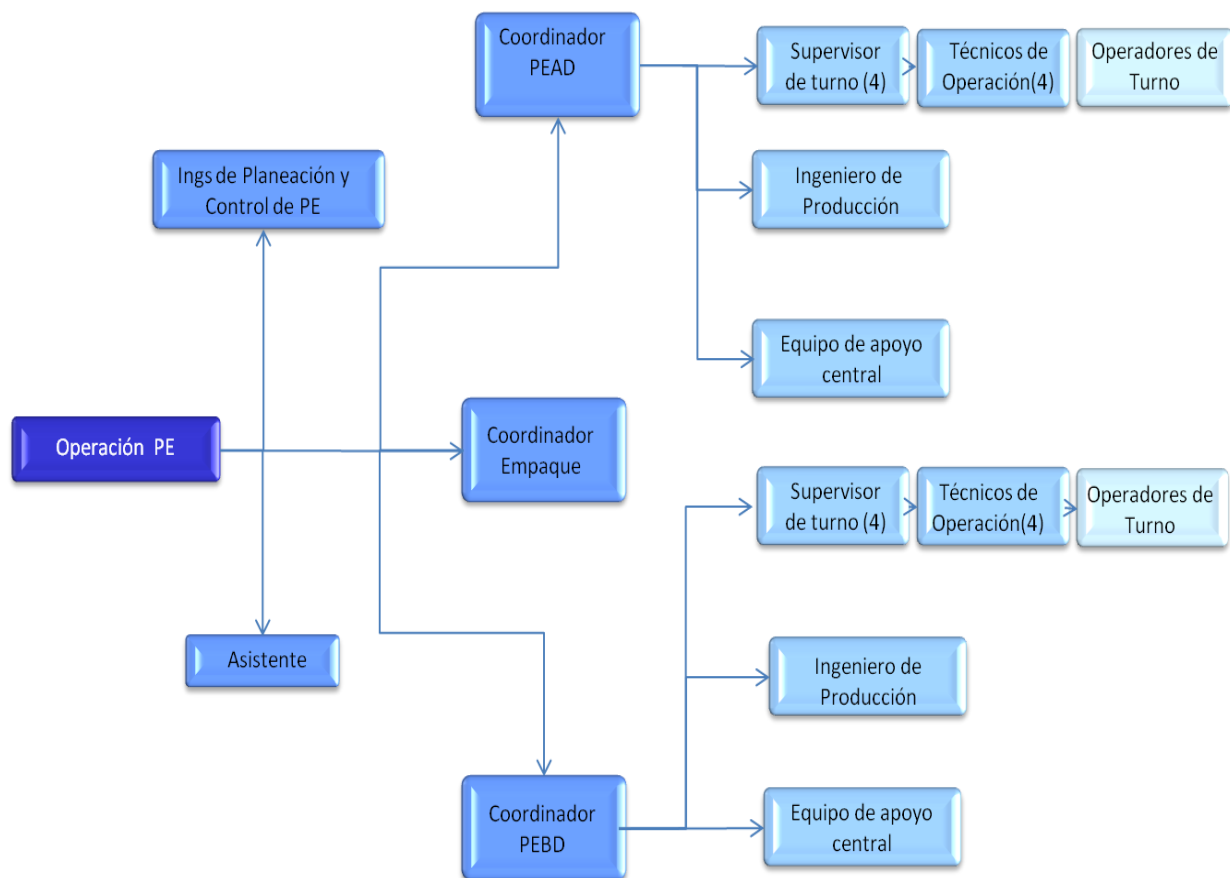


Figura 3 Organigrama de las plantas de Polietileno.

## 1.6 CULTURA EMPRESARIAL Y CÓDIGO DE ÉTICA

La cultura empresarial en BRASKEM IDESA SA DE CV se basa en la TEO.

La Tecnología Empresarial Odebrecht (TEO) es un conjunto estructurado de conceptos filosóficos y prácticas empresariales que orientan la actuación de los integrantes del Grupo Odebrecht hacia los principios de Supervivencia, Crecimiento y Perpetuidad. La TEO dirige el sistema de trabajo a impulsar el desarrollo de la empresa, de los Negocios y de las Personas.

Centrada en la educación y el trabajo, la TEO contiene Principios, Conceptos y Criterios concebidos por el Dr. Norberto Odebrecht. En la empresa se valora la disposición para servir, la capacidad y el deseo de evolucionar, así como las ganas de superar los resultados. Además, contempla un proceso de delegación planeada, basado en la confianza y en la parejía (trabajo en conjunto) entre líderes y liderados.

Siguiendo estos temas se desarrolla el proceso de selección, en el que se busca identificar a las personas más afines a nuestras características, quienes se verán fortalecidas y evaluadas en toda su jornada de desarrollo, teniendo como base la educación por y para el trabajo.

Mientras que, en lo referente al código de ética, todos los colaboradores de BRAKEM IDESA SA DE CV, tienen un fuerte compromiso de carácter ético hacia la empresa, sus accionistas, colaboradores, clientes, proveedores, competidores y hacia las comunidades en donde están presentes. Este código guía y rige todas las prácticas de negocios en relación:

- Con sus clientes:

El cliente satisfecho es el fundamento de la existencia de Braskem IDESA. Por lo tanto, es un principio básico de la acción empresarial de Braskem IDESA servir al cliente con énfasis en la calidad, productividad e innovación, con responsabilidad social, comunitaria y

ambiental, y con total respeto a las leyes y reglamentos de cada producto en la región en que actúan.

Los clientes deben de ser atendidos con cortesía y eficiencia, debiéndose ofrecer a éstos información clara, precisa y transparente. El cliente debe obtener respuestas a sus solicitudes, incluso cuando sean negativas, de forma adecuada y en el plazo esperado.

- Con los accionistas:

La comunicación con los accionistas se dará por medio de los integrantes del área de relaciones con los inversionistas.

Las relaciones con los accionistas e inversionistas se deberán basar en la comunicación precisa, transparente y oportuna de información que les permitan dar seguimiento a las actividades y el desempeño de Braskem IDESA, así como la búsqueda de resultados que generan impactos positivos en el valor de mercado de Braskem IDESA.

El trato a los accionistas no depende de la cantidad de acciones a la que sea titular, con base en las restricciones legales. A todos se les proporcionara información con igualdad de trato.

- Con los Integrantes:

El criterio para ingreso y promoción será el cumplimiento a los requisitos básicos de cada función, en conformidad con los criterios y objetivos previamente establecidos. Se comprometen a respetar la individualidad de cada persona, no se discrimina a nadie por razones de género, preferencia sexual, estado civil, edad, religión, raza, capacidad física, preferencia política o clase social.

Todos y cada uno de los integrantes de la empresa Braskem IDESA están comprometidos en mostrar una conducta personal que no afecte la reputación de la empresa.

En Braskem IDESA se valora la participación de cada persona para lograr el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

- Con sus proveedores:

La elección y contratación de proveedores deben basarse siempre en criterios técnicos, profesionales y éticos, en consonancia con las directrices generales de Braskem IDESA, y conducidas mediante un proceso objetivo predeterminado, tal como concurso y cotización de precios, garantice la mejor relación costo-beneficio.

La relación con el proveedor debe ser duradera, sin perjuicio de los principios de la libre iniciativa y de la lealtad en la competencia.

- Con los competidores:

La competitividad de los productos fabricados y/o comercializados por Braskem IDESA debe ser ejercida con base en la competitividad libre y leal.

No deben de hacerse declaraciones, verbales o escritas, que puedan afectar a la imagen de la competencia o contribuir a la difusión de rumores sobre esta, debiéndose tratar con el mismo respeto con que Braskem IDESA espera que la traten.

- Con la Comunidad y Medio Ambiente:

Se respeta el entorno ambiental, la sociedad y costumbres en donde está presente la empresa. En su operación se cumple con todas las leyes y reglamentos procurando el bienestar de las personas, su seguridad y protegiendo al medio ambiente.

Todos los colaboradores de Braskem IDESA, particularmente los gerentes y aquellos vinculados a la administración de personal están obligados a actuar con justicia honestidad, legalidad y equidad protegiendo el interés común de los colaboradores y salvaguardando los intereses de la empresa. Así mismo se tiene el compromiso de propiciar un ambiente de trabajo satisfactorio, de respeto, confianza y sencillez, en donde se promueva el aprendizaje y se comparte tanto la motivación como las mejores prácticas.

## 1.7 MISIÓN Y VISIÓN

- Misión

Ser el líder mundial en química sostenible, innovando para servir mejor a las Personas.

- Visión

Creencia y Propósito.

## 1.8 PROBLEMAS A RESOLVER

El Problema que se presenta en el área de Producción de la Planta de Polietileno de Alta Densidad es que al ser una planta nueva y en proceso de construcción perteneciente al proyecto ETILENO XXI, se tendrán equipos nuevos y de tecnologías recientes que los operarios desconocen o no han operado, estos equipos aunque cuentan con manuales generales operativos, estos manuales no son lo suficientemente detallados o muy entendibles en los proceso de arranque inicial, es por eso que este proyecto es de importancia y pretende solucionar estos problemas, enfocándose especialmente en la planta de terminado en donde se encuentra el paquete de Extrusión. Entre los problemas a resolver están:

- Elaboración del Procedimiento de Operación de los sistemas Auxiliares necesarios para el arranque del Extrusor EX-6006.
- Elaboración de Instrucciones de Trabajo de la puesta en marcha de los sistemas Auxiliares necesarios para el arranque del Extrusor EX-6006.
- Elaboración del Procedimiento de Operación para el arranque del Extrusor EX-6006.
- Elaboración de Instrucciones de Trabajo de la puesta en marcha del Extrusor EX-6006.



## **1.9 OBJETIVOS**

### **1.9.1 OBJETIVO GENERAL**

Construir un procedimiento de operación, así como la instrucción de trabajo de forma detallada que permita la puesta en marcha en forma segura del Extrusor EX-6006 para la producción de Polietileno de Alta densidad en la planta de PEAD DE BRASKEM IDESA.

### **1.9.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Preparación del Procedimiento de Operación de los sistemas Auxiliares necesarios para el arranque del Extrusor EX-6006.
- Realización de Instrucciones de Trabajo de la puesta en marcha de los sistemas Auxiliares necesarios para el arranque del Extrusor EX-6006
- Confección del Procedimiento de Operación para el arranque del Extrusor EX-6006
- Elaboración de Instrucciones de Trabajo de la puesta en marcha del Extrusor EX-6006
- Fabricación de Check List de arranque del extrusor EX-6006
- Gestión de Registro para las tomas de lecturas de campo del extrusor EX-6006 y equipos auxiliares.

## **1.10 JUSTIFICACIÓN**

Desde 1970 la empresa BRASKEM fue fundada para satisfacer los requerimientos y necesidades de sus clientes. Debido a la necesidad y demanda de las resinas termoplásticas en México, en 2010, la unión de la brasileña Braskem y la mexicana Idesa dio origen a la empresa encargada de desarrollar el proyecto Etileno XXI en Coatzacoalcos, Veracruz, centrado en la construcción y operación del complejo petroquímico, que a partir de este año producirá polietileno, materia prima para la elaboración de plásticos.

Derivado entonces de la importancia y necesidad de sus clientes de tener resinas y productos de calidad confiable, el presente documento tiene la finalidad de proporcionar los lineamientos y procedimientos que sirvan de base en el desarrollo de un procedimiento de operación y una instrucción de trabajo de arranque del Extrusor EX-6006 que permitirá identificar de forma objetiva las actividades que se deben de desarrollar y llevar a cabo en el área de producción en la planta de polietileno de alta densidad PEAD en el complejo petroquímico Braskem IDESA, dado que en la actualidad no existe una definición clara sobre los pasos a desarrollar en las actividades de arranque del Extrusor.

La intención del procedimiento y la instrucción de trabajo es orientar al operador tanto de campo como de cuarto de control en la metodología de los pasos y directrices necesarias para realizar un arranque exitoso que no comprometa la integridad del personal ni de las instalaciones.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

## 2.1 POLÍMEROS

Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión repetida de una o varias moléculas unidas por enlaces covalentes. El término macromolécula significa molécula muy grande. “Polímero” y “Macromolécula” son términos que suelen utilizarse indistintamente. Dependiendo de su origen, los polímeros pueden ser naturales o sintéticos. Los polímeros sintéticos contienen entre uno y tres tipos de unidades que se repiten, mientras que los naturales o biopolímeros como la celulosa, el ADN o las proteínas presentan estructuras mucho más complejas. Los polímeros sintéticos tienen desde el punto de vista comercial.

Las moléculas que se combinan para formar los polímeros se denominan monómeros y las reacciones a través de las cuales se obtienen se denominan reacciones de polimerización. Cuando se parte de un solo tipo de molécula se habla de homopolimerización y de homopolímero. Cuando son dos o más moléculas diferentes las que se repiten en la cadena se habla de copolimerización, comonómeros y copolímero. Las reacciones de polimerización se suelen dividir en dos grandes grupos: reacciones de adición y reacciones de condensación.

En las tablas 1 y 2 se muestran algunos polímeros de adición y condensación de uso muy común, sus abreviaturas y sus unidades estructurales de repetición. En el caso de los polímeros de adición se muestran las estructuras de polietileno, polipropileno, poliestireno, poli(cloruro de vinilo), poli(acrilonitrilo), poli(metil metacrilato), y polibutadieno, mientras que para los polímeros de condensación se muestran ejemplos de poliéster, poliamida, policarbonato, polietilenterftalato, poliuretano y una resina de fenol-formaldehído.

**Tabla 1 Polímeros Por Adición.**

Polimero	Abreviatura	Unidad de repetición
Polietileno	PE	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
Polipropileno	PP	$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$
Poliestireno	PS	$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-$
Poli(cloruro de vinilo)	PVC	$-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-$
Poliacrilonitrilo	PAN	$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}\equiv\text{N}}{\text{CH}}-$
Poli(metacrilato de metilo)	PMMA	$-\text{CH}_2-\underset{\text{COOCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-$
Polibutadieno (1,4-cis)	PB	$-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$

**Tabla 2 Polímeros Por Condensación.**

Polímero	Abreviatura	Unidad de repetición
Poliéster		$-\text{R}-\text{OCO}-\text{R}'-\text{COO}-$
Poliamida	PA	$-\text{NH}-\text{R}-\text{NHCO}-\text{R}'-\text{CO}-$
Policarbonato	PC	$-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-$
Poli(etilen terftalato)	PET	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OCO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-$
Poliuretano	PU	$-\text{NH}-\text{COO}-\text{R}-\text{OCO}-\text{NH}-\text{R}'-$
Resina de Fenol-formaldehido		$-\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_2-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_2-\text{CH}_2-$

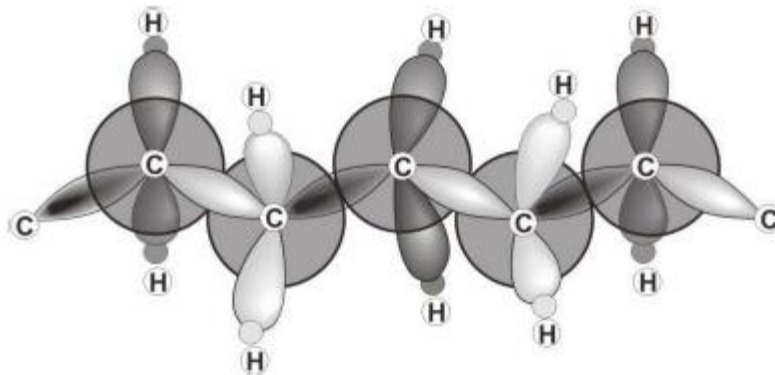
### 2.1.1. ESTRUCTURA DE LOS POLÍMEROS

Se suelen considerar dos niveles, estructura química y estructura física. La estructura química se refiere a la construcción de la molécula individual y la estructura física al ordenamiento de unas moléculas respecto a otras.

Cuando se hace referencia a la estructura física de los polímeros se trata básicamente de la orientación y cristalinidad que depende en gran medida de la estructura química y a su vez condicionan el comportamiento del material durante el procesado y durante su vida de servicio.

### 2.1.2. ESTRUCTURA QUÍMICA

En los polímeros la unión entre monómeros se realiza siempre mediante enlaces covalentes. La figura 4 muestra un trozo de la cadena de polietileno. Los átomos de carbono que constituyen la cadena principal presentan una configuración  $sp^3$ , por tanto sus orbitales se dispondrán formando un tetraedro en torno al átomo de carbono y el ángulo de enlace de dos carbonos consecutivos será de aproximadamente  $109^\circ$ .



**Figura 4 Configuración  $sp^3$  para los átomos de carbono de la cadena principal de la molécula de polietileno.**

Sin embargo, las fuerzas responsables de la cohesión entre cadenas diferentes pueden ser de naturaleza muy diversa, y están fuertemente condicionados por las características de los átomos y de los sustituyentes de la cadena principal. La polaridad y el volumen de estos átomos afectarán especialmente a las fuerzas de cohesión entre cadenas,

que a su vez determinarían la flexibilidad del material, temperatura de transición vítrea, temperatura de fusión y capacidad de cristalización entre otras propiedades.

En la Figura 5 se muestra la estructura de varios polímeros. En el caso de la molécula del polietileno (PE), molécula sencilla no polar, las cadenas diferentes se atraen entre sí por fuerzas intermoleculares tipo London (dipolo inducido-dipolo inducido). En consecuencia, el polietileno es un material blando y tiene una temperatura de fusión relativamente baja. Para moléculas polares, tales como el PVC, la cadena se mantiene unidas mediante interacciones fuertes de tipo dipolo-dipolo resultantes de la atracción electrostática entre los átomos de cloro de una molécula y los de hidrogeno de otra, lo que resulta en un polímero muy rígido.

Las cadenas de moléculas altamente polares que contienen átomos de oxígeno o nitrógeno se atraen entre sí por puentes de hidrogeno, como es el caso del polióxido de etileno (POM). En general, cuanto mayor sean las fuerzas de cohesión entre las cadenas, tanto más rígido resultará el polímero y tanto mayor será la temperatura de fusión en el caso de polímeros cristalinos o la temperatura de reblandecimiento en el caso de polímeros no cristalinos. En las poliamidas, por ejemplo, las fuerzas de cohesión entre las moléculas son el resultado de una combinación de enlaces por puentes de hidrogeno, fuerzas dipolo-dipolo y fuerzas de tipo London, lo que confiere una elevada temperatura de fusión al polímero.

La introducción en la cadena principal de grupos aromáticos (grupos voluminosos y fácilmente polarizables) aumenta la rigidez de la misma como es el caso del polietileno tereftalato (PET). Igualmente ocurre con la introducción de grupos voluminosos como sustituyentes de la cadena principal, como es el caso del polipropileno (PP) o del poliestireno (PS).

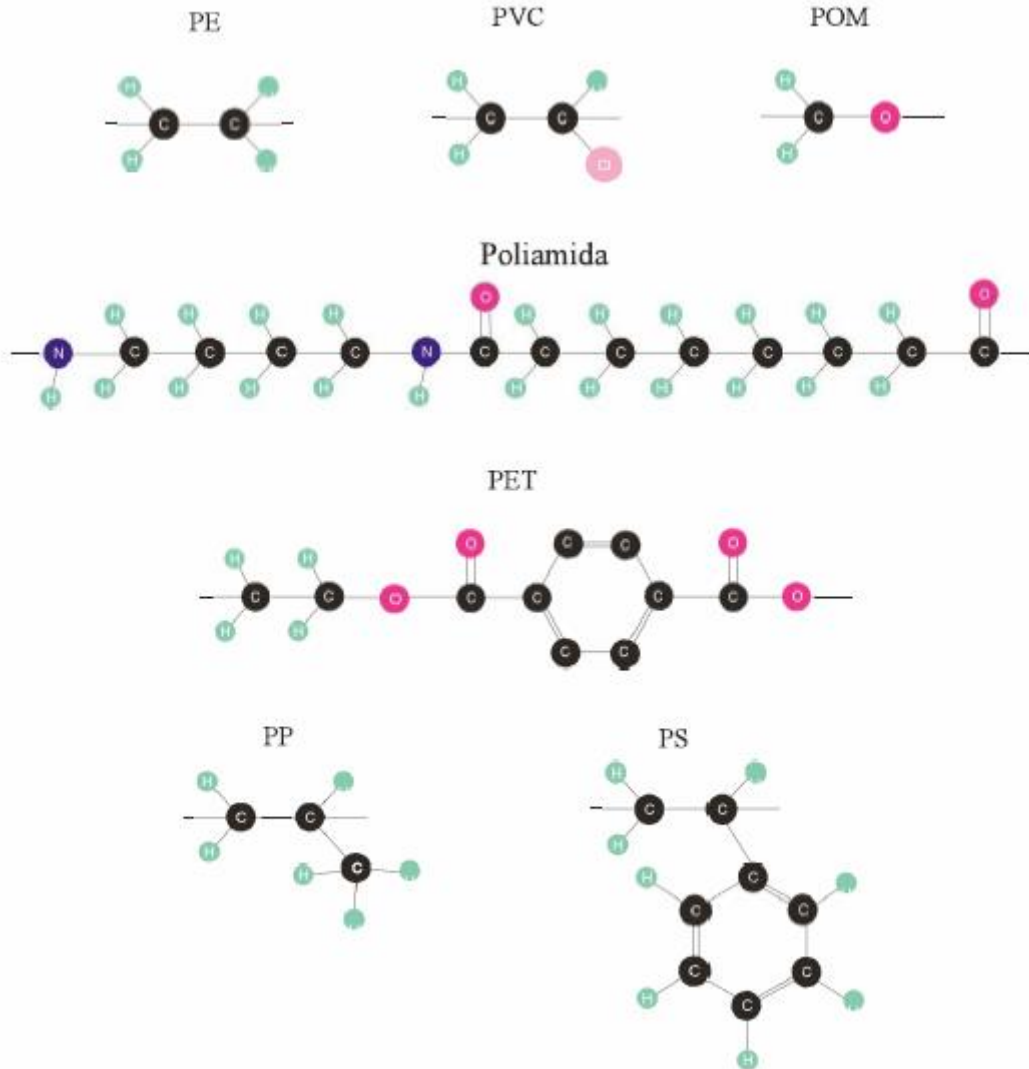


Figura 5 Estructuras de diferentes Polímeros

### 2.1.3. PESO MOLECULAR Y SU DISTRIBUCIÓN

Muchas de las propiedades de los polímeros, como por ejemplo la resistencia mecánica, la elasticidad de los cauchos, la temperatura de transición vítrea de plásticos amorfos o la temperatura de fusión de fibras y materiales semicristalinos, se deben al alto peso molecular de los mismos. En la Tabla 3 se muestra a modo de ejemplo, el estado de agregación de una serie de moléculas de alcanos de la misma estructura química y creciente peso molecular.

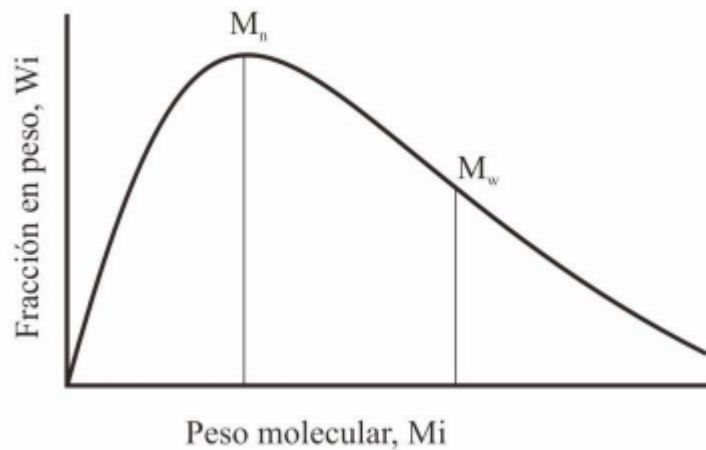


**Tabla 3 Efecto del tamaño de la molécula sobre su estado de agregación.**

Número de unidades -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	Peso molecular	Estado físico a 20 °C
1	30	gas
6	170	líquido
35	1000	grasa
430	>12000	resina

La molécula de etano (1 unidad de repetición) es gaseosa, pero al aumentar su tamaño hasta 6 unidades de repetición pasa a ser líquida y conforme se van adicionando más monómeros se convierte en un aceite, una cera y finalmente en un material sólido. El polietileno de peso molecular entre 1.000 y 5.000 es un sólido céreo que adquiere propiedades útiles como plástico solo cuando su peso molecular supera los 10.000.

Los polímeros sintéticos y la mayoría de los naturales están formados por una mezcla de moléculas que han alcanzado diferente grado de polimerización, y por lo tanto, diferente peso molecular. En los polímeros sintéticos obtenidos por polimerización en cadena, la longitud de la cadena viene determinada por el tiempo que la cadena está creciendo. Las etapas de terminación, iniciación, propagación y transferencia, responden al fenómeno al azar. En el caso de las reacciones de polimerización por etapas, la longitud de la cadena viene determinada principalmente por la disponibilidad local de grupos reactivos en los extremos de las cadenas en crecimiento. En cualquier caso, el polímero contiene moléculas que poseen longitudes de cadena muy diferentes: de modo que en una muestra de polímero siempre nos encontraremos una distribución de pesos moleculares. En la Figura 6 se muestra una curva típica de distribución de pesos moleculares.



**Figura 6 Distribución de pesos Moleculares en un Polímero.**

Los valores medios más importantes utilizados para representar el peso molecular de un polímero son el promedio en número,  $M_n$  (media aritmética):

$$M_n = \frac{\sum N_i M_i}{\sum N_i}$$

y el promedio en peso  $M_w$  (media cuadrática):

$$M_w = \frac{\sum N_i M_i^2}{\sum N_i M_i}$$

donde  $N_i$  representa el número de moles de las especies  $i$  de peso molecular  $M_i$ .

La relación  $M_w/M_n$  se utiliza frecuentemente como medida de la heterogeneidad de la distribución del peso molecular de un polímero y se conoce como índice de polidispersidad. Esta relación es la unidad para polímeros monodispersos ( $M_w=M_n$ ), aumentando su valor cuando se hace más ancha la distribución. El índice de polidispersidad suelen tomar valores entre 1.5 y 3, pero ocasionalmente puede alcanzar, dependiendo del tipo de polimerización, valores del orden de 25.

## 2.2. COPOLIMEROS

Cuando en un proceso de polimerización se utilizan dos o más monómeros químicamente diferentes, el polímero resultante se denomina copolímero. Comúnmente se emplean tan solo dos, o como máximo tres monómeros diferentes. Los copolímeros se clasifican según la secuencia de los monómeros como copolímeros de bloque, de injerto y al azar, como se muestra en la Figura 7.

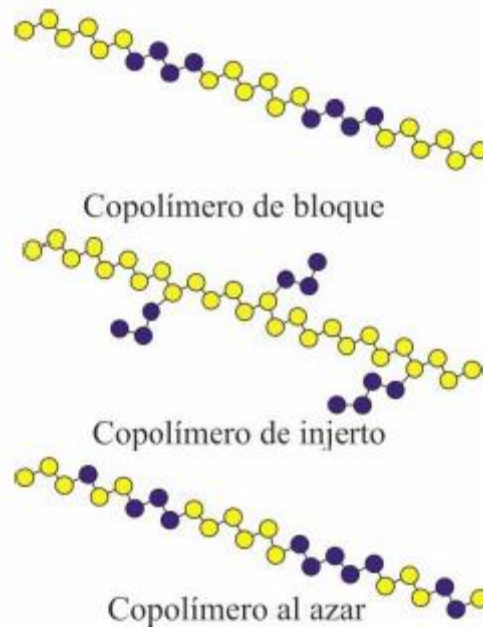
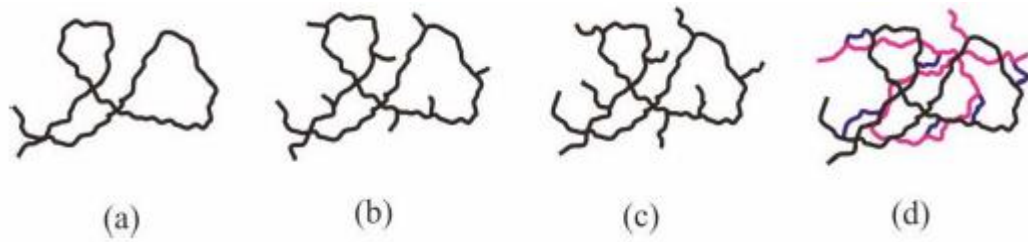


Figura 7 Tipos de Copolímeros

### 2.2.1. RAMIFICACIONES Y ENTRECruzAMIENTO

Cuando durante las reacciones de polimerización no existen reacciones secundarias se obtienen polímeros lineales, no ramificados como el que se muestra en la figura rrr. Bajo ciertas condiciones de polimerización se pueden obtener ramificaciones que pueden ser cortas o largas. Las propiedades de los polímeros pueden variar considerablemente dependiendo si existen o no ramificaciones.

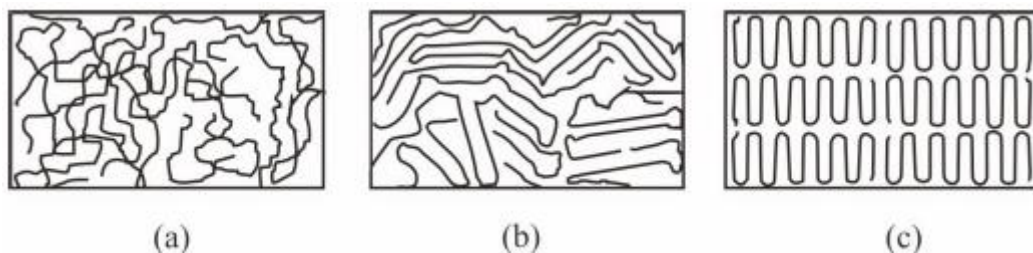


**Figura 8 Polímero lineal sin ramificaciones (a), con ramificaciones cortas (b), con ramificaciones largas (c) y polímero entrecruzado (d).**

Por ejemplo, el polietileno lineal no ramificado, conocido como polietileno de alta densidad (HDPE).

### 2.2.2. ESTADO AMORFO Y ESTADO CRISTALINO

Los términos cristalino y amorfo se utilizan normalmente para indicar las regiones ordenadas y desordenadas de los polímeros. La figura hhhh muestra un esquema de un sistema amorfo, uno semicristalino y otro cristalino. En estado sólido algunos polímeros son completamente amorfos, otros son semicristalinos y dependiendo de las condiciones de cristalización, un polímero con capacidad de cristalizar puede ser amorfo o semicristalino.



**Figura 9 Sistema amorfo (a), semicristalino (b) y cristalino (c).**

### 2.3. PROPIEDADES COMUNES DE LOS POLIMEROS

A pesar de que los distintos plásticos presentan grandes diferencias en su composición y estructura, hay unas series de propiedades comunes a todos ellos y que los distingue de otros materiales. Un ejemplo de algunas de estas propiedades se encuentra en la Tabla 4.

**Tabla 4 Densidad, conductividad térmica y eléctrica de diferentes materiales.**

Material	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Cond. Term. (W/mK)	Cond. Elec. (S)
Plásticos	0.9-2.3	0.15-0.5	---
PE	0.9-1.0	0.32-0.4	---
PC	1.0-1.2	---	---
PVC	1.2-1.4	---	10 <sup>-15</sup>
Acero	7.8	17.50	5.6
Aluminio	2.7	211	38.5
Aire	---	0.05	---

rango de densidades de los plásticos es relativamente bajo y se extiende desde 0.9 hasta 2.3 g/cm<sup>3</sup>. Entre los plásticos de mayor consumo se encuentran el PE y el PP, ambos materiales con densidad menor a la del agua. La densidad de otros materiales a los que los plásticos sustituyen en algunas aplicaciones es varias veces mayor, como es el caso del aluminio o del acero. Esta densidad tan baja se debe fundamentalmente a dos motivos; por un lado, los átomos que componen los plásticos son ligeros (básicamente C y H y en algunos casos O, N o halógenos), y por otro, las distancias medias entre átomos dentro de los plásticos son relativamente grandes. Una densidad tan baja permite que los plásticos sean materiales fáciles de manejar y por otra parte, supone una gran ventaja en el diseño de piezas en las que el peso es una limitación.

Por otra parte, el valor de la conductividad térmica de los plásticos es muy pequeño. Igualmente, los plásticos conducen muy mal la corriente eléctrica. Presentan resistencias muy elevadas y por tanto baja conductividad eléctrica. En cuanto a las propiedades ópticas los plásticos que no contienen aditivos son por lo general bastante traslucidos.

## **2.4. TIPOS DE PLASTICOS**

Los plásticos se pueden agrupar o clasificar de maneras muy diferentes. En este caso se muestra la clasificación propuesta por Crawford (Plastics Engineering, 3rd ed., R. J. Crawford, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999) que se basa en las propiedades más destacadas desde el punto de vista del diseño de piezas y de selección del material para una aplicación determinada. De acuerdo con esta clasificación a continuación se describen brevemente los principales tipos de plásticos.

### **2.4.1. TERMOPLASTICOS**

Los termoplásticos son polímeros lineales, que pueden estar ramificados o no. Si los comparamos con los demás tipos de plásticos, los termoplásticos se fabrican y emplean en cantidades muy grandes y entre ellos los más frecuentes son PE, PP, PS y PVC.

Para que un polímero tenga aplicación como termoplástico debe tener una temperatura de transición vítrea  $T_g$  (si se trata de un material amorfo), o una temperatura de fusión  $T_m$  (si se trata de un material cristalino), superior a la temperatura ambiente.

Por lo general, los materiales termoplásticos presentan un buen conjunto de propiedades mecánicas, son fáciles de procesar y bastante económicos. La principal desventaja deriva del hecho de que son materiales que funden, de modo que no tienen aplicaciones a elevadas temperaturas.

### **2.4.2. TERMOESTABLES**

Son materiales que adquieren un estado final reticulado (entrecruzado), que los hace insolubles e incapaces de fundir. A estos materiales se llega partiendo de materias primas de bajo peso molecular de las que se obtiene, en una primera fase, un producto intermedio (prepolímero), muy poco o nada reticulado, todavía capaz de fundir y fluir, y por tanto de rellenar un molde. La reticulación espacial que da lugar a la formación de la macromolécula termoestable tiene lugar por reacción química (curado) durante el moldeo de la pieza. Puesto que no funden y no reblandecen son materiales que presentan muy buenas propiedades a elevadas temperaturas. Junto con su alta resistencia térmica presentan alta resistencia química, rigidez, dureza superficial, buena estabilidad dimensional, entre otras ventajas sobre otros materiales.

### **2.4.3. ELASTOMEROS**

Los elastómeros o cauchos son generalmente polibutadienos o compuestos que contienen dobles enlaces en la cadena principal, de modo que las cadenas de polímero se encuentran enrolladas sobre sí mismas, lo que les confiere gran flexibilidad. Estos materiales son capaces de soportar deformaciones muy grandes recuperando su forma inicial una vez que se elimina el esfuerzo. En los elastómeros suele producirse un entrecruzamiento parcial de las cadenas para evitar que cada vez que estos materiales se ven sometidos a un esfuerzo las moléculas se deslicen unas sobre otras, lo que provocaría deformaciones irreversibles. El entrecruzamiento o curado a que se somete a estos materiales es similar al de los termoestables, pero en este caso el grado de entrecruzamiento es mucho más bajo, puesto que debe ser suficientemente espaciado, de modo que no impida el desenrollamiento de las cadenas, que es en definitiva lo que confiere al material la capacidad de recuperar su forma inicial cuando cesa el esfuerzo al que es sometido.

Los elastómeros son materiales muy tenaces, resistentes a aceites y grasas y al ozono, y presentan buena flexibilidad a bajas temperaturas. De hecho, todos los elastómeros tienen temperaturas de transición vítrea inferiores a la temperatura ambiente. Presentan, sin embargo, algunas de las desventajas de los termoestables: requieren un procesado lento, lo que consume grandes cantidades de tiempo y energía, y en principio no son reciclables.

### **2.5. TIPOS DE ADITIVOS**

La industria de los plásticos conoce desde siempre que la obtención de productos verdaderamente útiles sólo es posible si a la matriz polimérica se añaden ciertos aditivos. En general, se consideran aditivos aquellos materiales que van dispersos físicamente en una matriz polimérica, sin afectar a su estructura molecular. La incorporación de aditivos a plásticos puede alterar considerablemente las propiedades del material.

Los aditivos se clasifican según su función y no en relación con su constitución química (Tabla 5). Todos los aditivos deben cumplir una serie de requisitos técnicos. En

general se espera que sean altamente eficaces, de modo que se consigan los objetivos propuestos a una concentración que sea aceptable económicamente. Ciertas mejoras en una determinada propiedad pueden dar lugar al empeoramiento de otras; por tanto, lo que determina la elección final de uno o varios aditivos es el comportamiento considerado en su conjunto. En algunos casos, cuando las moléculas de aditivo deben interactuar con las de polímero es preciso que exista una compatibilidad alta, es decir, una alta miscibilidad a nivel molecular. Sin embargo, en otros casos es deseable que el aditivo y el polímero formen dos fases bien diferenciadas. Un aditivo, además, no debe ser volátil en las condiciones del proceso de transformación. Esto significa que debe tener una tensión de vapor baja a altas temperaturas y no debe tender a agregarse, lo que daría lugar a un depósito del aditivo en forma de capa fina superficial. Un aditivo no debe exudar durante su vida en servicio, ya que daría lugar a problemas de estética y a la pérdida de eficacia por eliminación del aditivo.

**Tabla 5 Aditivos para plásticos.**

<b>Función del aditivo</b>	<b>Tipo de aditivo</b>
Aditivos que facilitan el procesado	Estabilizantes Lubricantes
Aditivos que modifican las propiedades mecánicas	Plastificantes Cargas reforzantes Modificadores de impacto
Aditivos que disminuyen costos de las formulaciones	Cargas Diluyentes y extendedores
Modificadores de propiedades superficiales	Agentes antiestáticos Aditivos antideslizamiento Aditivos antidesgaste Promotores de adhesión
Modificadores de propiedades ópticas	Pigmentos y colorantes Agentes de nucleación
Aditivos contra el envejecimiento	Estabilizantes contra luz UV Fungicidas
Otros	Agentes espumantes Retardantes de llama

## **2.6. MECANISMOS DE MEZCLADO**

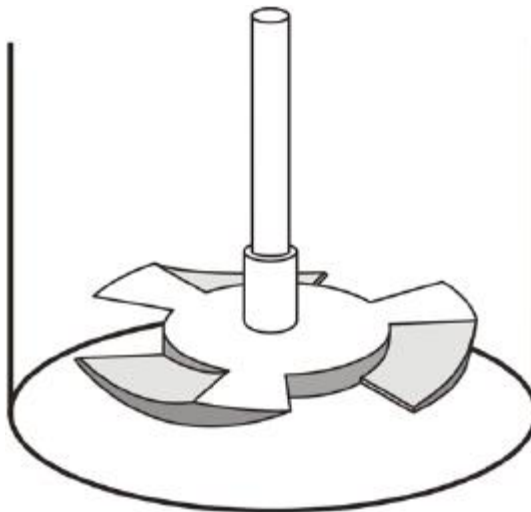
El tipo de equipamiento requerido para producir las mezclas de polímeros y aditivos depende sobre todo de su estado físico: Los polímeros se sirven en formas muy diferentes,



que van desde gránulos (granzas), polvos, planchas (en el caso del caucho natural), resinas líquidas de peso molecular bajo (en el caso de los termoestables), etc. Además, el tipo de mezclador depende del grado de dispersión que se desee alcanzar entre el polímero y los aditivos. Según esto se distingue dos tipos de mezclado como los siguientes nombres:

- Mezclado extensivo, distributivo, o simplemente mezclado (blending).
- Mezclado intensivo o dispersivo (compounding).

El mezclado extensivo consiste en mezclar los componentes de una formulación mediante la agitación de los mismos. De este modo se obtiene una mezcla que en principio podría ser separada (aunque obviamente en la práctica resultaría difícil). El equipo requerido es un sencillo mezclador en el que todos los ingredientes se añaden a la vez y está provisto de aspas o palas que giran a una velocidad moderada y no es necesario aplicar calor durante el proceso (incluso en algunos casos se requiere de refrigeración). En la figura 10 se presenta un mezclador de este tipo.



**Figura 10 Ejemplo de mezclador extensivo (blending).**

El mezclado intensivo implica una dispersión de los diferentes componentes mucho más íntima. Este tipo de mezclado por lo general implica un cambio en estado físico de los componentes; el polímero debe estar en estado fundido durante el mezclado, por lo que se deben aplicar altas temperaturas para conseguir la fusión del polímero y en algunos casos de otros componentes de la mezcla y por lo general se requieren cizallas muy elevadas. Por

lo general la mezcla debe ser granulada o troceada antes de introducirla en el proceso de transformación. Los mezcladores de este tipo son lógicamente mucho más complejos que los de tipo extensivo. La Figura 11 muestra un mezclador intensivo discontinuo tipo Banbury.

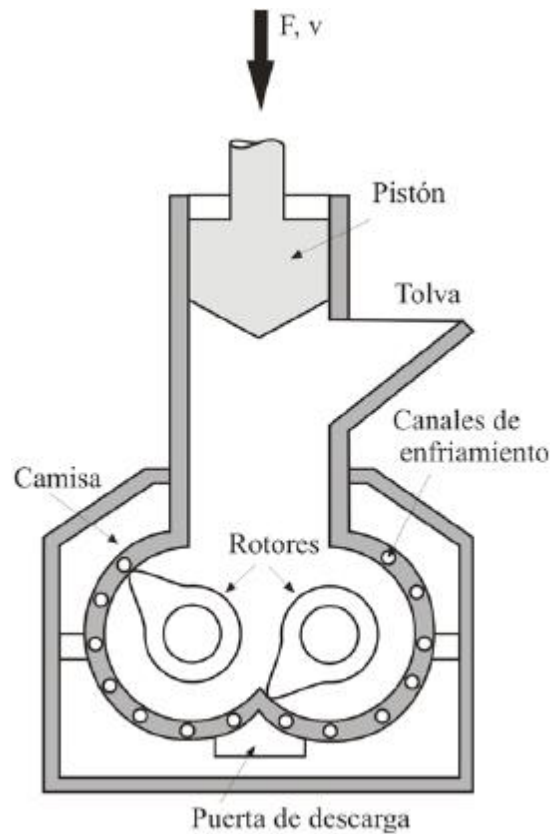
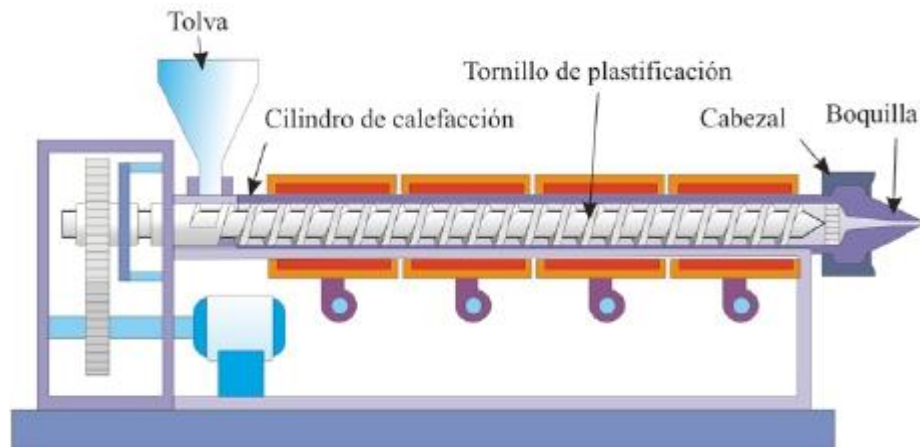


Figura 11 Mezclador intensivo tipo Banbury.

## 2.7. EXTRUSIÓN

El proceso de extrusión se utiliza ampliamente en la industria de plásticos para la producción en continuo de piezas con sección constante de materiales termoplásticos (y algunos termoestables). Se utiliza también para recubrimiento de superficies y en el moldeo por soplado y termoconformado para la obtención de las preformas. Consiste en obligar a un material fundido a pasar a través de una boquilla o matriz que tiene la forma adecuada, para obtener el diseño deseado. El equipo debe ser capaz de proporcionar sobre el material suficiente presión de una forma continua, uniforme y reblandecer y acondicionar el material de forma que pueda ser extruído. Para ello se requiere de una máquina compuesta de un

cilindro y un husillo o tornillo de plastificación que gira dentro del cilindro, como se muestra en la Figura 12.



**Figura 12 Máquina convencional de extrusión con husillo.**

El material granulado o en forma de polvo se carga en una tolva, desde la cual se alimenta al cilindro, donde el husillo se encarga de introducirlo, transportarlo hacia adelante y comprimirlo. El calentamiento hasta la fusión se realiza desde la cara exterior del cilindro, mediante elementos calefactores y desde el interior por conversión del esfuerzo en calor. De esta forma el material termoplástico funde (se plastifica) y al salir del cilindro a través de una boquilla recibe la forma de ésta. En una línea completa de extrusión, además debe existir un sistema de enfriamiento del material que sale de la máquina, así como equipos de tensionado y recogida. El resultado es un perfil (a veces se le llama semifabricado o preforma).

Para el caso más corriente de la extrusión de un polímero inicialmente sólido que funde en el proceso, la extrusora, y en concreto una de husillo único, puede realizar seis funciones principales:

- Transporte del material sólido hacia la zona de fusión
- Fusión o plastificación del material
- Transporte o bombeo y presurización del fundido
- Mezclado
- Desgasificado

- Conformado

Todas las extrusoras se consideran divididas en tres zonas que se pueden apreciar en la Figura 13 junto con la evolución de la presión a lo largo de la extrusora. La zona de alimentación es la más cercana a la tolva, en la cual la profundidad del canal del tornillo es máxima. Tiene como objetivo principal compactar el alimento en una forma sólida densa y transportarlo hacia la siguiente zona a una velocidad adecuada. La zona de transición o compresión es la zona intermedia en la cual la profundidad del canal disminuye de modo más o menos gradual. Conforme el material sólido va compactándose en esta zona el aire que pudiera quedar atrapado escapa del material vía la tolva de alimentación. En la zona de transición, además, tiene lugar la fusión del material. La zona de dosificado se sitúa al final, en la parte más cercana a la boquilla y tiene una profundidad de canal muy pequeña y constante. En esta zona el material fundido es homogeneizado y presurizado para forzarlo a atravesar a presión la boquilla de conformado.

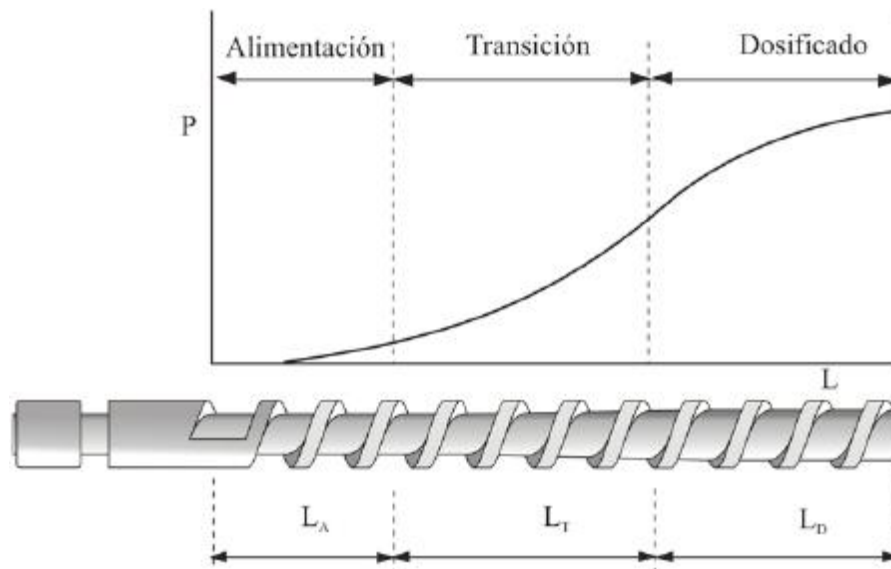


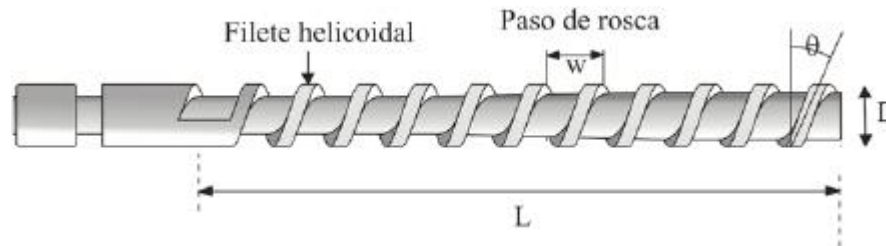
Figura 13 Zonas de una extrusora y evolución de la presión a lo largo de las Zonas.

### 2.7.1. COMPONENTES DEL EXTRUSOR

### 2.7.2. TORNILLO DE EXTRUSION

El tornillo o husillo consiste en un cilindro largo rodeado por un filete helicoidal (Figura 14). El tornillo es una de las partes más importantes ya que contribuye a realizar las funciones de

transportar, calentar, fundir y mezclar el material. La estabilidad del proceso y la calidad del producto que se obtiene dependen en gran medida del diseño del tornillo. Los parámetros más importantes en el diseño del tornillo son su longitud ( $L$ ), diámetro ( $D$ ), el ángulo del filete ( $\theta$ ) y el paso de rosca ( $w$ ).

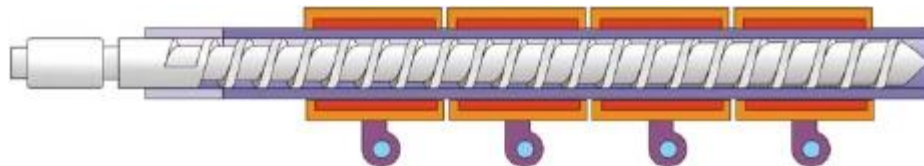


**Figura 14 Tornillo de un Extrusor**

El material se va presurizando a medida que avanza por el tornillo, comenzando con presión atmosférica en la tolva y aumentando hasta la salida por la boquilla.

### 2.7.3. CILINDROS O BARRILES

El cilindro o barril de calefacción alberga en su interior al tornillo como se muestra en la Figura 15. La superficie del cilindro debe ser muy rugosa para aumentar las fuerzas de cizalla que soportará el material y permitir así que éste fluya a lo largo de la extrusora. Para evitar la corrosión y el desgaste mecánico, el cilindro suele construirse de aceros muy resistentes y en algunos casos viene equipado con un revestimiento bimetálico que le confiere una elevada resistencia, en la mayoría de los casos superior a la del tornillo, ya que éste es mucho más fácil de reemplazar.



**Figura 15 Sistema cilindro de calefacción-tornillos.**

El cilindro por lo general posee sistemas de transferencia de calor. El calentamiento se puede realizar mediante resistencias eléctricas circulares localizadas en toda su longitud como se muestra en la Figura 15, y también, aunque es menos usual, mediante radiación o

encamisado con fluidos refrigerantes o calefactores. El cilindro suele dividirse en varias zonas de calefacción, al menos tres, con control independiente en cada una de ellas, lo que permite conseguir un gradiente de temperatura razonable desde la tolva hasta la boquilla. El cilindro debe enfriarse si como consecuencia de la generación interna de calor originada por la cizalla a la que se somete al plástico se rebasa la temperatura nominal del proceso (lo que ocurre normalmente). El enfriamiento en la menor parte de las ocasiones se hace con líquidos, ya que, aunque tengan una mayor capacidad para eliminar calor que el aire, la temperatura es más difícil de controlar.

#### 2.7.4. GARGANTA DE ALIMENTACION

El cilindro puede estar construido en dos partes, la primera se sitúa debajo de la tolva y se denomina garganta de alimentación. Suele estar provista de un sistema de refrigeración para mantener la temperatura de esta zona lo suficientemente baja para que las partículas de granza no se adhieran a las paredes internas de la extrusora.

La garganta de alimentación está conectada con la tolva a través de la boquilla de entrada o de alimentación. Esta boquilla suele tener una longitud de 1.5 veces el diámetro del cilindro y una anchura de 0.7 veces el mismo Figura 16, y suele estar desplazada del eje del tornillo para facilitar la caída del material a la máquina.

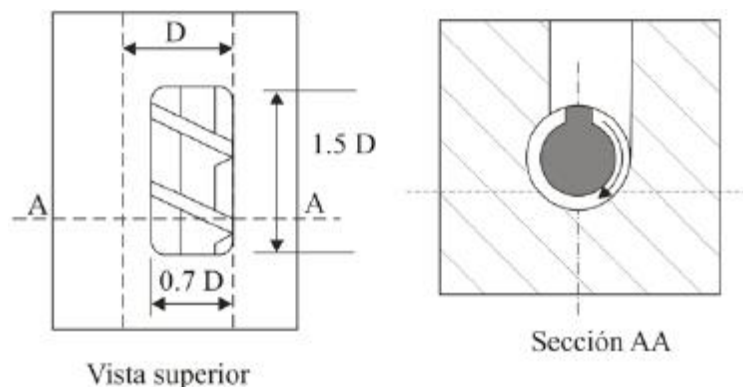


Figura 16 Garganta de alimentación.

### 2.7.5. TOLVA

La tolva es el contenedor que se utiliza para introducir el material en la máquina. Tolva, garganta de alimentación y boquilla de entrada deben estar ensambladas perfectamente y diseñadas de manera que proporcionen un flujo constante de material. Esto se consigue más fácilmente con tolvas de sección circular, aunque son más caras y difíciles de construir que las de sección rectangular (ver Figura 17). Se diseñan con un volumen que permita albergar material para 2 horas de trabajo.

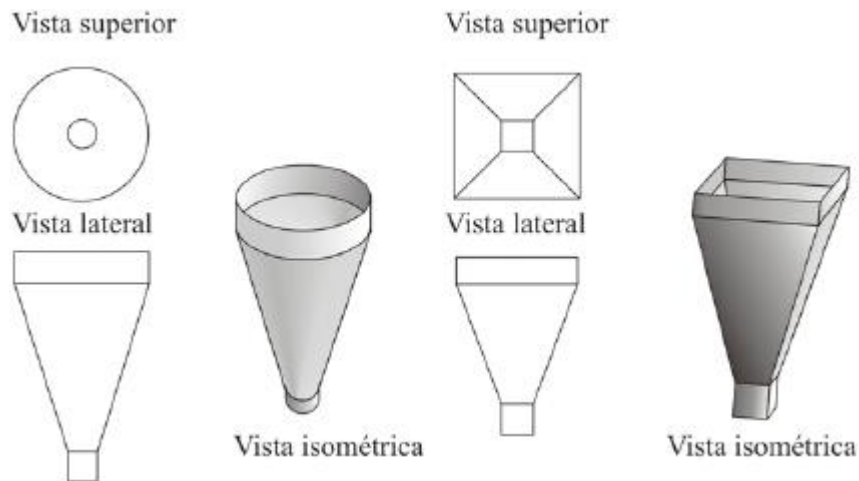


Figura 17 Tipos de tolvas.

### 2.7.6. DIE PLATE, MATRIZ O PLATO ROMPEDOR

Es la pieza situada al final del cilindro, que se encuentra sujetando la boquilla y por lo general manteniendo el die plate. Generalmente va atornillado al cilindro. El perfil interno del cabezal debe facilitar lo más posible el flujo del material hacia la boquilla. La Figura 18 muestra un sistema cabezal-boquilla de forma anular. En la figura el material fluye del cilindro a la boquilla a través del torpedillo, situado en el cabezal. La sección transversal de los soportes del torpedillo se diseña para proporcionar el flujo de material a velocidad constante. La función de la boquilla es la de moldear el plástico. Las boquillas se pueden clasificar por la forma del producto.



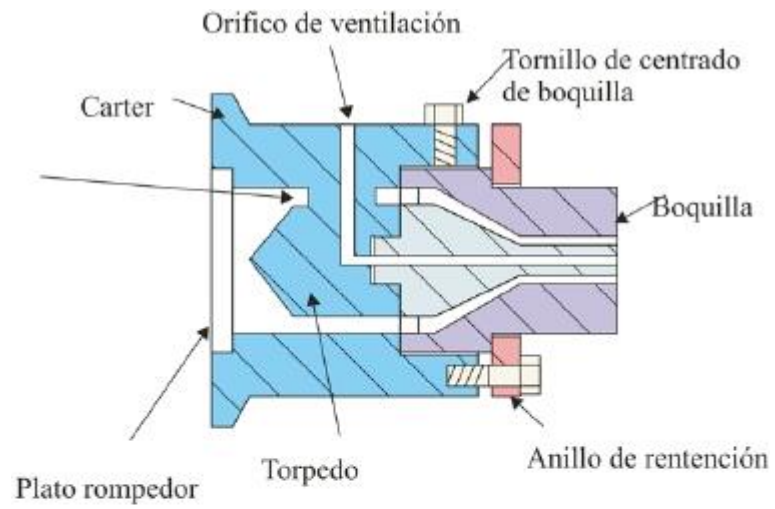
Figura 18 Vista del Die plate o matriz.

### 2.7.7. CABEZAL Y BOQUILLA

El cabezal es la pieza situada al final del cilindro, que se encuentra sujetando la boquilla y por lo general manteniendo el plato rompedor. Generalmente va atornillado al cilindro. El perfil interno del cabezal debe facilitar lo más posible el flujo del material hacia la boquilla. La Figura 19 muestra un sistema cabezal-boquilla de forma anular. En la figura el material fluye del cilindro a la boquilla a través del torpedo, situado en el cabezal. La sección transversal de los soportes del torpedo se diseña para proporcionar el flujo de material a velocidad constante.

La función de la boquilla es la de moldear el plástico. Las boquillas se pueden clasificar por la forma del producto, teniendo así boquillas anulares como la mostrada en la Figura 19 (por ejemplo, para la fabricación de tuberías o recubrimientos de materiales cilíndricos), boquillas planas como la de la figura CCC (con las que se obtienen planchas y láminas), boquillas circulares (con las que se obtienen fibras y productos de forma cilíndrica), etc.





Sección de la zona de sujeción del torpedo



Figura 19 Boquilla anular y cabezal.

# **CAPÍTULO III**

## **DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPO**

El presente documento fue elaborado en el Departamento de Producción de la planta de Terminado, dicho departamento tiene como principal objetivo el extruir o transformar los aditivos junto con el polvo de polietileno previamente obtenido por medio de reacciones químicas en la planta de polimerización en producto terminado en forma de pellets o gránulos, sin embargo, antes de obtenerse el producto terminado es necesario contar con procedimientos e instrucciones trabajo que ayuden a poner en operación al extrusor EX-6006 así como a los sistemas auxiliares necesarios para esto. El departamento se encarga de desarrollar información básica preliminar para llevar a cabo las operaciones para la puesta en marcha del Extrusor

Para ello el departamento se vale de la elaboración de procedimientos e instrucciones de trabajo.

Sin embargo debido al poco conocimiento de por parte del personal de operación o falta de información proporcionada por el vendedor del equipo en muchos de los casos, se vio la necesidad de desarrollar estos procedimientos e instrucciones de trabajo, con la finalidad de servir de apoyo en el arranque del equipo, ya que con los procedimientos e instrucciones de trabajo, se puede definir los movimientos necesarios para el arranque del equipo, además contribuirán a la elaboración de hojas de datos, registros y checklist de arranque.

### **3.2. ESTRUCTURA DE UN PROCEDIMIENTO E INSTRUCCIÓN DE TRABAJO**

Los procedimientos e instrucciones de trabajo brindan instrucciones e indicaciones para arranques, operación diaria de equipos y sistemas dentro de un proceso. Estos documentos son esenciales para asegurar arranques y condiciones de operación de forma segura y consistente. Los procedimientos e instrucciones de trabajo suelen contener

información, autorización o documentos necesarios, maquinas o cualquier otro dato que pueda ayudar al correcto desarrollo de las actividades dentro de la empresa. En estos documentos se encuentra registrada y transmitida la información básica referente de las unidades necesarias para llevar a cabo las tareas para un arranque seguro.

### **3.3. OBJETIVOS DE LOS PROCEDIMIENTOS E INSTRUCCIONES DE TRABAJO**

El objetivo Principal es:

1. Determinar las actividades que se deben realizar dentro de la planta para la consecución de los objetivos para los cuales fue creada y a su vez detectar cuales se requiere implementar, modificar o desechar.
2. Poder definir el perfil del personal que se requiere para el desarrollo de las actividades del puesto y facilitar la búsqueda de candidatos internos y/o externos para ocupar el puesto (reclutamiento y selección del personal).
3. Tener una guía para la inducción del personal de nuevo ingreso. Así como permitir que se puede evaluar la productividad y efectividad del empleado en el puesto y facilitar las auditorias operativas para detectar desviaciones en cuanto al desarrollo de las actividades de manera fácil.
4. Para la obtención de certificaciones ISOS que dan seguridad, además de renombre a las empresas que las tienen, a los clientes involucrados con la empresa.

### **3.4. PLANTA DE TERMINADO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN BRASKEM IDESA**

La planta de terminado comprende a las secciones de transporte de polvo, aditivos y alimentación de polvo, extrusión, sistema de agua de pellets y mezcla de pellets.

Las secciones están diseñadas para producir gránulos o pellets Polietileno de alta densidad.

### 3.4.1. SECCIÓN DE TRANSPORTE DE NEUMÁTICO DE POLVO

Una vez que el polvo ha sido desmasificado y filtrado, es alimentado al sistema de transporte neumático a través de las válvulas rotatorias y es enviado por medio paquetes de compresión hacia los silos ya sea de almacenamiento o para alimentación, n éste ultimo la alimentación pasa primero a través de un tornillo alimentador que tiene como objetivo homogenizar el polvo con los aditivos.

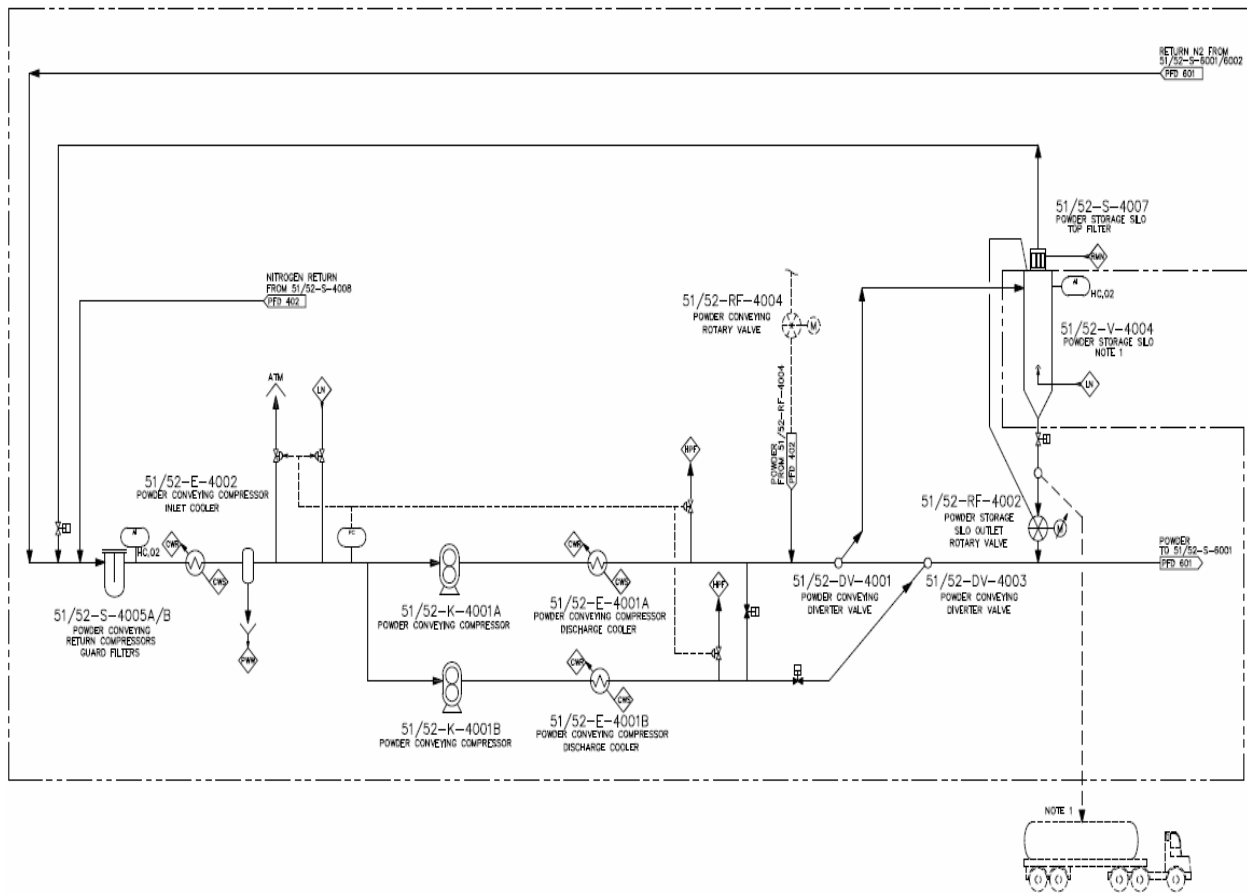


Figura 20 PFD del sistema de transporte Neumático de Polvo.

### 3.4.2. SECCIÓN DE ALIMENTACIÓN DE POLVO Y ADITIVOS

El extrusor es alimentado de polvo de polietileno y aditivos a través de un tornillo alimentador, los aditivos provienen de estaciones de descarga mientras que el polvo de polietileno lo hace de un silo.

El polímero requiere de aditivos para estar protegido contra la degradación producida por el oxígeno, además mediante los aditivos es posible cambiar la morfología del PE y dar al polvo propiedades mecánicas y físicas requeridas por los diferentes grados de polietileno. Con base en lo anterior, los diferentes aditivos darán como resultado distintas propiedades al producto final.

Las estaciones de descarga son alimentadas a través de FIBC's (Flexible Intermediate Bulk Containers, por sus siglas en inglés) también llamados súpersacos, de mezclas secas de aditivos que son colocados mediante un polipasto eléctrico en las mismas, también pueden ser alimentadas por bolsas de 25 kg.

Una vez colocado el aditivo o peróxido en la estación, será transferido a alimentadoras de aditivos, que a su vez se encarga de dosificar al tornillo de alimentación del extrusor. El polímero proveniente del silo es alimentado a través de la válvula rotatoria hacia el tornillo alimentador.

La función del tornillo alimentador es homogeneizar los aditivos provenientes de las estaciones alimentadoras de aditivos con el polvo de PE (Polietileno) y suministrar esta mezcla a la tolva del extrusor. En el extrusor se completa la mezcla de aditivos con polímero para ser fundida y pelletizada.

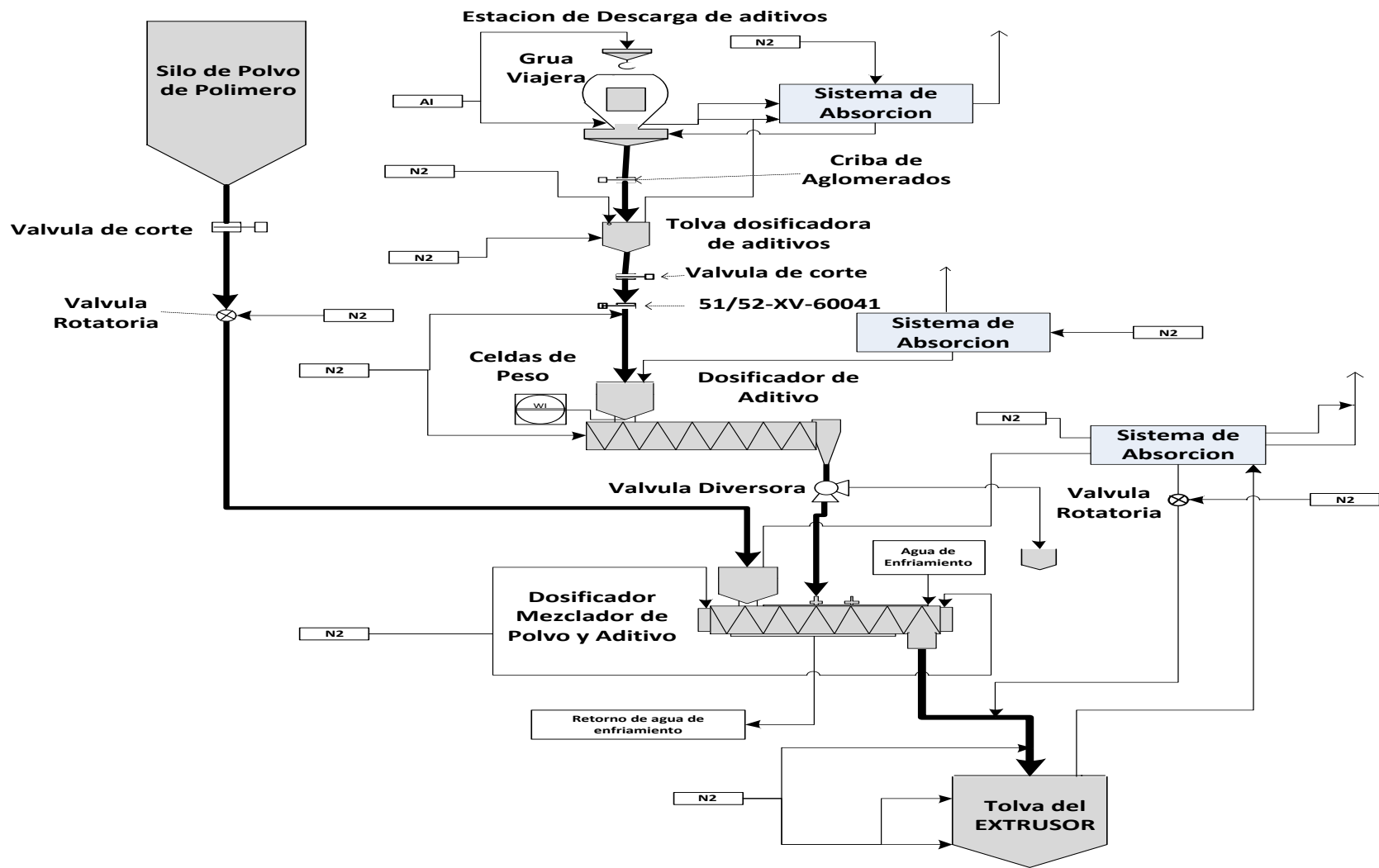
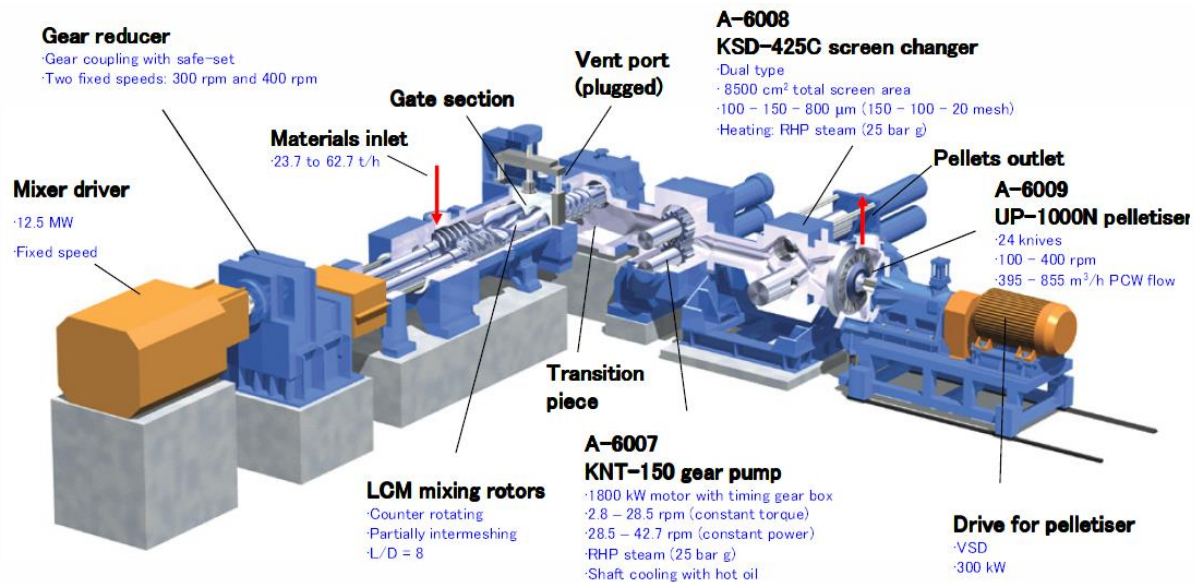


Figura 21 Representación del sistema de alimentación de Polvo y aditivos.

### 3.5. COMPONENTES DEL EXTRUSOR EX-6006



LCM = Long Continuous Mixer

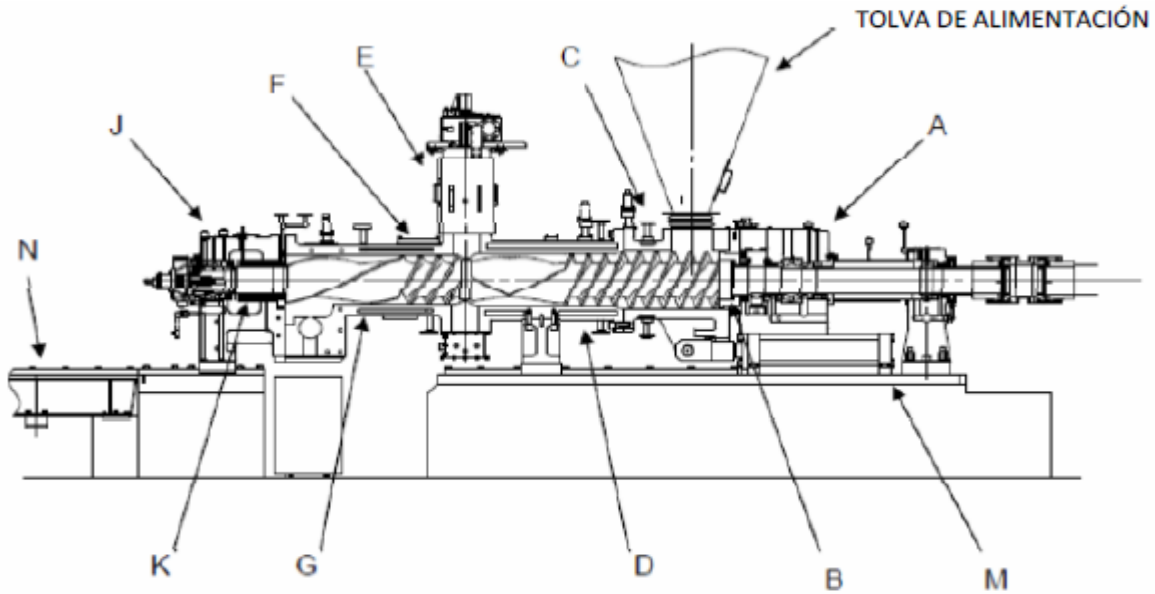
Figura 22 Extrusor EX-6006 Modelo LCM del Fabricante KOBE STEEL

#### 3.5.1. MEZCLADOR

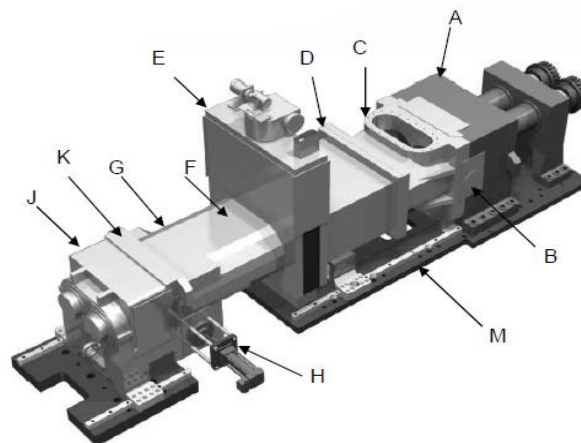
El mezclador LCM es un mezclador continuo de doble rotor de dos etapas, el cual tiene un sistema de compuerta para controlar el grado de mezcla en la primera zona de mezclado (Cámara No. 1) y un sistema de control de retroalimentación de presión de succión de bomba de engrane para controlar el grado de mezcla en la segunda zona de mezclado (Cámara No. 2). El grado de mezclado y temperatura de fusión en las cámaras 1 y 2 se pueden controlar y ajustar independientemente.

El mezclador se puede dividir en un número de secciones como se muestra en la Figura 23.





- A. Extremo de accionamiento
- B. Protección de polvo de extremo de accionamiento
- C. Sección de la Tolva
- D. Cámara No. 1
- E. Sección de compuerta
- F. Ventilación
- G. Cámara No. 2
- H. Descargador
- J. Extremo de agua
- K. Protección de polvo de extremo de agua
- L. Pieza de transición
- M. Placa base
- N. Placa de movimiento de cámara



**Figura 23 Componentes de la Mezcladora LCM**

### 3.5.2. SECCIÓN DE COMPUERTA (GATE)

La sección de compuerta (GATE) se instala para controlar el grado de mezcla en la primera sección de mezcla. Al abrir o cerrar la compuerta, es posible controlar la facilidad con la cual la resina pasa a través del mezclador (tiempo de residencia).

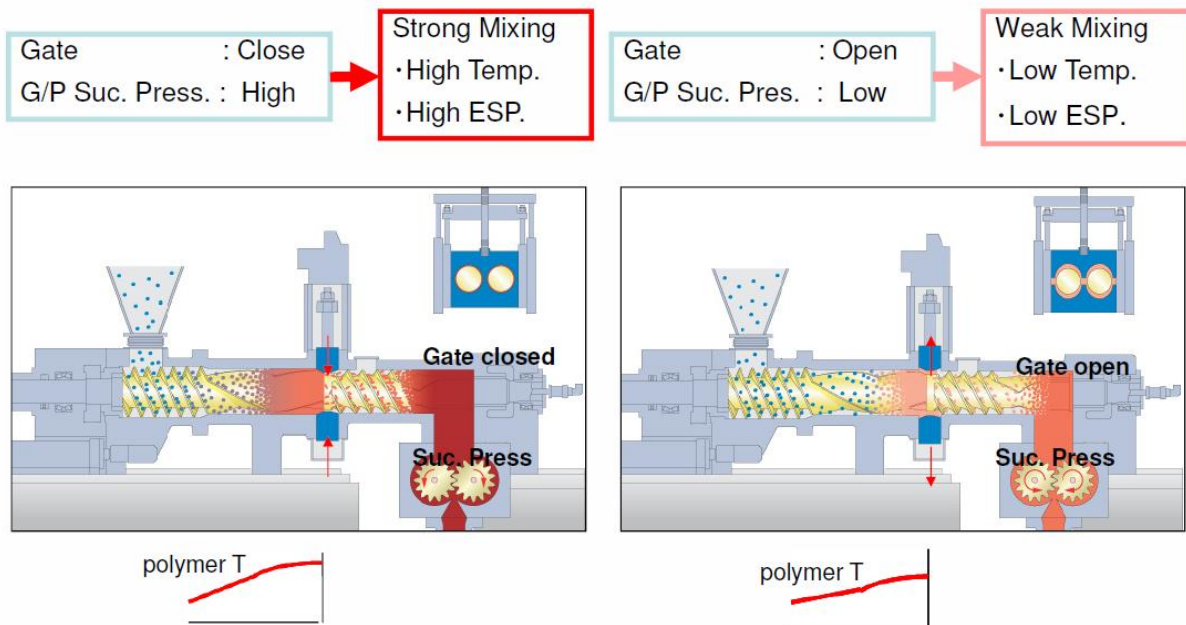


Figura 24 Funcionamiento de la sección de Compuerta (Gate).

### 3.5.3. PUERTO DE VENDEO O VENTILACIÓN

Ubicado justo después de la sección de compuerta, para la remoción de volátiles residuales de la masa fundida. El puerto de ventilación está diseñado para optimizar la remoción de volátiles, pero minimiza el ingreso de aire y la fuga de la resina fundida. El puerto de ventilación está provisto con una camisa de enfriamiento para prevenir la degradación del polímero que se puede adherir al puerto. Se instala una placa deflectora en la sección superior para prevenir que el polímero “salpique” fuera de la ventilación.

Los volátiles removidos a través del puerto de ventilación se pueden recolectar en el sistema de tratamiento de gas. El puerto de ventilación está equipado con una mirilla de tal forma que la condición de los volátiles de condición descargados se pueda observar. El gas de nitrógeno (N<sub>2</sub>) se proporciona al puerto de ventilación para prevenir el ingreso de oxígeno y el deterioro subsecuente del polímero.

#### **3.5.4. PIEZA DE TRANSICIÓN**

Tiene como función unir o acoplar los extremos del mezclador con una bomba de engranes, esta pieza de transición se calienta con vapor para darle condiciones necesarias al extrusor, la pieza de expansión absorbe la expansión térmica en punto). La Pieza de Transición de Mezclador-2 y la bomba de engrane se fijan firmemente.

#### **3.5.5. BOMBA DE ENGRANES**

La bomba de engrane se utiliza para la presurización de la masa fundida y proporciona un control cuantitativo de la presión del polímero en la succión de la bomba de engrane. Tiene una eficiencia de bombeo excelente y por lo tanto requiere un consumo de energía mínimo. Cada uno de los ejes de la bomba de engrane se acciona por medio de un engrane de tiempo, el cual también previene el contacto entre los dientes del engrane. Los rodamientos se lubrican por medio del polímero fundido.

#### **3.5.6. PAQUETE DE MALLAS**

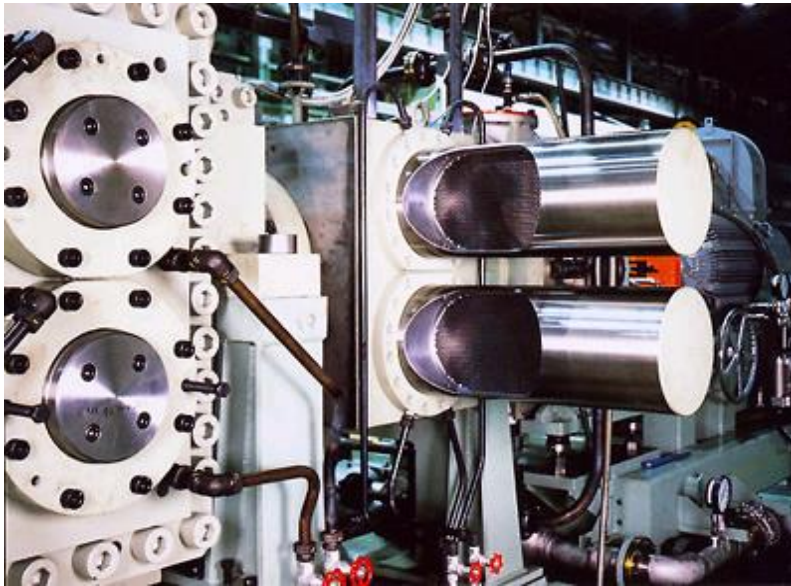
Una vez que el polímero es fundido en las zonas del extrusor este pasa por un paquete de mallas el cual evita el paso de contaminantes que puedan estar presentes en el mezclado y extruido del polímero, dichos contaminantes pueden ser restos de metales, aglomerados de los aditivos, etc.

Dentro de la operación normal existen variedad de productos, y debido a esto en cada producto se utilizará un tamaño (mesh) de paquete de mallas adecuado, el cual estará especificado dentro de la hoja de especificaciones de los distintos grados de polímero.

Para el correcto funcionamiento del paquete de mallas se tienen 3 sistemas auxiliares los cuales son:

- Sistema de vapor reducido de alta presión (RHS).
- Sistema de agua de barriles (BCW).
- Sistema de aceite hidráulico (HYDRAULIC OIL).

Una vez que estos sistemas están en operación y que el flujo de la mezcla de polímero y aditivo fundido este pasando a través del paquete de mallas, se deben revisar constantemente las indicaciones de presión, temperatura y la Delta de presión ( $\Delta P$ ), para la operación normal.



**Figura 25 Paquete de mallas del Extrusor.**

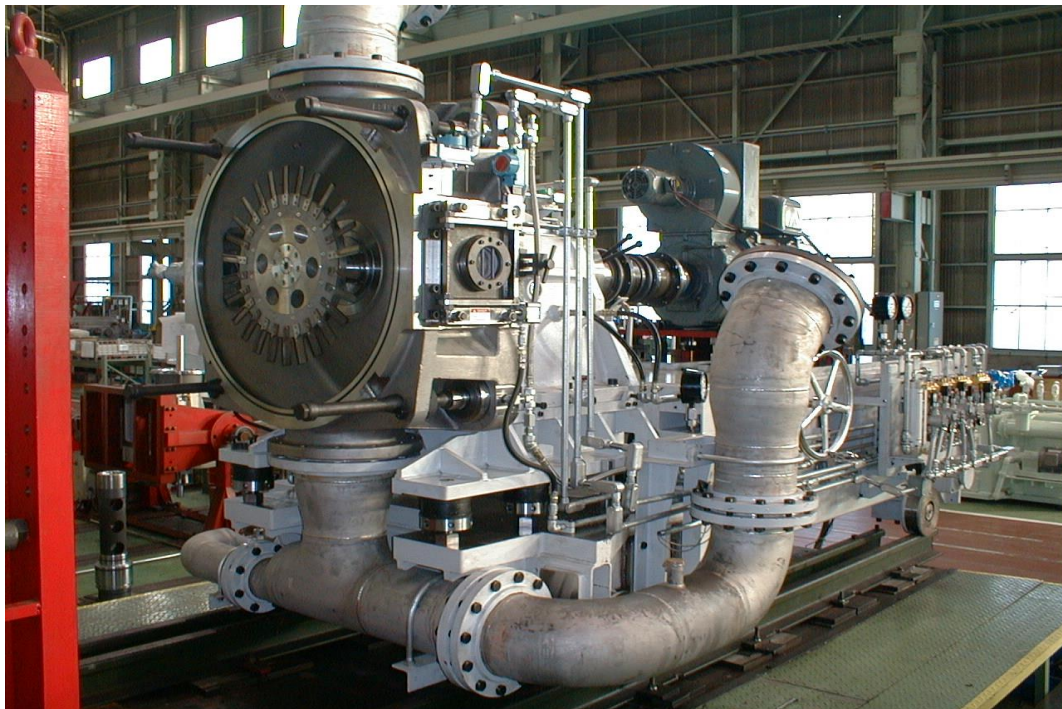
### **3.5.7. PELLETIZADOR**

El polímero fundido mezclado con los aditivos pasa por un paquete de mallas en donde es filtrado, posteriormente pasa través de una placa de metal con orificios, mejor conocida como die plate o matriz, después de salir del die plate, pasa hacia el pelletizador del extrusor, el cual está diseñado para cortar el polímero fundido en pellets mediante un set de navajas.

Para lograr que el polímero se solidifique se alimenta un flujo de agua tratada (que en este sistema se llamará agua de pellets-PEW) la cual enfría y transporta los pellets hacia el secador.

El pelletizador cuenta una caja de transmisión que permite variar la velocidad de cortado de las navajas, además para mejorar el rendimiento de cortado usa un sistema automático de presión hidráulica que mantiene en todo momento las navajas en contacto con el die plate.

Es fundamental que las navajas del pelletizador se encuentren sin daño, ya que de esto depende que el corte sea uniforme y que se mantenga un tamaño de pellet de acuerdo a la especificación deseada.



**Figura 26 Vista de un Pelletizador.**



*Figura 27 Navajas del Pelletizador.*

### **3.6. SISTEMAS AUXILIARES NECESARIOS PARA EL ARRANQUE DEL EXTRUSOR EX-6006**

#### **3.6.1. SISTEMA DE AGUA DE PELLETS**

Como fue mencionado anteriormente cuando el polímero proveniente del die plate es cortado por las navajas, un flujo de agua a alta velocidad entra por la parte inferior de la cámara de agua para enfriar y transportar los pellets hacia el secador.

El agua de pellet sirve para enfriar, solidificar y transportar el producto extruido y cortado que sale del pelletizador y transportarlo al paquete de secado.

Antes del arranque del extrusor, el agua de pellet se calienta con vapor LPS para lograr las condiciones de operación, separa y desnata los finos del polímero

En caso de que el flujo de agua sea muy bajo existe el riesgo de que la velocidad no sea suficiente para transportar los pellets y provoque una obstrucción en la línea de transporte hacia el secador.

Si el pH del agua de pellets se encuentra por debajo del rango de 6.5 a 7.5, es decir que sea ácido, podría provocar oxidación en las navajas e incluso los pellets podrían arrastrar herrumbre, lo que implicaría producto contaminado.

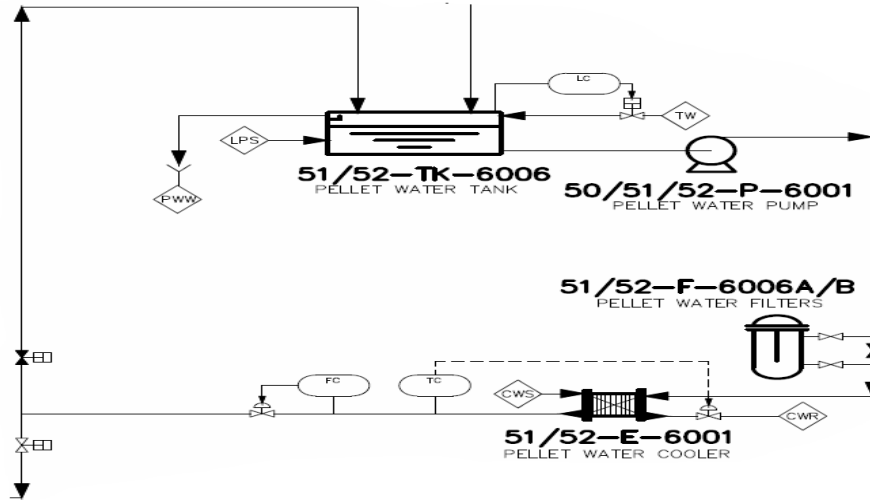


Figura 28 Sistema de Agua de Pellets.

### 3.6.2. SISTEMA DE AGUA DE BARRILES (BCW)

El agua a barriles se utiliza para enfriar varias secciones del paquete de extrusión 51/52-PK-6006, las cuales se mencionan a continuación:

- 1) Primer Cabezal de distribución.
- 2) Segundo Cabezal de distribución.
- 3) Intercambiador de la unidad de aceite caliente.
- 4) Trazado de enfriamiento a las bombas de la unidad de aceite caliente.

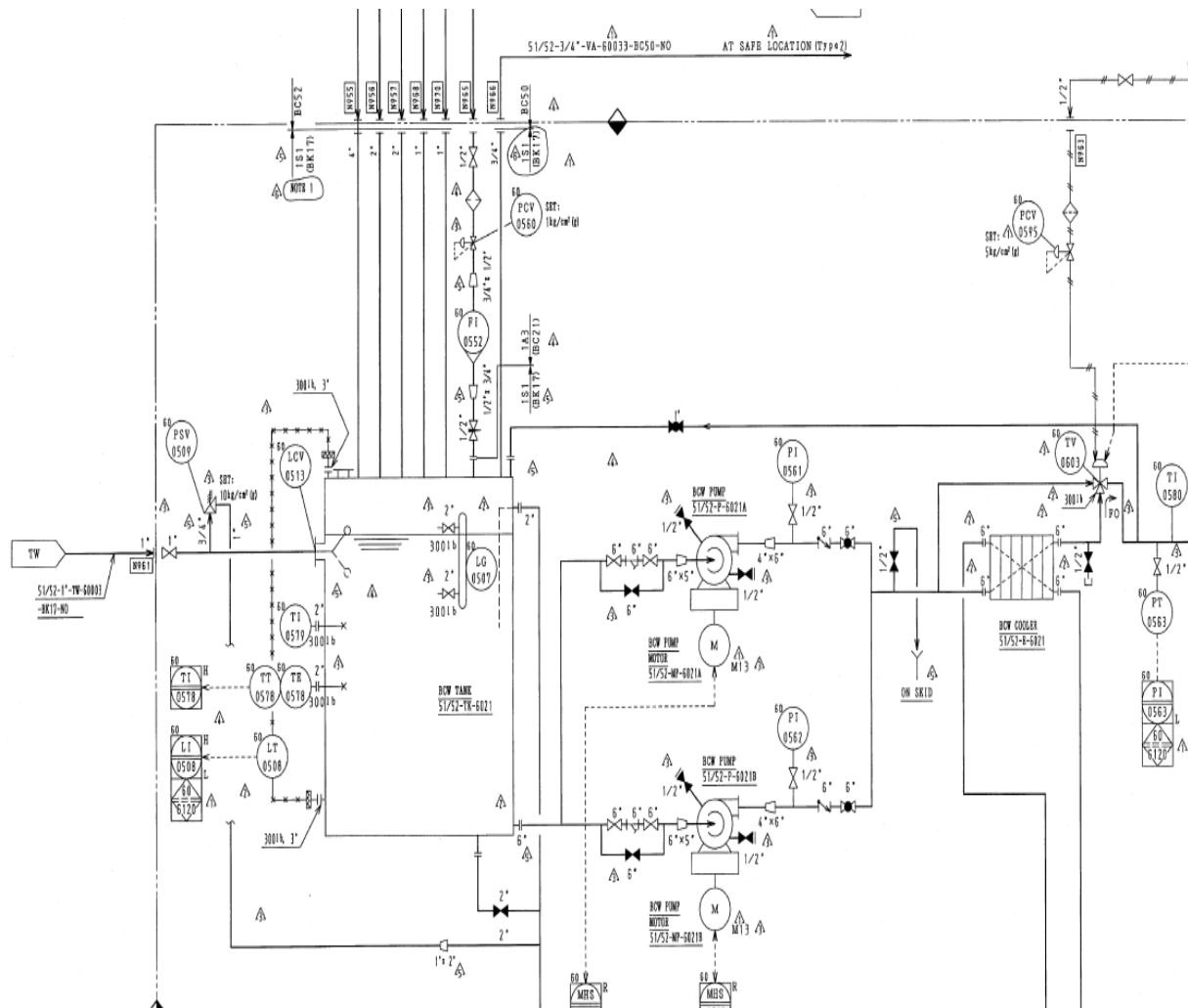


Figura 29 Sistema de Agua de Barriles.

### 3.6.3. VAPOR DE ALTA PRESION REDUCIDA

El sistema está diseñado para atemperar y disminuir la presión del vapor de alta presión (HPS) y poder suministrar vapor reducido de alta presión (RHS) a las siguientes partes del extrusor:

- Cámara 1 del extrusor
- Cámara 2 del extrusor
- Válvula DAV



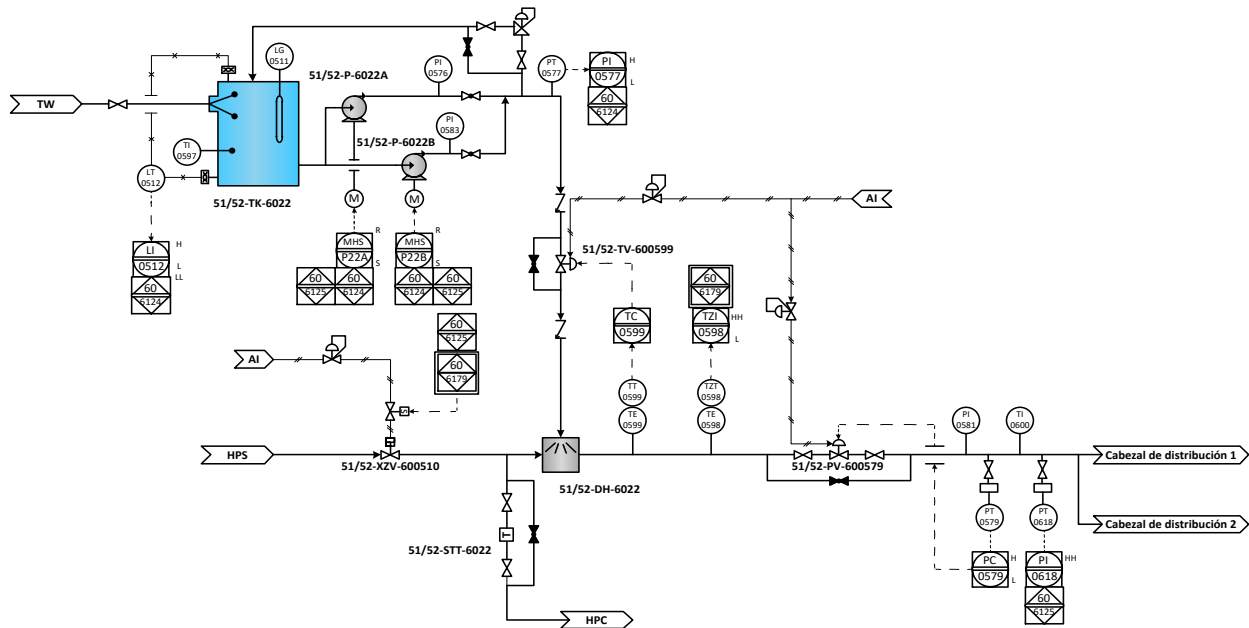
- Cuerpo de la bomba de engranes
- Paquete de mallas
- Die holder

El vapor de alta presión (HPS) se encuentra entre 380°C y 400°C de temperatura y 41.8 kg/cm<sup>2</sup> de presión, mientras que el vapor reducido de alta presión (RHS) se encuentra entre 224°C y 230°C de temperatura y 25 kg/cm<sup>2</sup> de presión.

En atemperadora la temperatura del HPS es reducida casi hasta su temperatura de saturación. Para evitar la condensación del vapor es necesario controlar su presión por debajo de la presión de condensación.

La condensación se genera cuando al bajar la temperatura del HPS alcanza su temperatura de saturación y al momento de bajar la presión reduzca aún más temperatura por efecto de bajar la presión y exista la posibilidad de generar condensación.

El sistema cuenta con una trampa de vapor que elimina los condensados del HPS antes de entrar la unidad atemperadora.



**Figura 30 Sistema Atemperador de Vapor.**

### 3.6.4. SISTEMA DE LUBRICACION DEL MOTOR PRINCIPAL DEL EXTRUSOR

El aceite utilizado para la lubricación es suministrado desde un tanque de almacenamiento por medio de bombas, las cuales envían el aceite pasando a través de un enfriador y un sistema de filtrado para después ser suministrado al motor principal del extrusor, este aceite después de haber lubricado es retornado nuevamente al tanque de suministro, este sistema es de circuito cerrado.

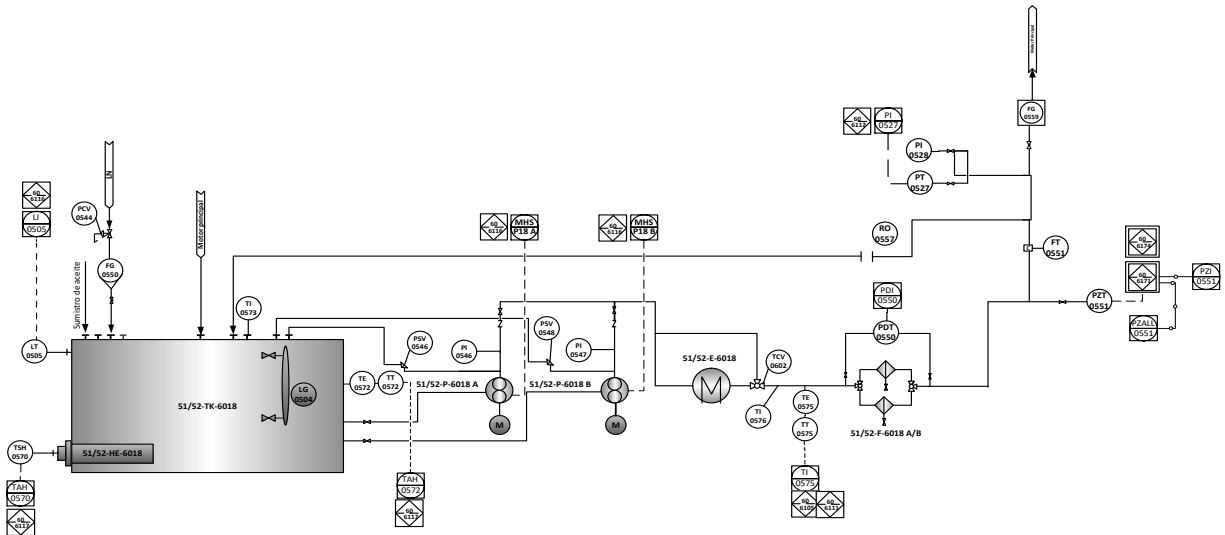


Figura 31 Sistema de Lubricación del Motor Principal.

### 3.6.5. SISTEMA DE LUBRICACION DE LAS CAJAS DE ENGRANES

El aceite utilizado para la lubricación en la caja de engranes es suministrado del tanque de almacenamiento por bombas, una vez que es bombeado pasa a través del enfriador y del filtro para después ser inyectado en las distintas zonas del extrusor, tales como:

- Reductor de la caja de engranes principal (Main Gear Reducer)
- Reductor de la caja de engranes de la bomba de engranes (Gear Pump G Reducer)
- Drive end queda pendiente revisar que nombre se le va a poner
- Water end

Y después retornado por las bombas de recirculación para su almacenamiento y filtración.

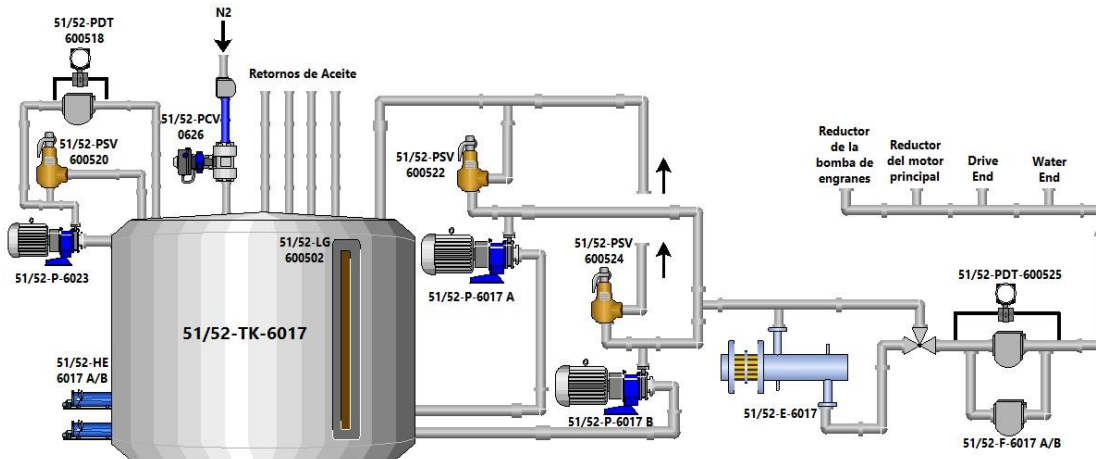


Figura 32 Representación del sistema de Lubricación a las cajas de engranes del extrusor.

### 3.6.6. SISTEMA DE ACEITE DE CALENTAMIENTO

La unidad de aceite de calentamiento está diseñada para suministrar aceite caliente al die plate y a la bomba de engranes del extrusor.

La unidad de aceite de calentamiento está integrada de la siguiente forma:

Para el sistema del die plate:

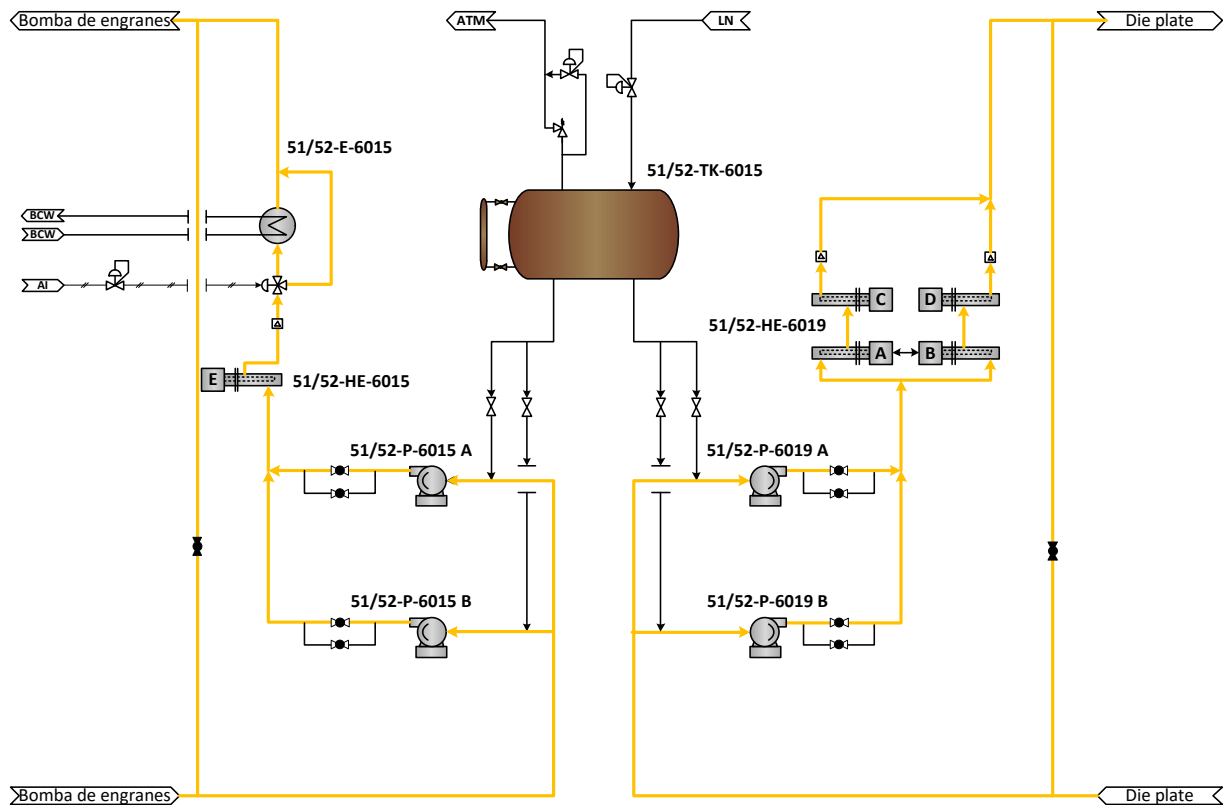
- Bombas.
- Calentadores eléctricos.

Para la bomba de Engranes:

- Bombas
- Calentador eléctrico
- Enfriador de aceite de calentamiento.

El aceite recircula a través de un circuito cerrado que alimenta al die plate y a la bomba de engranes y retorna a la succión de las bombas para pasar nuevamente a través del sistema de calentamiento.

La temperatura del aceite que es suministrado a la flecha de la bomba de engranes que oscila entre 100 y 200°C y está controlada mediante una válvula de tres vías que dirige el aceite a través de un enfriador cuyo medio de enfriamiento es agua de barriles (BCW) o lo circula por el bypass dependiendo de la temperatura del aceite.



**Figura 33 Sistema de Aceite caliente**

### 3.6.7. SISTEMA DE ACEITE HIDRAULICO

Este sistema tiene como objetivo proveer aceite hidráulico a los siguientes puntos con el objetivo darles movimiento.

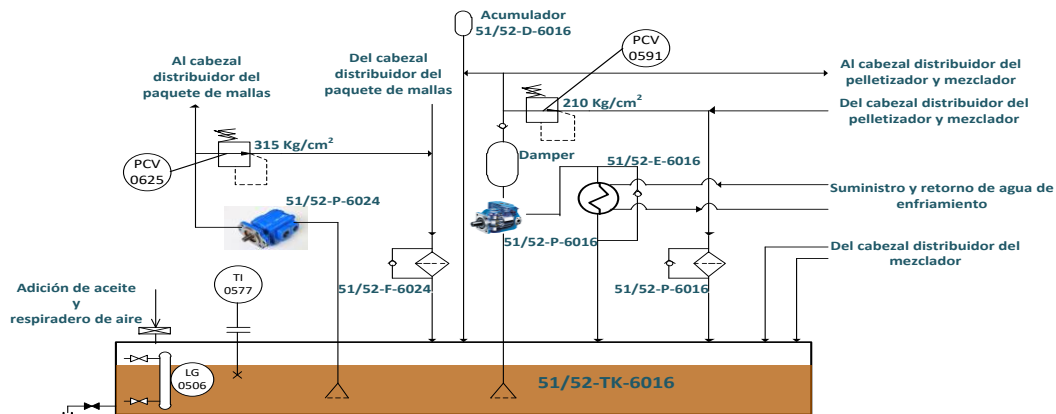
Sistema del pelletizador

- Pistón del carro del pelletizador, el cual mueve el pelletizador para acoplarlo o desacoplarlo con el die plate, suministra una presión de 160 kg/cm<sup>2</sup>.

- Pistón del seguro que fija el acoplamiento del pelletizador con el dado extrusor durante el corte del polímero, suministra una presión de 140 kg/cm<sup>2</sup>.
- Pistón que asegura el eje de corte del pelletizador, suministra una presión de 140 kg/cm<sup>2</sup>. Este tiene un interlock operacional:

### Mezclador 51/52-EX-6006

- Pistón que mantiene fijo el DRIVE END con la cámara número uno del mezclador.
- Motor hidráulico de dos sentidos para la abertura y cierre de la válvula de compuerta (Gate).
- Pistón de la válvula diverter que alinea hacia la succión de la bomba de engranes o drena polímero a la descarga de extrusor EX-6006.
- Pistón de acción rápida para limpiar o cortar el polímero drenado a la salida del extrusor EX-6006.



**Figura 34 Sistema de Aceite hidráulico.**

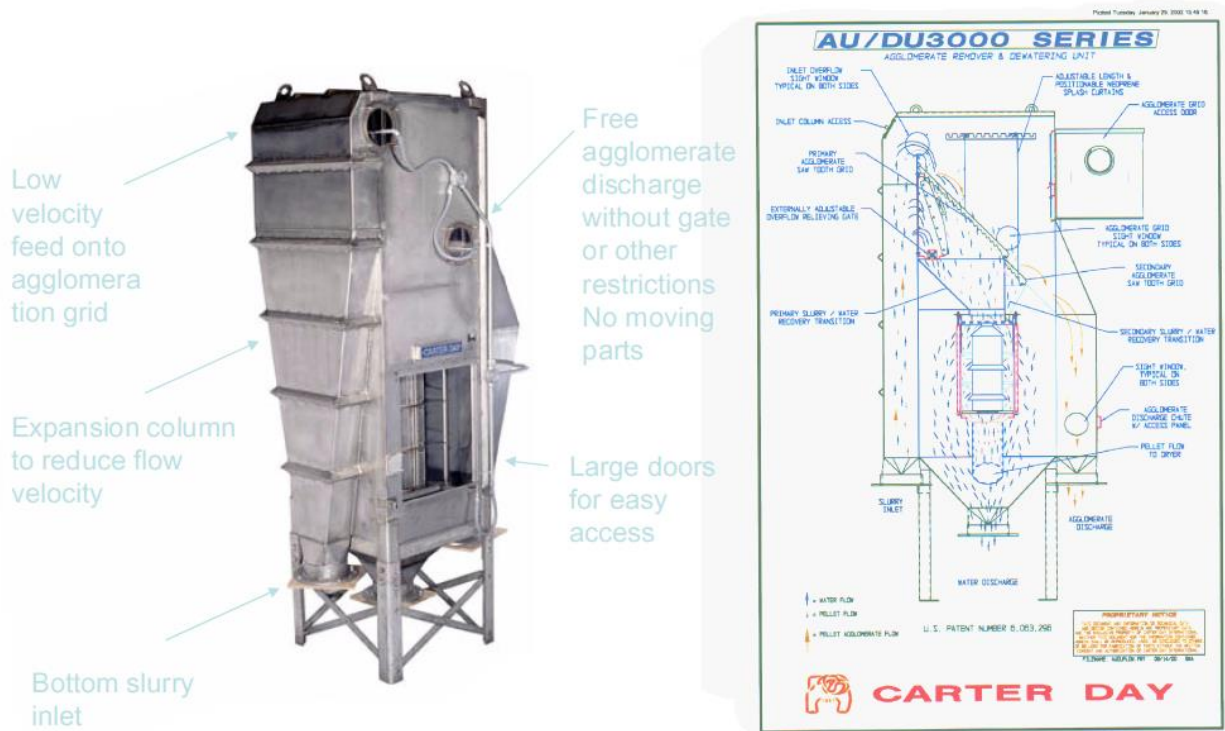
### 3.6.8. SISTEMA DE SECADO DE PELLETS

En este sistema tiene cuatro objetivos principales que son:

1. Remover aglomerados.
2. Pre secado en una etapa donde es removida entre el 90-95% de agua por medio de la gravedad.

3. Secado por impacto en donde el material o pellets siguen una trayectoria en espiral ascendente: el agua es removida cuando los pellets por medio de las aletas levantadoras del rotor del secador impulsan los pellets hacia arriba mientras el agua es removida a través de una malla cilíndrica estacionaria.
4. Secado por aire: una contracorriente de aire generado por un extractor.

Una vez que los pellets has salido del secador centrífugo, estos son enviados a través de la tamizadora de pellets y de ahí hacia un contenedor de pellets en donde después son transportados de forma neumática a la unidad homogeneizadora de pellets.



**Figura 35 Secadora centrífuga de Pellets.**

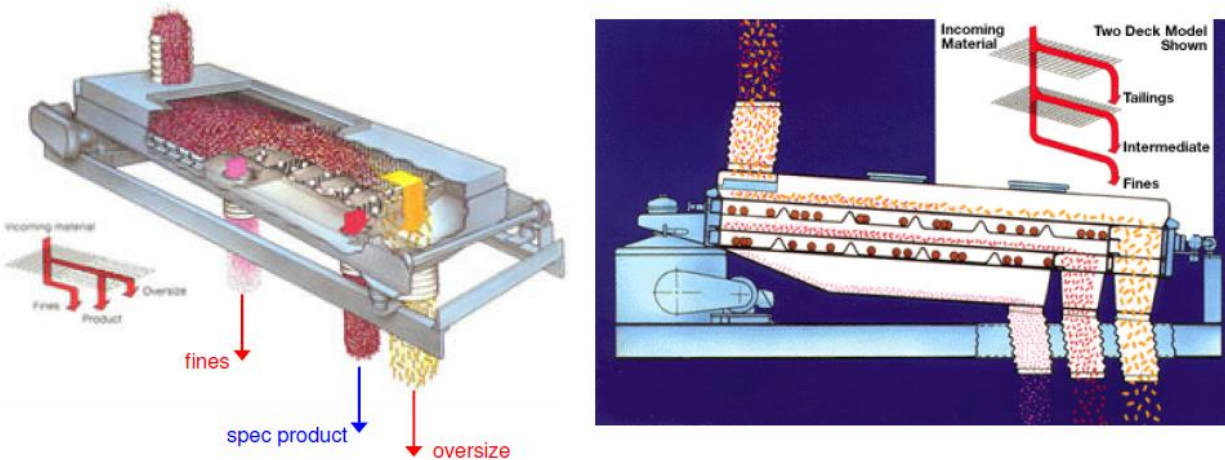


Figura 36 Tamizadora de Pellets.

### 3.6.9. SISTEMA DE TRASPORTE DE PELLETS

Después del contenedor de pellets, los pellets son transportados neumáticamente por medio de una válvula rotatoria a uno de los tres silos homogeneizadores de pellets a través de un sistema de transporte por aire. El aire es suministrado por compresores. Del contenedor de pellets los pellets son alimentados hacia la línea de transporte de pellets a través de una válvula rotatoria. La ruta normal es hacia los silos homogeneizadores de pellets pero también pueden ser redirigidos hacia un silo de pellets para reproceso por si estos se encuentran fuera de especificación.

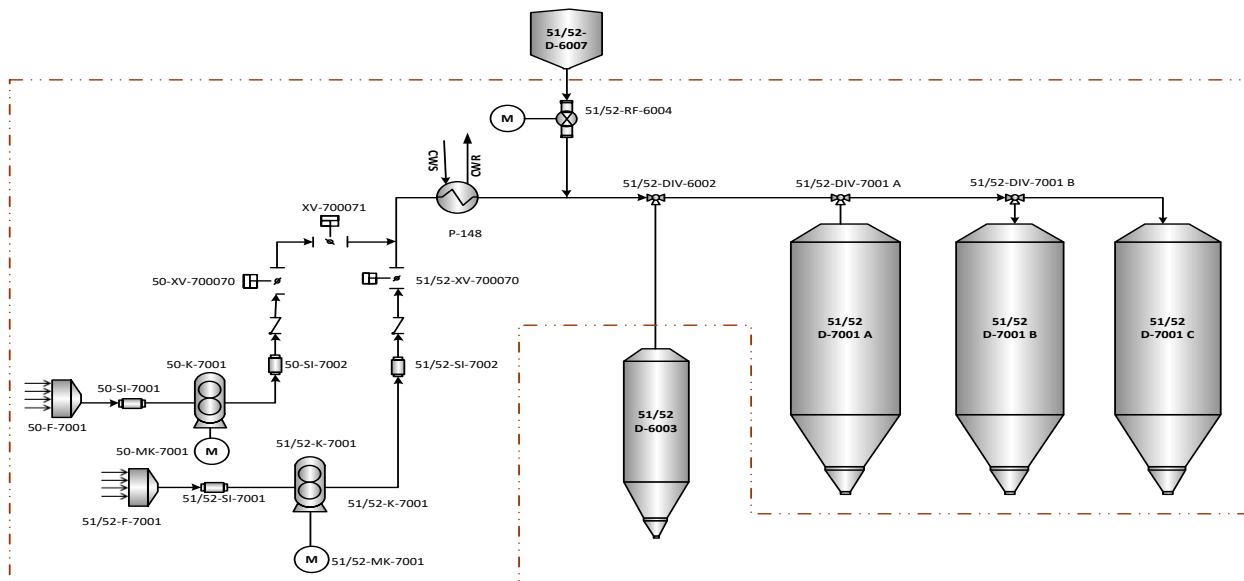


Figura 37 Sistema de Transporte de Pellets

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**



## **4.1. INSTRUCCIONES DE TRABAJO REALIZADAS**

### **4.1.1. IT PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN AL MOTOR**

#### **PRINCIPAL**

##### **OBJETIVO**

Poner en operación el sistema de aceite de lubricación del motor principal de forma correcta y segura evitando derrames, para proteger la integridad de las personas, instalaciones y el medio ambiente.

##### **RESPONSABILIDADES**

El Técnico especializado en Operación, el Operador responsable de Campo y el Operador responsable del SCD, son las personas requeridas y autorizadas para realizar las actividades de esta instrucción de trabajo.

##### **SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El cumplimiento de las reglas generales de Seguridad, Higiene y Ecología establecidas para el personal de Braskem Idesa, compañías y visitantes deberán ser aplicadas en todo momento.

**Tabla 6 Propiedades y Riesgos del Aceite de Lubricación al Motor principal.**

NOMBRE	PROPIEDADES	ROMBO NFPA
Aceite ISO VG 46	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apariencia color amarillo claro</li> <li>• Viscosidad 41.4 cps a 40°C.</li> <li>• Punto de inflamabilidad &gt; 200 °C.</li> </ul>	

Riesgo	Causas	Daños	Controles
Contacto con aceite	Fuga o derrame de aceite de lubricación.	Caídas y fracturas. Irritaciones en la piel.	Pruebas de hermeticidad, usar el EPP adecuado, limpieza de aceite de lubricación derramado mediante el uso de absorbente.

### Equipo de protección personal.

- EPP básico

### Equipos involucrados

- 51/52-TK-6018 Tanque de almacenamiento de aceite de lubricación
- 51/52-HE-6018 Calentador eléctrico del tanque de aceite de lubricación
- 51/52-P-6018 A/B Bombas de aceite de lubricación al 51/52-MEX-6006
- 51/52-E-6018 Enfriador de aceite de lubricación
- 51/52-F-6018 A/B Filtros de aceite de lubricación
- 51/52-MEX-6006 Motor principal del extrusor

# DESARROLLO DE LA INSTRUCCIÓN DE TRABAJO.

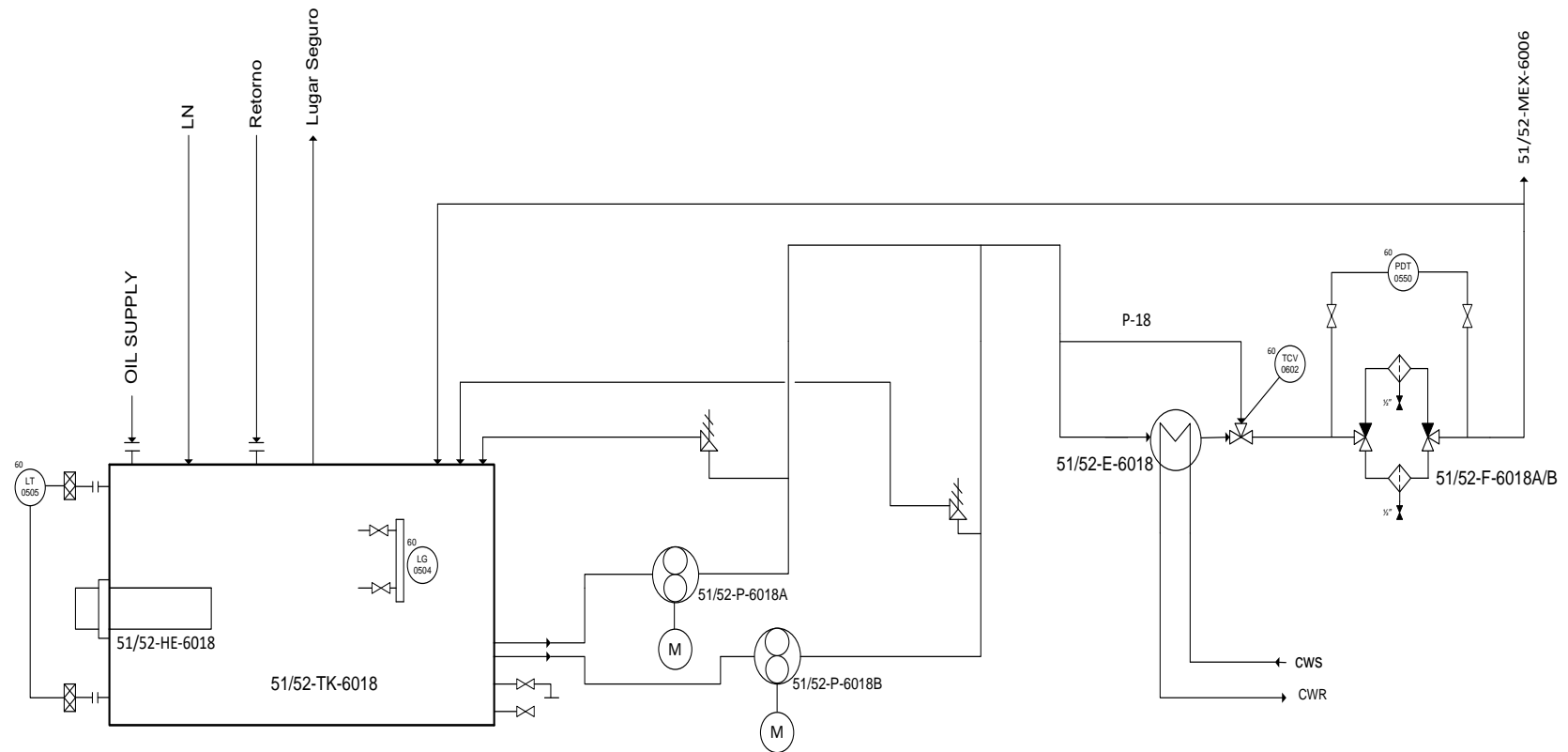


Figura 38 Esquema Representativo del 51/52-PK-6018

## Condiciones iniciales del 51/52-PK-6018

- [ ] ALINEAR Instrumentación.
- [ ] ASEGURAR Interlocks alineados y sin fallas
- [ ] VERIFICAR que el 51/52-TK-6018 tenga nivel al 80%.
- [ ] ENERGIZAR las 51/52-P-6018 A/B
- [ ] ALINEAR las 51/52-P-6018 A/B.
- [ ] ALINEAR el 51/52-E-6018 lado CWS/CWR y lado proceso.
- [ ] ALINEAR el 51/52-F-6018 A o B Y
- [ ] ASEGURAR que el 51/52-F-6018 A o B que quede de espera se encuentre limpio y en condiciones de operación.
- [ ] ALINEAR líneas de lubricación hacia el 51/52-MEX-6006.

## Arranque

**NOTA:** Para el arranque del calentador, se deberán coordinar perfectamente el operador de SCD y el operador de campo.

- [ ] ENCENDER en campo el 51/52-HE-6018 por medio del 51/52-MHS-60HE18. CUANDO se tengan 45 °C en el 51/51-TI-600572
- [ ] APAGAR en campo el 51/52-HE-6018 por medio del 51/52-MHS-60HE18.
- [ ] ARRANCAR la 51/52-P-6018 A ó B por medio del 51/52-MHS-60P18 A o B.
- [ ] VERIFICAR que se tenga una presión de 7 kg/cm<sup>2</sup> en el 51/52-PI-600545/600547.
- [ ] MONITOREAR la temperatura del aceite después de la 51/52-TCV-600602 en el 51/52-TI-600575 sea de 45 °C.

## Paro

### Paro Temporal

- [ ] PARAR la 51/52-P-6018 A ó B de suministro de aceite hacia el sistema por medio del 51/52-MHS-60P18 A ó B

## **Completo Vaciado del sistema**

NOTA: Si el sistema no va a ser utilizado por un largo tiempo, ya sea por paro de la producción o por mantenimiento, se deberán seguir las siguientes instrucciones.

[        ] PARAR la 51/52-P-6018 A ó B de suministro de aceite hacia el sistema por medio del 51/52-MHS-60P18 A ó B.

[        ] CERRAR el suministro de nitrógeno al tanque de lubricación 51/52-TK-6018.

[        ] DRENAR el aceite del sistema de lubricación del motor principal por medio de las válvulas de drenes ubicadas en los diferentes puntos del sistema y depositarlo en los recipientes adecuados y etiquetarlos para su posterior disposición.

### **Paro de Emergencia**

[        ] ACCIONAR cualquiera de los paros de emergencia, el 51/52-HS-600514 o el 51/52-HS-600517 en el panel local o el 51/52-HS-600518-A en ESD.

## **4.1.2. IT ACEITE DE LUBRICACIÓN DE LA CAJA DE ENGRANES**

### **OBJETIVO**

Poner en operación el sistema de aceite de lubricación a la caja de engranes de la 51/52-GP-6007, a la 51/52-GB-6006, Drive End y Water End del 51/52-EX-6006 para lubricar y proteger los equipos contra daños por desgaste o fricción.

### **RESPONSABILIDADES**

El Técnico especializado en Operación, el Operador responsable de Campo y el Operador responsable del SCD, son personas requeridas y autorizadas para realizar las actividades de esta instrucción de trabajo.

## SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE

El cumplimiento de las reglas generales de Seguridad, Higiene y Ecología establecidas para el personal de Braskem-IdeSA, compañías y visitantes deberán ser aplicadas en todo momento.

**Tabla 7 Propiedades y Riesgos del Aceite para el Caja de Engranés**

SUSTANCIA	CARACTERISTICAS	ROMBO NFPA
Aceite ISO VG 320	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insoluble en agua.</li> <li>• Viscosidad de 288.96 Cps a 15°C.</li> <li>• Punto de inflamabilidad mayor a 200°C.</li> </ul>	

Riesgo	Causas	Daños	Controles
Contacto con aceite	Fuga o derrame de aceite de lubricación.	Caídas y fracturas.	Pruebas de hermeticidad, usar el EPP adecuado.
		Irritaciones en la piel/quemaduras.	limpieza de aceite de lubricación derramado mediante el uso de absorbente.

### Equipo de protección personal.

- EPP de seguridad básica y guantes de neopreno.

### Equipos involucrados

- 51/52-TK-6017 Tanque de almacenamiento de aceite de lubricación.
- 51/52- HE-6017A/B Calentadores eléctricos del tanque de aceite de lubricación.
- 51/52-P-6017 A/B Bomba de aceite de lubricación de la caja de engranes.
- 51/52-F-6017 A/B Filtro de aceite de lubricación de la caja de engranes.
- 51/52-E-6017 Enfriador de aceite de lubricación de la caja de engranes.

- 51/52-P-6007 A/B Bomba de retorno de aceite de lubricación al 51/52-TK-6017.
- 51/52-P-6023 Bomba del sistema de filtración de aceite de lubricación.
- 51/52-F-6023 Filtro del sistema de aceite al 51/52-TK-6017.

## DESARROLLO DE LA INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

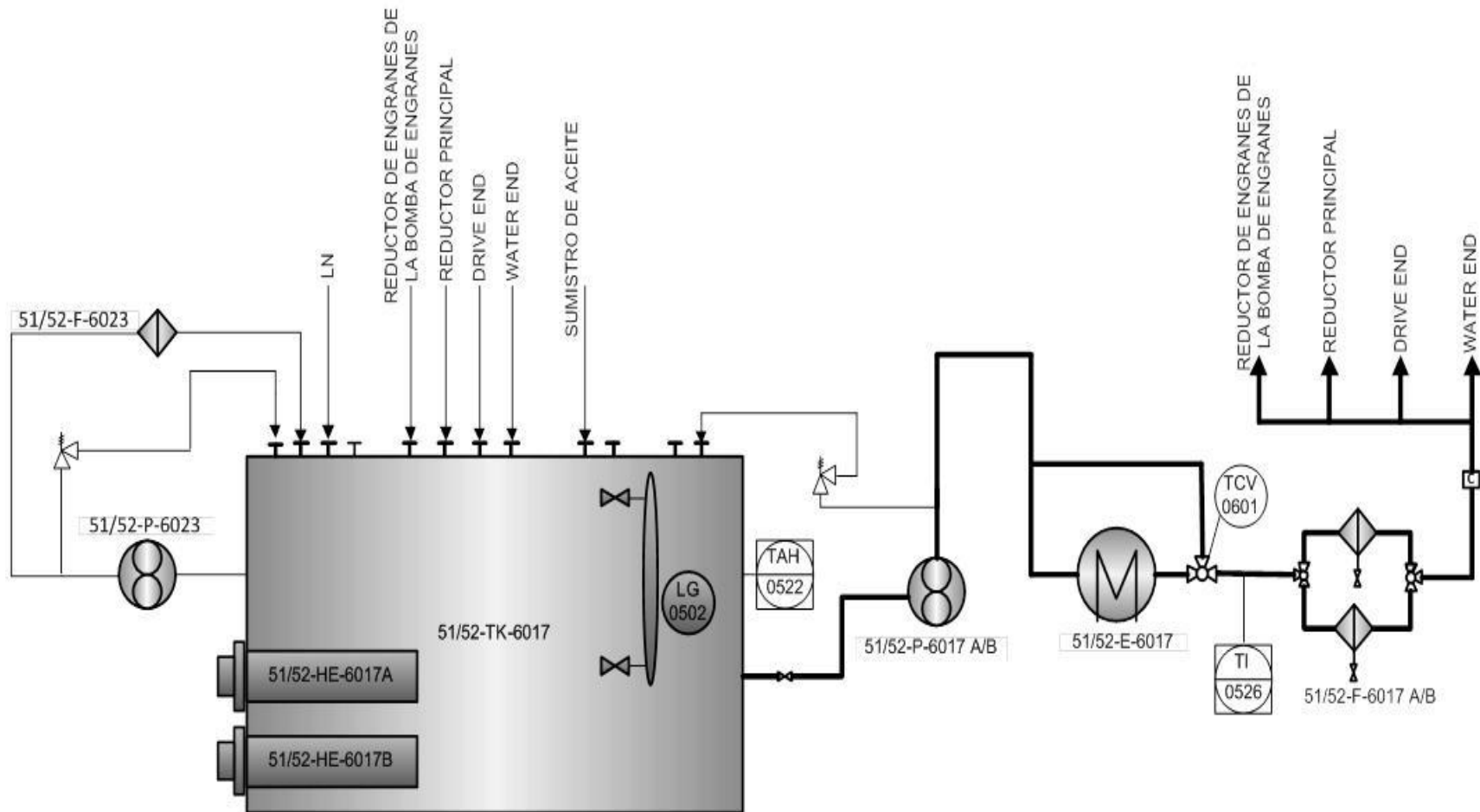


Figura 39 Esquema Representativo del sistema de Aceite de Lubricación de la caja de Engranes.



## Condiciones iniciales

- [ ] VERIFICAR que el 51/52-TK-6017 tenga nivel al 80%.
- [ ] VERIFICAR que las 51/52-P-6017 A/B, 51/52-P-6007 A/B, 51/52-P-6023 estén alineadas y energizadas.
- [ ] VERIFICAR que en el 51/52-E-6017 este alineado CWS/CWR y lado proceso.
- [ ] VERIFICAR que el 51/52-HE-6017 A/B este energizado y con un set de 45°C.
- [ ] VERIFICAR que el 51/52-F-6017 A o B esté alineado Y el de espera limpio y en condiciones de Operación.
- [ ] VERIFICAR que las líneas de lubricación hacia el 51/52-GB-6006, 51/52-GB-6007, Drive End y Water End estén completamente abiertas.
- [ ] VERIFICAR que la Instrumentación este alineada y los interlocks sin fallas.

## Arranque

- [ ] **ENCENDER** en el SCD los calentadores 51/52-HE-6017 A/B por medio del 51/52-MHS-60HE17 A/B hasta alcanzar 45°C dentro del tanque.
  - [ ] **APAGAR** en el SCD los calentadores 51/52-HE-6017 A/B por medio del 51/52-MHS-60HE17.
- Nota:** Para el arranque del calentador, se deberán coordinar perfectamente el operador responsable de SCD y el operador responsable de campo.
- [ ] **ARRANCAR** bomba de recirculación 51/52-P-6023 por medio del 51/52-MHS-60P23.
  - [ ] **ARRANCAR** la bomba de aceite 51/52-P-6017 A/B por medio del 51/52-MHS-60P17 A/B.
  - [ ] **ARRANCAR** la bomba de retorno de aceite 51/52-P-6007A/B por medio del 51/52-MHS-60P07A/B
  - [ ] **VERIFICAR** que la presión del sistema sea 8 Kg/cm<sup>2</sup> en el 51/52-PI-600527 ubicado en SCD o en el 51/52-PI-600528 ubicado en campo.
  - [ ] **MONITOREAR** que la temperatura del aceite sea de 45°C a la salida de la válvula 51/52-TCV-600601 a través del 51/52-TI-600526.

- [ ] **MONITOREAR** que se cuente con un flujo a través del 51/52-FT-600545 y los 51/52-FG-600546/47/48/49.

## **Paro**

### **Paro Temporal**

- [ ] **PARAR** la bomba 51/52-P-6017 A/B de suministro de aceite hacia el sistema por medio del 51/52-MHS-60P17 A/B.
- [ ] **ASEGURAR** que la bomba de retorno de aceite 51/52-P-6007A/B haya salido de operación.

### Completo Vaciado del sistema

Si el sistema no va a ser utilizado por largo lapso de tiempo, ya sea por paro de la producción o por mantenimiento, se deberán seguir las siguientes instrucciones.

- [ ] **PARAR** la bomba 51/52-P-6017 A/B de suministro de aceite hacia el sistema por medio del 51/52-MHS-60P17 A/B.
- [ ] **PARAR** la bomba 51/52-P-6023 por medio del 51/52-MHS-60P23.
- [ ] **ASEGURAR** que la bomba de retorno de aceite 51/52-P-6007A/B haya salido de operación.
- [ ] **APAGAR** el calentador eléctrico 51/52-HE-6017 A/B a través del 51/52-MHS-60HE17 A/B.
- [ ] **CERRAR** las válvulas de suministro de nitrógeno ubicadas aguas arriba y del 51/52- PCV-600626 y mantener el tanque inertizado.
- [ ] **PURGAR** el aceite a través de la válvula de 2" ubicada en el fondo del 51/52-TK-6017 hacia los recipientes adecuados y realizar su etiquetado para su posterior disposición.

### Paro de Emergencia

- [ ] **ACCIONAR** el **51/52-HS-600514** o el **51/52-HS-600517** en el panel local o el **51/52-HS-600518-A** en ESD, sólo en caso de una contingencia mayor.

### **4.1.3. IT DE LA UNIDAD DE ACEITE DE CALENTAMIENTO**

#### **OBJETIVO**

Poner en operación el Sistema de Aceite de Calentamiento), de manera correcta y segura para evitar comprometer la seguridad de las personas, salud y el medio ambiente e instalaciones.

#### **RESPONSABILIDADES**

El Técnico especializado en Operación, el Operador responsable de Campo y el Operador responsable del SCD, son las personas requeridas y autorizadas para realizar las actividades de esta instrucción de trabajo.

#### **SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El cumplimiento de las reglas generales de Seguridad, Higiene y Ecología establecidas para el personal de Braskem-Idesa, compañías y visitantes deberán ser aplicadas en todo momento.

En este sistema se manejan nitrógeno y altas temperaturas, por lo cual se deben tener los cuidados necesarios de seguridad.

**Tabla 8 Propiedades y Riesgos del Aceite Caliente.**

Sustancia	Características	Rombo NFPA
Aceite de calentamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Irritante.</li> <li>Puede arder, pero no explotar fácilmente después de ocurrida la ignición.</li> </ul>	

Riesgo	Causas	Daños	Controles
Contacto con aceite caliente.	Fuga o derrame de aceite caliente.	Caídas y fracturas. Irritaciones en la piel/quemaduras.	Pruebas de hermeticidad, usar el EPP adecuado, limpieza de aceite caliente derramado mediante el uso de absorbente.

### Equipo de protección personal.

- EPP básico

### Equipos involucrados

- 51/52-TK-6015 Tanque de aceite de calentamiento.
- 51/52-P-6015 A/B Bombas de aceite de calentamiento para la 51/52-GP-6007.
- 51/52-P-6019 A/B Bombas de aceite de calentamiento para el die plate.
- 51/52-HE-6015 Calentador eléctrico de aceite para la 51/52-GP-6007.
- 51/52-HE-6019A/B/C/D Calentadores eléctricos de aceite para el die plate.
- 51/52-E-6015 Enfriador de aceite de calentamiento para la 51/52-GP-6007.
- 51/52-GP-6007 Bomba de engranes.

## DESARROLLO DE LA INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

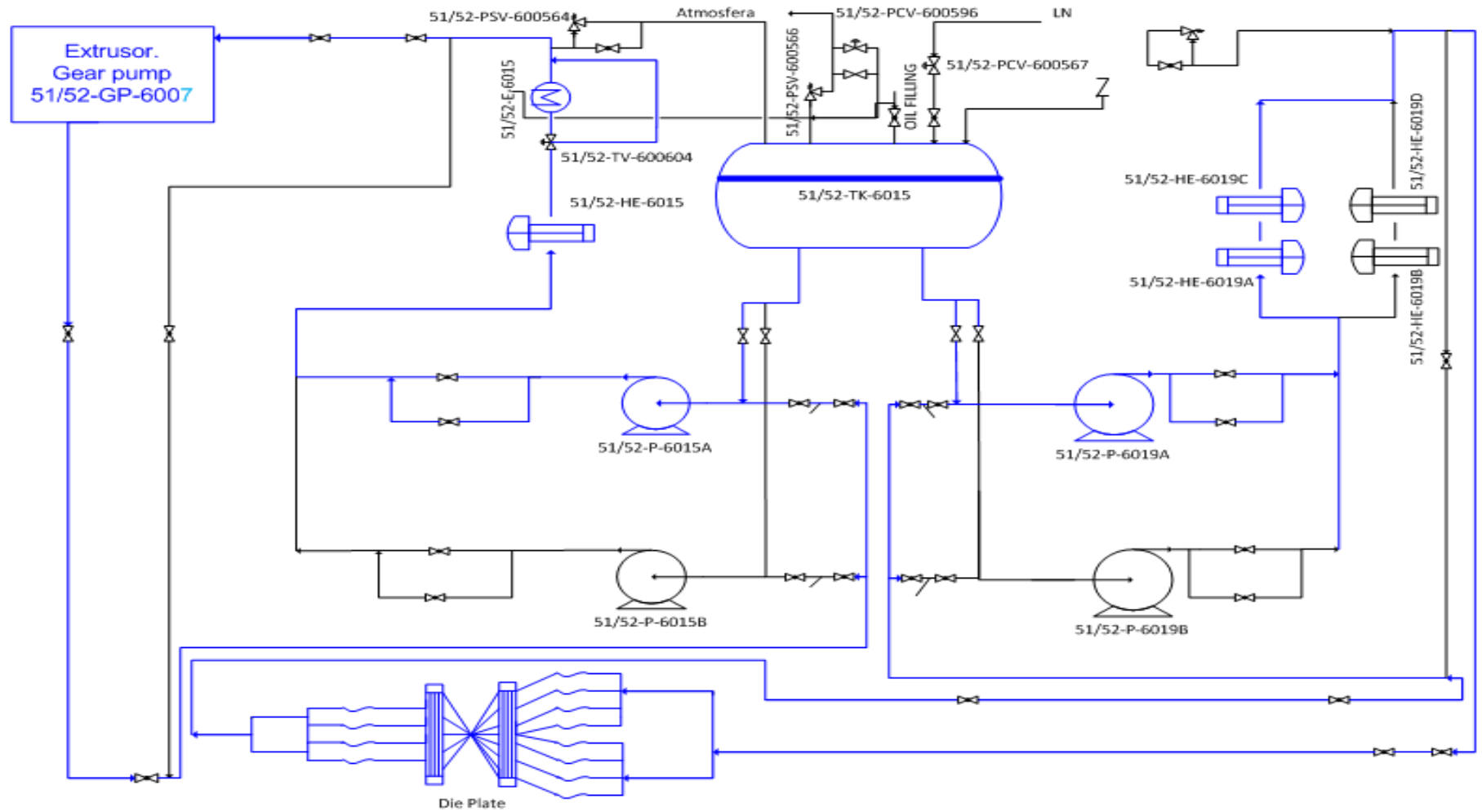


Figura 40 Esquema representativo del sistema de aceite de calentamiento.

## Condiciones iniciales del sistema de aceite de calentamiento

- [ ] **ASEGURAR** en el **51/52-LG-600510** que el nivel de aceite en el **51/52- TK-6015** se encuentre a 80%.
- [ ] **ALINEAR** el suministro de Nitrógeno de baja (LN) hacia el **51/52-TK-6015**.
- [ ] **ALINEAR** el **51/52-E-6015**.
- [ ] **ALINEAR** el suministro de **BCW** hacia las **51/52-P-6015 A/B**
- [ ] **ALINEAR** las **51/52-HV-600504/505** del fondo del **51/52- TK-6015**

**NOTA:** Las **51/52-P-6015 A y B** se alinearán de modo que una quede operando como titular y la otra quede cebada y lista para operar.

- [ ] **ALINEAR** la **51/52-P-6015 A y B**.
- [ ] **ABRIR** las válvulas de suministro del aceite de calentamiento hacia la flecha de la **51/52-GP-6007**.
- [ ] **ABRIR** las válvulas del retorno de aceite de calentamiento de la **51/52-GP-6007** hacia la succión de la **51/52-P-6015 A/B**.
- [ ] **ABRIR** el suministro de **BCW** hacia las **51/52-P-6019 A/B**.
- [ ] **ENERGIZAR** el **51/52-HE-6015**.
- [ ] **ALINEAR** las **51/52-HV-600506/507** del fondo del **51/52- TK-6015**

**NOTA:** Las **51/52-P-6019 A y B** se alinearán de modo que una quede operando como titular y la otra quede cebada y lista para operar.

- [ ] **ALINEAR** la **51/52-P-6019 A y B**
- [ ] **ABRIR** las válvulas de suministro de aceite de calentamiento hacia el **DIE PLATE**.
- [ ] **ABRIR** las válvulas de retorno de aceite de calentamiento del **DIE PLATE** hacia la succión de la **51/52-P-6019 A/B**.
- [ ] **ENERGIZAR** el **51/52-HE-6019 A/B/C/D**.

## Arranque

### Hacia la Flecha de la **51/52-GP-6007**

- [ ] **ARRANCAR** la **51/52-P-6015 A** en panel local mediante el **51/52-MHS-60P15A**.
- [ ] **ENCENDER** el **51/52-HE-6015** en panel local mediante el **51/52-MHS-60HE15**.

[ ] **REALIZAR** incrementos de temperatura en el **51/52-TC-600584** en intervalos de **10°C** hasta alcanzar **200 °C**.

**Hacia el Die Plate**

[ ] **ARRANCAR** la **51/52-P-6019 A** desde el panel local mediante el **51/52-MHS-60P19A**.

**NOTA:** Para hacer el rampeo de calentamiento, encender primero los **51/52-HE-6019 A y B**; y de acuerdo a la rampa de temperatura se encenderán los otros calentadores **51/52-HE-6019 C y D**.

**NOTA:** Los calentadores eléctricos **51/52-HE-6019 A y B** están enlazados por el **51/52-MHS-60HE19 A** para encender.

[ ] **ENCENDER** los **51/52-HE-6019 A/B** desde el panel local mediante el **51/52-MHS-60HE19 A**

[ ] **REALIZAR** incrementos de temperatura en el **51/52-TC-600594** en intervalos de **10°C** hasta alcanzar los **280 °C**.

**Paro**

**Paro Temporal**

Este paro aplica cuando ocurra algún problema en el extrusor.

**Hacia la Flecha de la 51/52-GP-6007**

[ ] **APAGAR** el calentador eléctrico **51/52-HE-6015** a través del **51/52-MHS-60HE15**.

[ ] **VERIFICAR** la disminución de la temperatura en los:

- **51/52-TI-600582/ 0583/ 0584** en la descarga del **51/52-E-6015**.
- **51/52-TI-600586** en el retorno de aceite de la bomba de engranes.
- **51/52-TI-600622** en la succión de las bombas **51/52-P-6015 A/B**.

[ ] **PARAR** las bombas **51/52-P-6015A/B** mediante **51/52-MHS-60P15A**.

[ ] **CERRAR** la válvula de descarga de la **51/52-P-6015A/B**

**Hacia el Die Plate**

[ ] **APAGAR** los calentadores eléctricos **51/52-HE-6019 A/C/D** a través del **51/52-MHS-60HE19 A/C/D**.

- [ ] **VERIFICAR** la disminución de temperatura en los:
  - **51/52-TI-600594/ 0595/0596** en la salida de los **51/52-HE-6019 A/B/C/D**.
  - **51/52-TI-600592** en el retorno de aceite del die plate.
  - **51/52-TI-600623** en la succión de las bombas **51/52-P-6019 A/B**.
- [ ] **PARAR** las bombas **51/52-P-6019A/B** mediante **51/52-MHS-60P19A**.
- [ ] **CERRAR** la válvula de descarga de la **51/52-P-6019A/B**

### **Paro de Emergencia**

Este paro aplica en caso de que sea necesario sacar de operación un equipo por una fuga que puede provocar un incendio por la alta temperatura del aceite.

#### **Hacia la Flecha de la 51/52-GP-6007**

- [ ] **APAGAR** el calentador eléctrico **51/52-HE-6015** a través del **51/52-MHS-60HE15**.
- [ ] **PARAR** las bombas **51/52-P-6015A/B** mediante el **51/52-MHS-60P15A/B**.

#### **Hacia el Die Plate.**

- [ ] **APAGAR** los calentadores eléctricos **51/52-HE-6019A/C/D** a través del **51/52-MHS-60HE19A/C/D**.
- [ ] **PARAR** las bombas **51/52-P-6019A/B** mediante el **51/52-MHS-60P19A/B**.



#### 4.1.4. IT DEL SISTEMA DE AGUA A BARRILES

##### OBJETIVO

Operar el Sistema de Agua de Barriles, de manera correcta y segura para evitar comprometer la seguridad de las personas, salud y el medio ambiente e instalaciones.

##### RESPONSABILIDADES

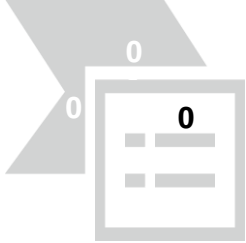
El Técnico especializado en Operación, el Operador responsable de Campo y el Operador responsable del SCD, son las personas requeridas y autorizadas para realizar las actividades de esta instrucción de trabajo

##### SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE

El cumplimiento de las reglas generales de Seguridad, Higiene y Ecología establecidas para el personal de Braskem Idesa, compañías y visitantes deberán ser aplicadas en todo momento.

En este sistema se manejan temperaturas por arriba de los 50 °C, por lo cual se deben tener los cuidados necesarios de seguridad.

**Tabla 9 Propiedades y Riesgos del agua de Barriles.**

Sustancia	Característica	Rombo NFPA
Agua de Barriles (Agua tratada)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inodora</li><li>• Incolora</li><li>• Dureza &lt; 1 ppm</li></ul>	

<b>Riesgo</b>	<b>Causas</b>	<b>Daños</b>	<b>Controles</b>
Exposición a altas temperaturas.	Líneas o equipos calientes	Lesiones por quemaduras en la piel al contacto con las líneas o equipos calientes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso correcto de EPP.</li> <li>• Capacitación del personal.</li> <li>• Aislamiento de superficies calientes</li> </ul>

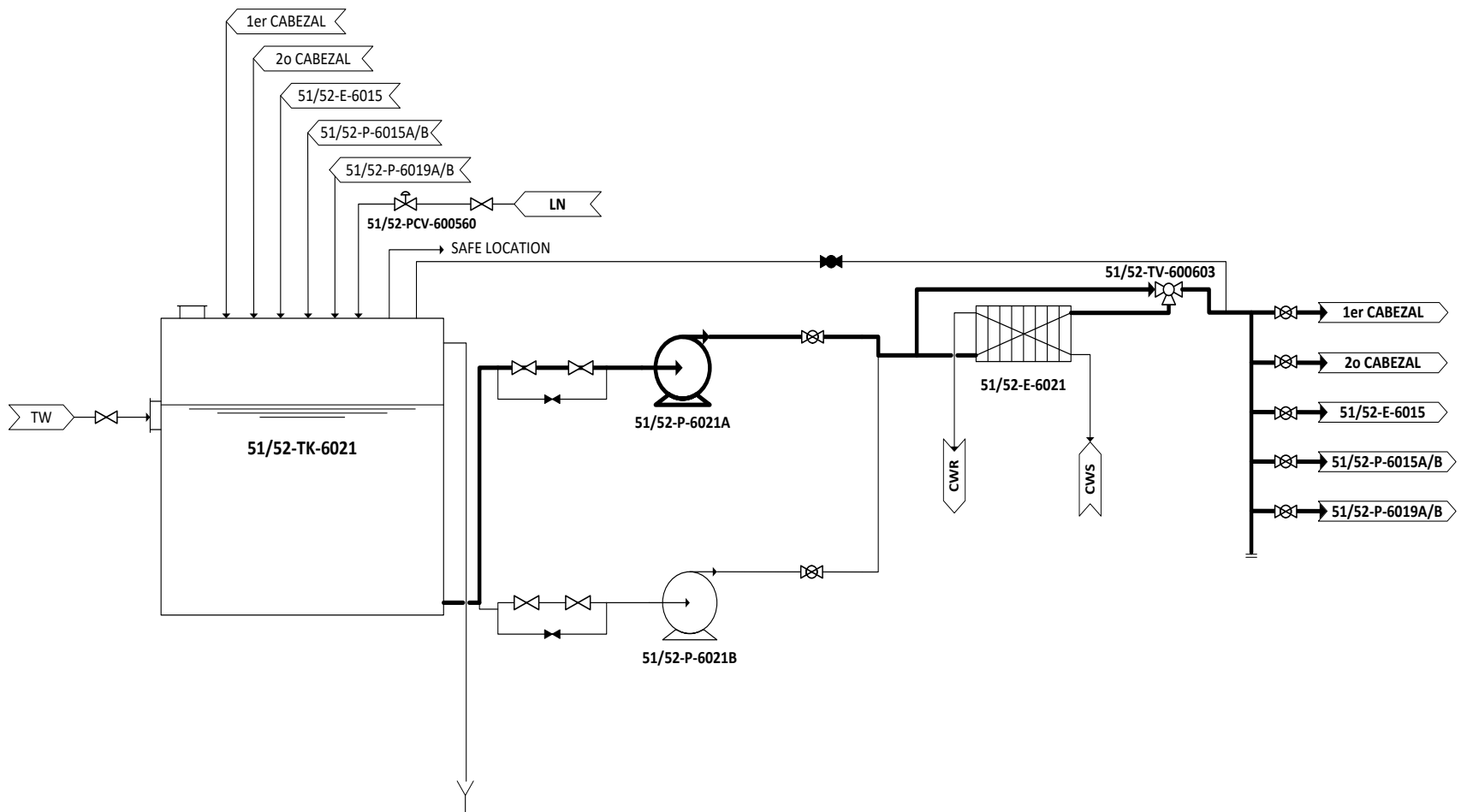
### **Equipo de protección personal**

- EPP básico.

### **Equipos involucrados**

- 51/52-TK-6021      Tanque de agua a barriles.
- 51/52-P-6021A/B    Bombas de agua a barriles.
- 51/52-E-6021      Intercambiador de placas de agua a barriles.

## DESARROLLO DE LA INSTRUCCIÓN DE TRABAJO



*Figura 41 Esquema representativo del sistema de agua a barriles.*

### Condiciones Iniciales

- [ ] **ASEGURAR** que el nivel en el **51/52-TK-6021** sea de 85% a través del **51/52-LG-600507**.
- [ ] **ALINEAR** suministro de LN<sup>l</sup> al **51/52-TK-6021**.
- [ ] **ENERGIZAR** las **51/52-P-6021 A/B**.
- [ ] **ALINEAR** las **51/52-P-6021 A/B**.
- [ ] **ALINEAR** el intercambiador **51/52-E-6021**.
- [ ] **ALINEAR** el flujo de BCW hacia el **51/52-TK-6021**.

### Arranque

- [ ] **ARRANCAR** la **51/52-P-6021 A ó B** mediante el **51/52-MHS-60P21 A ó B** respectivamente.
- [ ] **VERIFICAR** la presión de descarga sea de 5 kg/cm<sup>2</sup> mediante el **51/52-PI-600561/562**.
- [ ] **COLOCAR** el set de temperatura del **51/52-TIC-600581** en **45°C** en automático en el SCD.

### PRECAUCIÓN

Si se realiza una mala alineación de BCW al cabezal de RHS o viceversa ENTONCES se puede provocar daños a las líneas por choques térmicos.

- [ ] **ASEGURAR** que las válvulas manuales de suministro de BCW del 1<sup>er</sup> cabezal se encuentren cerradas hacia los siguientes puntos:

\_\_ Water End      \_\_ Cámara N.- 1      \_\_ Cámara N.- 2

**NOTA: ASEGURAR** que la presión de 5 Kg/cm<sup>2</sup> se mantenga al alinear hacia los cabezales 1 y 2 para mantener un flujo continuo.

- [ ] **ALINEAR** la válvula de alimentación al 1<sup>er</sup> cabezal lentamente.
- [ ] **ALINEAR** la válvula de alimentación al 2<sup>o</sup> cabezal lentamente.
- [ ] **ALINEAR** la válvula que alimenta al enfriador de aceite caliente **51/52-E-6015**.
- [ ] **ALINEAR** la válvula que alimenta la **51/52-P-6015 A/B**.
- [ ] **ALINEAR** la válvula que alimenta la **51/52-P-6019 A/B**.
- [ ] **BLOQUEAR** el flujo hacia el **51/52-TK-6021**.

## Paro

### Paro Temporal

Este paro aplica cuando se tenga problemas con las **51/52-P-6021 A ó B** ó con el **51/52-E-6021** y solo se realizará cuando se lleve a cabo un paro programado del extrusor y se debe llevar a cabo los siguientes pasos:

- [     ] **ABRIR** la recirculación hacia el **51/52-TK-6021**
- [     ] **BLOQUEAR** la válvula de alimentación al 1er cabezal
- [     ] **BLOQUEAR** la válvula de alimentación al 2º cabezal.
- [     ] **BLOQUEAR** la válvula que alimenta al enfriador de aceite caliente **51/52-E-6015**.
- [     ] **BLOQUEAR** la válvula que alimenta la **51/52-P-6015 A ó B**.
- [     ] **BLOQUEAR** la válvula que alimenta la **51/52-P-6019 A ó B**.
- [     ] **PARAR** la **51/52-P-6021 A ó B** mediante el **51/52-MHS-60P21 A ó B** que esté operando.
- [     ] **BLOQUEAR** la descarga de la **51/52-P-6021 A ó B** que esté operando.
- [     ] **BLOQUEAR** el intercambiador **51/52-E-6021**.
- [     ] **DRENAR** el intercambiador **51/52-E-6021**.

### Paro de emergencia.

Este paro aplica en caso de que sea necesario sacar de operación un equipo por fuego o fuga excesiva que lo afecte directamente, en tal caso:

- [     ] **PARAR** la **51/52-P-6021 A ó B** mediante el **51/52-MHS-60P21 A ó B**.

#### **4.1.5. IT DE LA UNIDAD ATEMPERADORA DE VAPOR**

##### **OBJETIVO**

Operar la unidad atemperadora de vapor de alta presión reducido (RHS) 51/52-PK-6022 de forma correcta y segura, con la finalidad de evitar circunstancias que comprometan la seguridad de las personas e instalaciones, la salud y el medio ambiente.

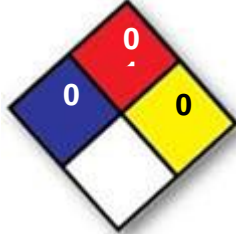
##### **RESPONSABILIDADES**

El Técnico especializado en Operación, el Operador responsable de Campo y el Operador responsable del SCD, son las personas requeridas y autorizadas para realizar las actividades de esta instrucción de trabajo

##### **SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El cumplimiento de las reglas generales de Seguridad, Higiene y Ecología establecidas para el personal de Braskem Idesa, compañías y visitantes deberán ser aplicadas en todo momento.

**Tabla 10 Propiedades y riesgo del RHS.**

Sustancia	Característica	Rombo NFPA
Agua tratada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inodoro</li> <li>Incoloro</li> <li>Dureza &lt; 1 ppm</li> </ul>	

RIESGOS	CAUSAS	DAÑOS	CONTROLES
Exposición y/o contacto con superficies a altas temperaturas.	Líneas o equipos calientes, fugas de vapor	Lesiones por quemaduras en la piel al contacto con las líneas o equipos calientes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso correcto de EPP.</li> <li>Capacitación del personal.</li> <li>Aislamiento de superficies calientes</li> </ul>
Exposición a fluidos a altas presiones	Fugas en líneas o bridas del sistema	Lesiones al personal por quemaduras por fluidos calientes a alta presión	Realización de pruebas hidrostáticas del sistema, revisión periódica para la detección de posibles fugas

### Equipo de protección personal

- Equipo básico de seguridad.

### Equipos involucrados

- 51/52-TK-6022 Tanque de agua tratada para atemperador de vapor de alta presión.
- 51/52-P-6022 A/B Bombas del tanque de agua tratada
- 51/52-DH-6022 Atemperador de vapor de alta presión.
- 51/52-STT-6006 Trampa de vapor de la unidad atemperadora.
- Cámara 1 del extrusor
- Cámara 2 del extrusor
- Válvula DAV
- Cuerpo de la bomba de engranes
- Paquete de mallas
- Die holder

## DESARROLLO DE LA INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

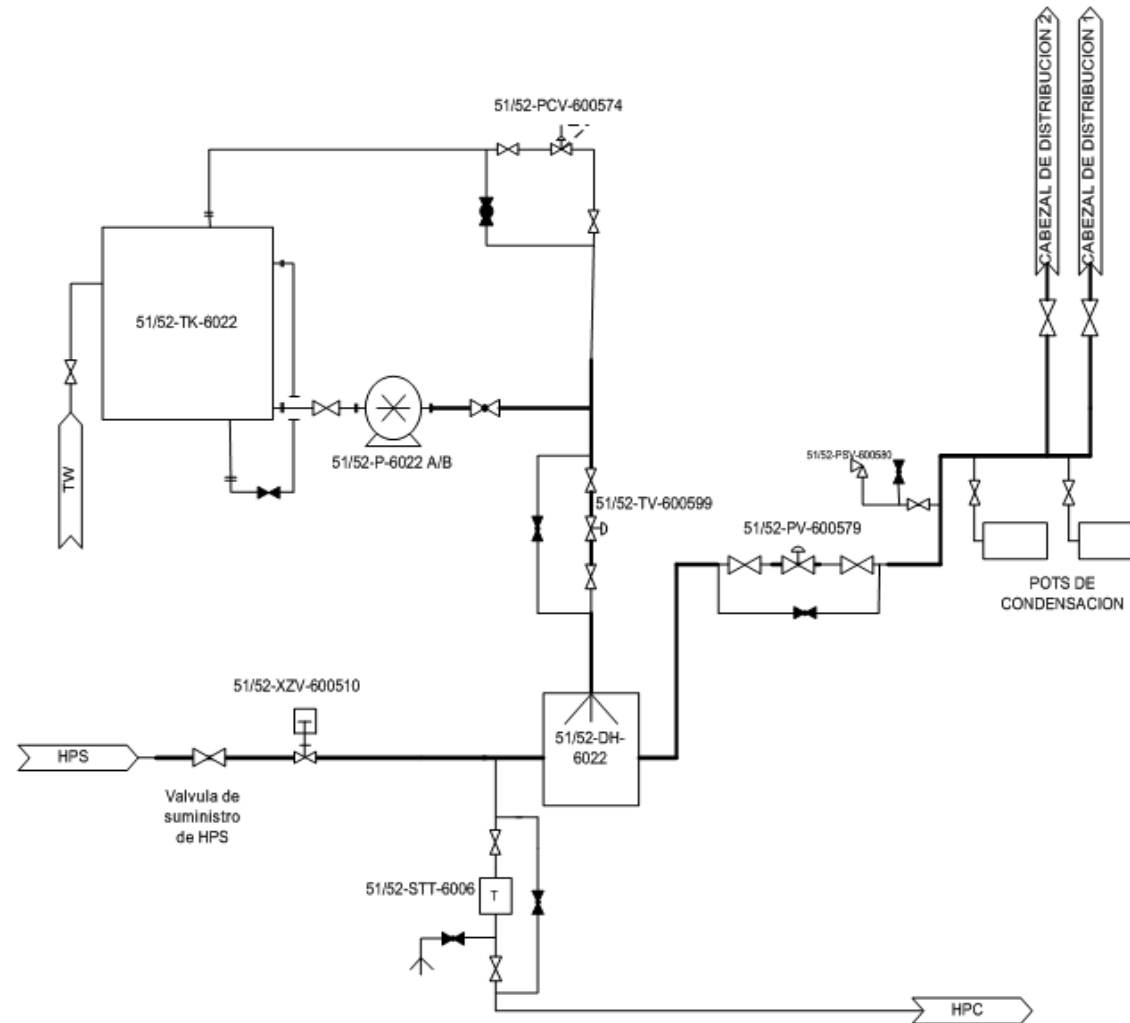


Figura 42 Representación gráfica del sistema de la unidad atemperadora



## Condiciones iniciales

- [  ] **VERIFICAR** que la instrumentación se encuentre alineada.
- [  ] **VERIFICAR** que los interlocks del sistema **NO** se encuentren activados.
- [  ] **ASEGURAR** que la válvula manual de suministro de agua tratada al 51/52-TK-6022 se encuentre abierta.
- [  ] **VERIFICAR** en campo el 51/52-LG-600511 y en SCD a través del 51/52-LI-600512 que el nivel del 51/52-TK-6022 sea de 85 %.
- [  ] **ALINEAR** las 51/52-P-6022 A/B.
- [  ] **VERIFICAR** que las 51/52-P-6022 A/B estén energizadas.
- [  ] **ALINEAR** válvula de alimentación al 1<sup>er</sup> cabezal.
- [  ] **ALINEAR** válvula de alimentación al 2<sup>do</sup> cabezal.
- [  ] **ALINEAR** válvulas de purga aguas arriba de las siguientes trampas de vapor  
\_\_\_\_\_ 51/52-STT-6006. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6002. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6003.  
\_\_\_\_\_ 51/52-STT-6004. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6001
- [  ] **ALINEAR** las siguientes trampas de vapor  
\_\_\_\_\_ 51/52-STT-6006. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6002. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6003.  
\_\_\_\_\_ 51/52-STT-6004. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6001.
- [  ] **ALINEAR** válvulas de purga de línea de by-pass de las siguientes trampas de vapor  
\_\_\_\_\_ 51/52-STT-6002. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6003. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6004. \_\_\_\_\_  
51/52-STT-6001.

## Arranque del sistema de la unidad atemperadora

### PRECAUCIÓN

**VERIFICAR** que las válvulas manuales del sistema de agua de barriles del cabezal 1 se encuentren cerradas ya que de lo contrario pudiera tener contacto con el RHS y provocar choques térmicos (golpes de ariete) en líneas.

- [  ] **COLOCAR** en SCD el set point en 262 °C en el 51/52-TC-600599.
- [  ] **COLOCAR** en SCD el set point en 25 kg/cm<sup>2</sup> en el 51/52-PC-600579.
- [  ] **ARRANCAR** la 51/52-P-6022 A ó B por medio del 51/52-MHS-60P22 A/B.

[  ] **ABRIR** desde SCD la 51/52-XZV-600510.

**PRECAUCIÓN: DURANTE** el llenado del cabezal con HPS, se debe abrir lentamente la válvula de suministro de HPS a la unidad atemperadora para no tener choques térmicos (golpes de ariete) en las líneas Y equipos involucrados.

[  ] **ABRIR** válvula manual de suministro de HPS a la unidad atemperadora.

**NOTA:** Durante el calentamiento de la línea de RHS el condensado va ser desplazado y se drenará por las válvulas de purgas abiertas, CUANDO se observe en dichas válvulas la salida de vapor se habrá desplazado completamente el condensado.

[  ] **VERIFICAR** en campo el correcto funcionamiento de las siguientes trampas de vapor

\_\_\_\_\_ 51/52-STT-6006. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6002. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6003.  
\_\_\_\_\_ 51/52-STT-6004. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6001

[  ] **CERRAR** válvulas de purga aguas arriba de las siguientes trampas de vapor

\_\_\_\_\_ 51/52-STT-6006. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6002. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6003.  
\_\_\_\_\_ 51/52-STT-6004. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6001

[  ] **CERRAR** válvulas de purga de línea de by-pass de las siguientes trampas de vapor

\_\_\_\_\_ 51/52-STT-6002. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6003. \_\_\_\_\_ 51/52-STT-6004. \_\_\_\_\_  
51/52-STT-6001.

[  ] **VERIFICAR** en campo que la temperatura del RHS sea de 230 °C en el 51/52-TI-600600.

[  ] **VERIFICAR** en SCD que la presión del RHS sea de 25 kg/cm<sup>2</sup> en el 51/52-PI-600618.

En este momento el sistema de RHS se encuentra alineado a los usuarios.

## Paro

### Paro por completo vaciado del sistema

Este sistema saldrá de operación cuando se requiera mantenimiento mayor del extrusor 51/52-EX-6006.

[  ] **CERRAR** lentamente válvula de suministro de HPS a la unidad atemperadora.

[  ] **CERRAR** desde el SCD la 51/52-XZV-600510

[ ] **PARAR** la operación de la 51/52-P-6022 A o B por medio del 51/52-MHS-60P22 A/B.

[ ] **CERRAR** las siguientes válvulas:

- Succión de las 51/52-P-6022 A/B.
- Descarga de las 51/52-P-6022 A/B.
- Bloqueo del cabezal de distribución 1.
- Bloqueo del cabezal de distribución 2.
- Suministro de agua al 51/52-TK-6022

[ ] **ABRIR** las siguientes válvulas:

- Válvula de fondo del 51/52-TK-6022
- By-pass de la 51/52-STT-6006.
- Purga de la 52/52-STT-6006.

#### **4.1.6. IT DEL SISTEMA DE ACEITE HIDRAULICO**

##### **OBJETIVO**

Poner en operación el sistema de aceite hidráulico hacia el 51/52-EX-6006, 51/52-Z-6009 y el 51/52-SCR-6008, de forma correcta y segura para evitar situaciones que comprometan la seguridad de las personas, instalaciones, la salud y el medio ambiente.

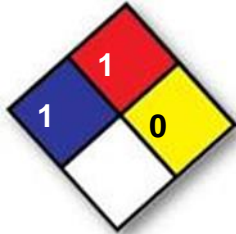
##### **RESPONSABILIDADES**

El Técnico especializado en Operación, el Operador responsable de Campo y el Operador responsable del SCD, son las personas requeridas y autorizadas para realizar las actividades de esta instrucción de trabajo.

##### **SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El cumplimiento de las reglas generales de Seguridad, Higiene y Ecología establecidas para el personal de Braskem-IDESSA, compañías y visitantes deberán ser aplicadas en todo momento.

**Tabla 11 Propiedades y Riesgos del Aceite Hidráulico**

Sustancia	Característica	Rombo NFPA
Aceite hidráulico ISO VG 46	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insoluble en agua.</li> <li>• Produce gases tóxicos si alcanza altas temperaturas.</li> </ul>	

Riesgo	Causas	Daños	Controles
Contacto con aceite	Derrame de aceite hidráulico. Fuga de aceite hidráulico Salpicadura de aceite hidráulico a alta presión	Caídas y fracturas.  Lesiones por impacto con aceite a alta presión	Pruebas de hermeticidad, usar el EPP adecuado limpieza de aceite hidráulico derramado mediante el uso de absorbente.

**Equipo de protección personal.**

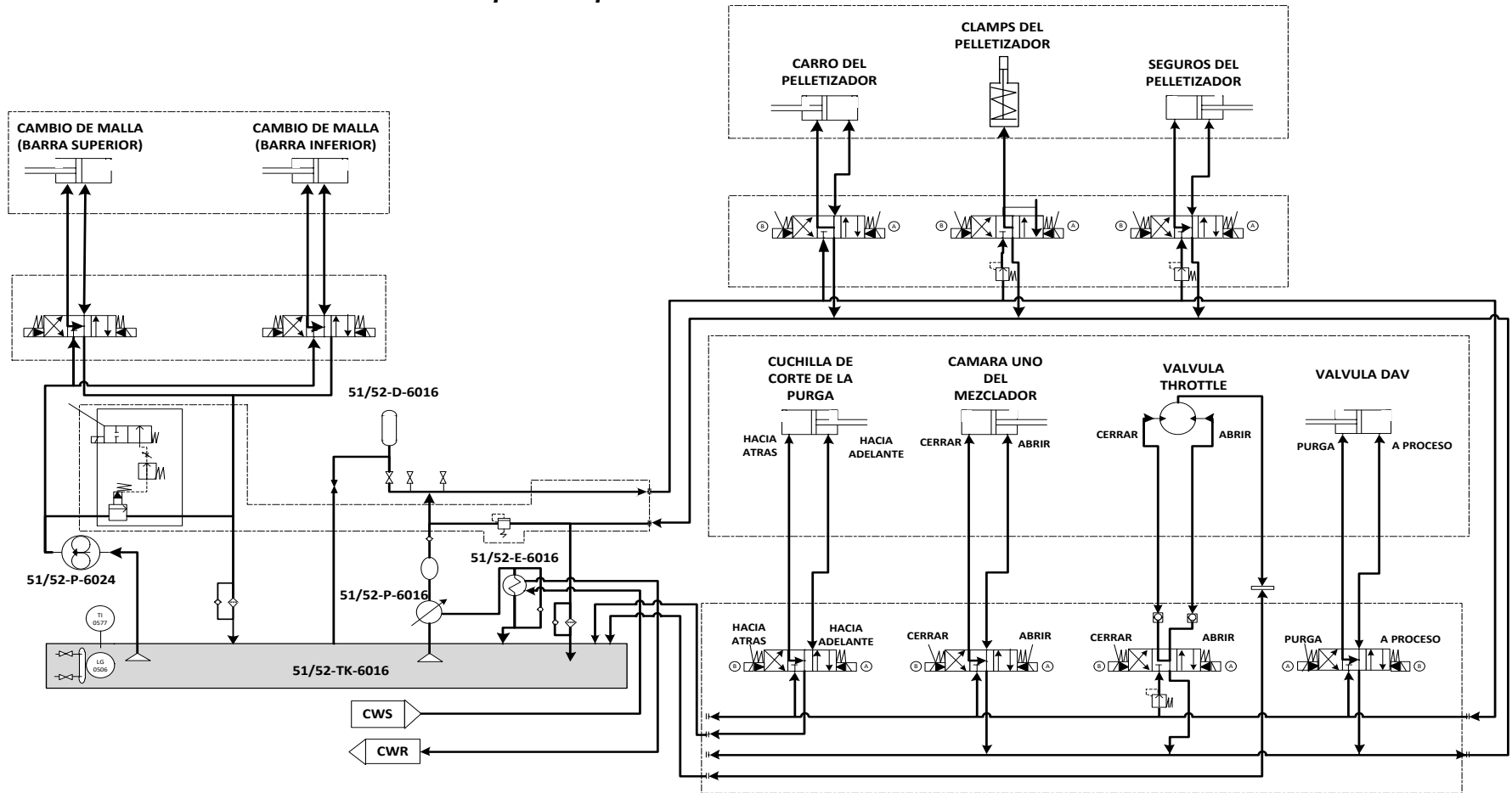
- EPP básico.

**Equipos involucrados**

- 51/52-TK-6016 Tanque de aceite hidráulico.
- 51/52-P-6016 Bomba de aceite hidráulico al extrusor y pelletizador.
- 51/52-P-6024 Bomba de aceite hidráulico para el paquete de mallas.
- 51/52-E-6016 Enfriador de aceite hidráulico.
- 51/52-F-6016 Filtro de retorno del sistema del mezclador/pelletizador.
- 51/52-F-6024 Filtro de retorno del sistema del paquete de mallas.
- 51/52-D-6016 Acumulador de aceite hidráulico bomba 51/52-P-6016.
- 51/52-SCR-6008 Paquete de mallas.
- 51/52-Z-6009 Pelletizador.
- 51/52-EX-6006 Mezclador.

# DESARROLLO DE LA INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

Tabla 12 Esquema representativo del sistema de aceite hidráulico.



## **Condiciones Iniciales del sistema de Aceite Hidráulico**

Para la correcta función del sistema de aceite Hidráulico y el suministro a los distintos puntos de alimentación al extrusor se deberá de realizar lo siguiente:

- [     ] **VERIFICAR** que el sistema este alineado hacia el pelletizador y mezclador.
- [     ] **VERIFICAR** que el nivel del **51/52-TK-6016** sea 80% por medio del **51/52-LG-600506**.
- [     ] **ALINEAR** el 51/52-E-6016.
- [     ] **VERIFICAR** que la 51/52-P-6016 y 51/52-P-6024 estén energizadas.
- [     ] **VERIFICAR** que la temperatura del aceite Hidráulico sea menor a 45°C en el 51/52-TI-600577.
- [     ] **VERIFICAR** que el acumulador 51/52-D-6016 este con Nitrógeno a una presión de 75 kg/cm<sup>2</sup>.

## **Arranque**

### **Arranque del sistema de Aceite Hidráulico para el 51/52-Z-6009 y el 51/52-EX-6006.**

- [     ] **ARRANCAR** la bomba 51/52-P-6016 con el 51/52-MHS-60P16 en campo.
- [     ] **VERIFICAR** que la presión del aceite sea de 160 Kg/cm<sup>2</sup> en la descarga de la bomba por medio del 51/52-PI-600555 en el SCD y 51/52-PI-600556 en el cabezal de distribución, este cabezal alimenta a los siguientes puntos:
  - El carro del pelletizador.
  - El mecanismo de corte de la purga del extrusor.
  - La cámara mezcladora.
  - La válvula DAV.
- [     ] **VERIFICAR** que la presión del aceite sea de 140 Kg/cm<sup>2</sup> hacia los siguientes puntos en el 51/52-PI-600557 en campo:
  - El bloqueo del eje del pelletizador.
  - Los seguros del pelletizador.
  - La válvula Trottle.

### **Arranque del sistema de Aceite Hidráulico para el 51/52-SCR-6008.**

- [     ] **ARRANCAR** la bomba 51/52-P-6024 con el 51/52-MHS-60P24 en campo.

[        ] **VERIFICAR** que la presión del aceite hidráulico sea de 315 Kg/cm<sup>2</sup> con el 51/52-PI-600554 ubicado en el cabezal de distribución hacia el paquete de mallas.

#### **Paro**

##### **Paro Temporal**

[        ] **PARAR** la bomba 51/52-P-6016 por medio del 51/52-MHS-60P16 de suministro de aceite hacia el sistema.

[        ] **VERIFICAR** que la bomba 51/52-P-6024 se encuentre fuera de operación.

##### **Paro de Emergencia del sistema hidráulico**

Este paro se realizará cuando se presente una fuga mayor de aceite hidráulico en conexiones o en mangueras flexibles.

[        ] **PARAR** la bomba 51/52-P-6016 de suministro de aceite hacia el sistema por medio del 51/52-MHS-60P16.

[        ] **PARAR** la bomba 51/52-P-6024 de suministro de aceite hacia el sistema por medio del 51/52- MHS-60P24.

#### **4.1.7. IT DEL SISTEMA DE ALIMENTACION DE POLVO Y ADITIVO AL EXTRUSOR**

##### **OBJETIVO**

Poner en operación el sistema de alimentación de polvo y aditivos al extrusor, de forma correcta y segura para evitar situaciones que comprometan la seguridad de las personas y las instalaciones, la salud y el medio ambiente.


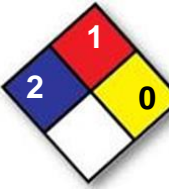
##### **RESPONSABILIDADES**

El Técnico especializado en Operación, el Operador responsable de Campo y el Operador responsable del SCD, son las personas requeridas y autorizadas para realizar las actividades de esta instrucción de trabajo.

##### **SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El cumplimiento de las reglas generales de Seguridad, Higiene y Ecología establecidas para el personal de Braskem-Idesa, compañías y visitantes deberán ser aplicadas en todo momento.

**Tabla 13 Propiedades y riesgos del Polvo de PE y Aditivos.**

<p><b>Nitrógeno</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gas inerte.</li> <li>• Asfixia por desplazamiento de Oxígeno.</li> <li>• Efectos de una sobre exposición aguda.</li> </ul>	
<p><b>Mezcla de aditivos</b> (Irganox 1076)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polvo combustible</li> <li>• inflamable</li> </ul>	

Riesgo	Causas	Daños	Controles
<p><b>Exposición a atmosfera inerte</b></p>	<p>Fugas.</p>	<p>Asfixia por desplazamiento del Oxígeno con N2, Muerte.</p>	<p>Pruebas de hermeticidad, revisión periódica del sistema, correcto funcionamiento de los Interlocks de seguridad.</p>
<p><b>Contacto con el polvo.</b></p>	<p>Fugas.</p>	<p>Irritación en la piel, ojos y vías respiratorias.</p>	<p>Pruebas de hermeticidad, revisión periódica del sistema. Uso de EPP</p>
<p><b>Electrostática.</b></p>	<p>Equipos no aterrizados.</p>	<p>Explosión, fuego, daños a los equipos y personas.</p>	<p>Verificar periódicamente las líneas de conexiones de tierra de las estaciones de aditivos.  Verificar el buen funcionamiento de los extractores de polvos.</p>

**Equipo de protección personal.**

- EPP básico.
- Mascarillas contra polvo.
- Traje tivec.

**Equipos involucrados**

- 51/52-D-6001 Silo de alimentación de polvo al extrusor.



- 51/52-RF-6001 Válvula rotatoria del fondo de 51/52-D-6001.
- 51/52-Z-6001 Medidor de flujo de pellets.
- 51/52-D-6020 Tolva de extrusor.
- 51/52-PK-6006 Paquete del extrusor.

#### **51/52-PK-6013 (Paquete de descarga de aditivos)**

- 51/52-D-6002 A/B Tolva de alimentación de 51/52-FD-6002 A/B.
- 52-D-6002 C/D Tolva de alimentación de 52-FD-6002 C/D.
- 51/52-F-6004 A/B Filtro de salida de nitrógeno de las 51/52-D-6002 A/B.
- 52-F-6004 C/D Filtro de salida de nitrógeno de las 52-D-6002 C/D.
- 51/52-K-6005 A/B Soplador de nitrógeno de las 51/52-D-6002 A/B.
- 52-K-6005 C/D Soplador de nitrógeno de las 52-D-6002 C/D.
- 51/52-PK-6002 A/B Unidad de descarga de aditivos.
- 52-PK-6002 C/D Unidad de descarga de aditivos.

#### **51/52-PK-6011 (Paquete de alimentadores)**

- 51/52-FD-6002 A/B Alimentador de aditivos al 51/52-FD-6001.
- 52-FD-6002 C/D Alimentador de aditivos al 52-FD-6001.
- 51/52-Z-6001 Medidor de flujo másico de pellets.
- 51/52-FD-6001 Alimentador de aditivos y polvo al extrusor.
- 51/52-RF-6001 Válvula rotatoria de alimentación de polvo.
- 51/52-RF-6002 Válvula rotatoria de alimentación de pellets de reproceso.

#### **51/52-PK-6012 (Paquete de venteo del extrusor)**

- 51/52-F-6003 Filtro de venteo del tornillo alimentador al extrusor.
- 51/52-K-6004 Soplador de venteo del 51/52-FD-6001.
- 51/52-RF-6005 Válvula rotatoria del fondo de 51/52-F-6003.

## DESARROLLO DE LA INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

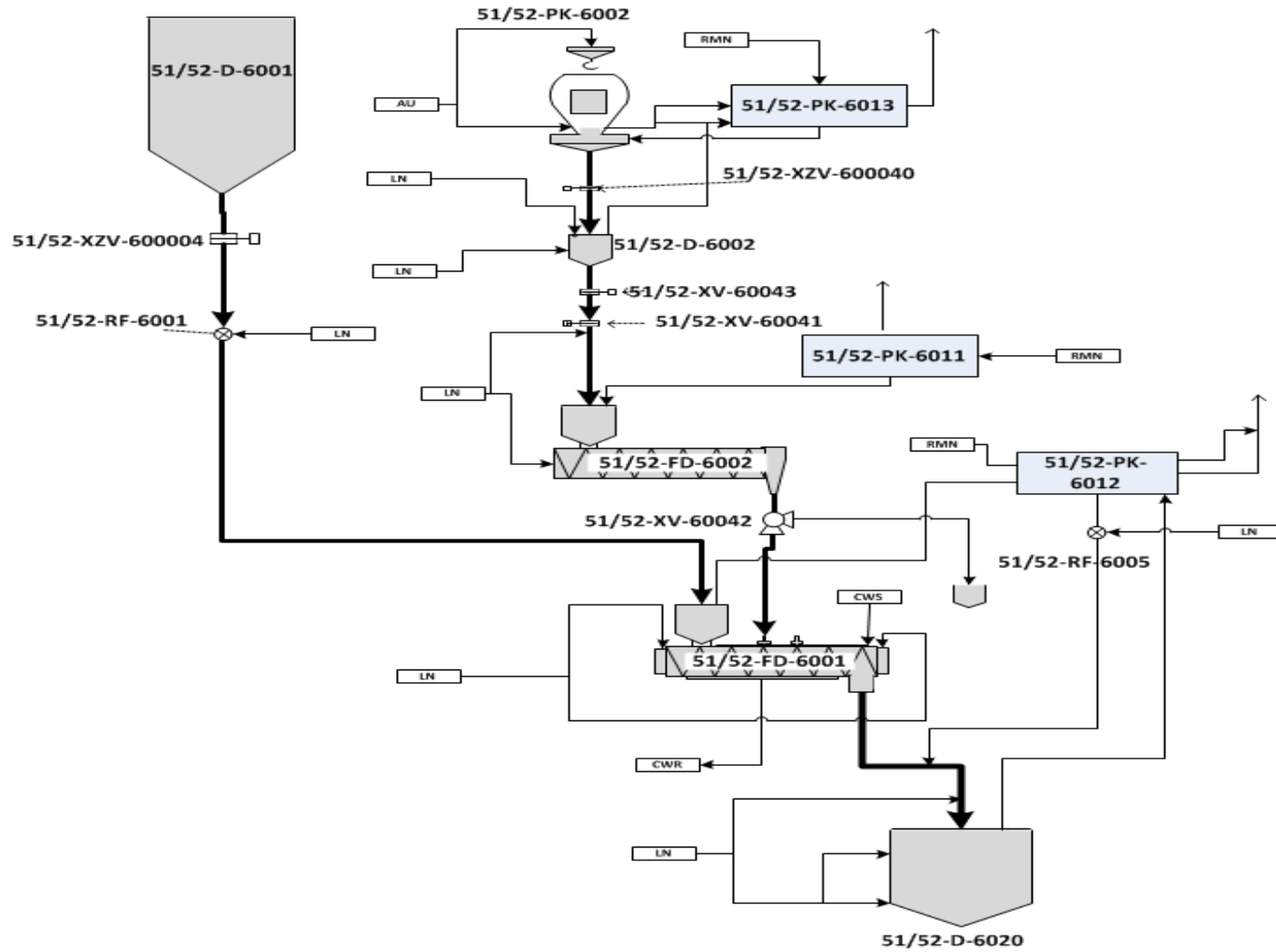


Figura 43 Diagrama del Sistema de Alimentación de Polvo y Aditivo al Extrusor

## Condiciones Iniciales

- [ ] **VERIFICAR** que los equipos rotativos estén energizados y Circuito de alimentación de polvo y aditivo alineado 51/52- PK-6011, 51/52-PK-6012 y 51/52-PK-6013
- [ ] **VERIFICAR** que los siguientes servicios estén alineados (LN, AU, CWS/CWR, RMN).
- [ ] **VERIFICAR** que se tenga la hoja de registros XXX para la verificación de los aditivos a consumir de la receta.
- [ ] **VERIFICAR** con almacén que se tengan la cantidad que se ocupara y 10% más de mezcla de aditivos para la receta para la campaña de producción.
- [ ] **VERIFICAR** que se tengan el inventario necesario de mezclas de aditivos que se ocuparan en la receta a en el piso de extrusión.
- [ ] **VERIFICAR** que el peso del 51/52-D-6001 sea el indicado para la limpieza o puesta en marcha el 51/52-MX-6006.
- [ ] **VERIFICAR** Instrumentación e interlocks en línea y sin falla.
- [ ] **VERIFICAR** 51/52-PK-6006 operando.

## Arranque del sistema de alimentación de polvo y aditivo al extrusor.

**NOTA:** para los siguientes pasos de esta IT los equipos que estén con la letra "C/D" son únicamente para la unidad 52.

**NOTA:** Si se requiere mezclar dos aditivos o más hacia el 51/52-FD-6001, entonces se colocaran en operación las estaciones de descarga de aditivos.

- [ ] **PONER** en operación el sistema de **BLOWBACK** del **51/52-F-6004 A/B/C/D**
- [ ] **ARRANCAR** el **51/52-K-6005 A/B/C/D** por medio del **51/52-MHS-60K05 A/B/C/D** en campo.
- [ ] **ABRIR** válvula de **LN** a los siguiente equipo:
  - 51/52-D-6002 A/B/C/D
  - 51/52-D-6036 A/B/C/D
  - Línea de descarga de 51/52-D-6002 A/B/C/D.
  - 51/52-FD-6002 A/B/C/D

- [ ] **ASEGURAR** que las siguientes válvulas estén cerradas en SCD:
  - 51/52-XZV-600040 para la estación A
  - 51/52-XZV -600050 para la estación B
  - 52- XZV -600060 para la estación C
  - 52- XZV -600070 para la estación D
- [ ] **ASEGURAR** que las celdas de peso **51/52-WI-600040/50/60/70** se encuentren en indicación **CERO**.
- [ ] **ABRIR** la válvula **51/52-XV-600043/53/63/73** en el fondo de **51/52-D-6002 A/B/C/D** por medio del **51/52-XHS-600043/53/63/73** en SCD.
- [ ] **PONER** en operación el sistema de **BLOWBACK** del filtro **51/52-F-6003** por medio del **51/52-HS-60003** en SCD.
- [ ] **PONER** en operación la **51/52-RF-6005** por medio de **51/52-MHS-60RF05** en campo o **SCD**.
- [ ] **ARRANCAR** el 51/52-K-6004 por medio de 51/52-MHS-60K04 en campo o SCD.
- [ ] **COLOCAR** un set point en el controlador de presión 51/52-PC-600110 del 51/52-F-6004.
- [ ] **ASEGURAR** que se cumpla con el método PEPS (Primeras entradas y Primeras salidas), para que el OP. Responsable de campo corrobore que el lote más antiguo de mezcla de aditivo sea el primero a consumir.
- [ ] **ASEGURAR** que la mezcla de aditivo a utilizar para la campaña de producción de pellets, sea el requerido según la receta, Verificando la etiqueta del súper saco y con el certificado de calidad del producto.
- [ ] **LEVANTAR** el súper saco con el polipasto neumático.
- [ ] **COLOCAR** el súper saco de mezcla de aditivo en la estación de descarga, 51/52-PK-6002 A/B/C/D
- [ ] **COLOCAR** el cable de tierra en el súper saco de la mezcla de aditivo
- [ ] **DESATAR** el súper saco de la parte inferior.
- [ ] **CERRAR** la puerta de la estación de descarga.
- [ ] **ASEGURAR** por medio del limit switch 51/52-ZZS-600040/50/60/70 que la puerta este cerrada para evitar la acción de los interlocks 51/52-60-I-6021 A/B/C/D y 51/52-60-I-6023 A/B/C/D en el SCD

**NOTA:** continuar con la colocación de los súper sacos de mezcla de aditivos verificando que las etiquetas del súper saco lleno y vacío correspondan con la campaña de producción de pellets.

- [ ] **ABRIR** la válvula de alimentación de aditivo hacia el 51/52-D-6002 A/B/C/D en campo o SCD por medio de.
  - 51/52-HS-600040 para la estación A
  - 51/52-HS -600050 para la estación B
  - 52- HS -600060 para la estación C
  - 52- HS -600070 para la estación D
  
- [ ] **ABRIR** la 51/52-XZV-600004 ubicada en el fondo del 51/52-D-6001 por medio del 51/52-XHS-600004 A en SCD
- [ ] **SELECCIONAR** la estación descarga de aditivo por medio de la SEQ-6000 en SCD.
- [ ] **ARRANCAR** la SEQ-6000 en SCD.
- [ ] **COLOCAR** el flujo de alimentación de polvo en 51/52-FC-600160 en SCD.

## **Paro**

### **Paro temporal**

Cuando sea necesario llevar a cabo un paro temporal del sistema de alimentación, se debe realizar la siguiente acción:

- [ ] **PARAR** la SEQ-6000 a través 51/52-MHSS-60RF01.

## **4.1.8. IT DEL SISTEMA DE AGUA DE PELLTS**

### **OBJETIVO**

Operar el sistema de agua de pellets así como los equipos relacionados de forma correcta y segura, con la finalidad de evitar circunstancias que comprometan la seguridad de las personas e instalaciones, la salud y el medio ambiente.

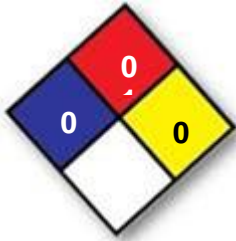
## RESPONSABILIDADES

El Técnico especializado en Operación, el Operador responsable de Campo y el Operador responsable del SCD, son las personas requeridas y autorizadas para realizar las actividades de esta instrucción de trabajo

## SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE

El cumplimiento de las reglas generales de Seguridad, Higiene y Ecología establecidas para el personal de Braskem-Idesa, compañías y visitantes deberán ser aplicadas en todo momento.

**Tabla 14 Propiedades y Riesgos del agua de Pellets.**

Sustancia	Característica	Rombo NFPA
Agua tratada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inodoro</li> <li>Incoloro</li> <li>Dureza &lt; 1 ppm</li> </ul>	

### Equipo de protección personal.

RIESGOS	CAUSAS	DAÑOS	CONTROLES
Exposición y/o contacto con agua o superficies a altas temperaturas.	Líneas o equipos calientes	Lesiones por quemaduras en la piel al contacto con las líneas o equipos calientes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso correcto de EPP.</li> <li>Capacitación del personal.</li> <li>Aislamiento de superficies calientes</li> </ul>

- EPP básico

### Equipos involucrados

- 51/52-TK-6006 Tanque de agua de pellet.
- 50/51/52-P-6001 Bomba de agua de pellet.
- 51/52-F-6006A/B Filtros de agua de pellet.
- 51/52-E-6001 Intercambiador de placas.

- 51/52-PK-6010 Paquete secador de pellets.
- 51/52-SCR-6007 Criba de pellets.
- 51/52-Z-6001 Medidor de flujo de pellet.
- 51/52-Z-6009 Pelletizador.
- 51/52-D-6007 Tolva de alimentación a la 51/52-RF-6004.

## DESARROLLO DE LA INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

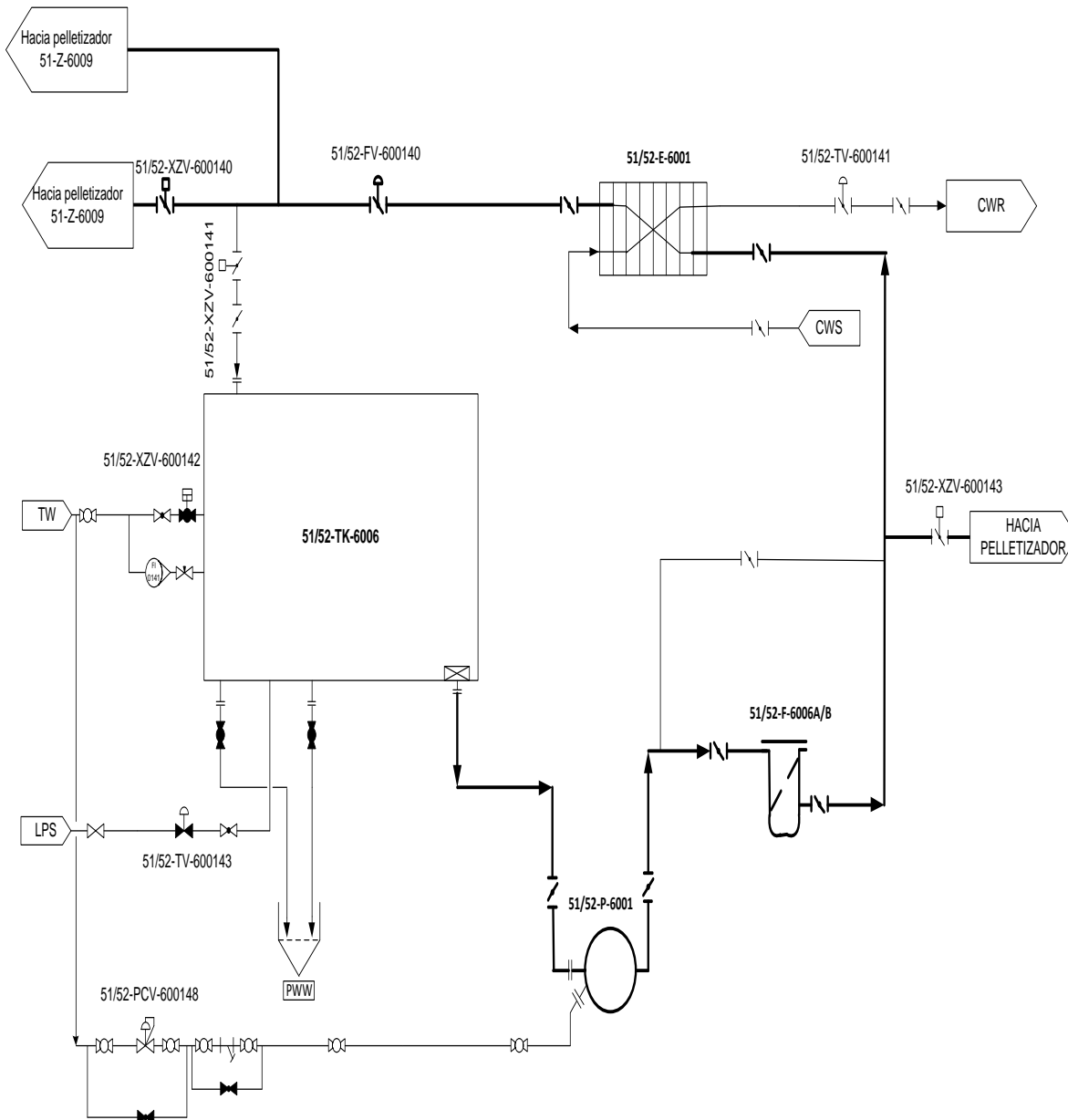


Figura 44 Esquema representativo del sistema de agua de pellets.

### Condiciones iniciales

- [ ] **VERIFICAR** que la instrumentación se encuentre alineada.
- [ ] **VERIFICAR** que los interlocks del sistema se encuentren en condiciones.
- [ ] **ABRIR** bloqueo del 51/52-FI-600142 hacia el 51/52-LT-600140.
- [ ] **COLOCAR** en SCD el Set Point de 90 % en el 51/52-LC-600140
- [ ] **ABRIR** válvulas manuales de suministro de agua tratada hacia el 51/52-TK-6006.
- [ ] **ABRIR** válvulas manuales de suministro de agua tratada hacia el sello mecánico de las  
50/51/52-P-6001.
- [ ] **VERIFICAR** que el nivel en el 51/52-LI-600140 y 51/52-LG-600143 del 51/52-TK-600 sea de 90 %.
- [ ] **ABRIR** bloqueo del 51/52-FI-600141 hacia el 51/52-TK-6006.
- [ ] **ABRIR** bloqueo del 51/52-FI-600145 hacia la flecha del 51/52-Z-6009.
- [ ] **ABRIR** válvulas de bloqueo de LPS de la 51/52-TV-600143.
- [ ] **ABRIR** válvula manual de recirculación al 51/52-TK-6006
- [ ] **ALINEAR** el 51/52-F-6006 A/B.
- [ ] **VERIFICAR** que el filtro que esta de espera se encuentre limpio y en condiciones de Operación.
- [ ] **ENERGIZAR** las 50/51/52-P-6001.
- [ ] **ALINEAR** las 50/51/52-P-6001.
- [ ] **VERIFICAR** que los siguientes equipos se encuentren en condiciones de operación.
  - \_\_\_ 51/52-PK-6010
  - \_\_\_ 51/52-SCR-6007
  - \_\_\_ 51/52-Z-6001
- [ ] **PONER** desde SCD la 51/52-XV-6003 (51/52-DIV-6003) en lado DIVERT por medio del 51/52-XHS-600003.
- [ ] **ALINEAR** el 51/52-E-6001 lado proceso y lado CWS/CWR.
- [ ] **ABRIR 51/52-HV-600140 dren** de la línea hacia el pelletizador



## Arranque

[ ] **VERIFICAR** en campo que la 51/52-XZV-600141 se encuentre abierta por medio del 51/52-XZSH-600141

[ ] **VERIFICAR** en campo que la 51/52-XZV-600140, 51/52-XZV-600143 y 51/52-XZV600531 se encuentre cerradas por medio del 51/52-XZSH-600140, 51/52-XZSH-600143, 51/52-XZSH-600531

**NOTA:** El incremento de la temperatura del agua en el 51/52-TK-6006 debe ser gradualmente en un rango de 10°C por hora a partir de los 45°C hasta los 60°C

[ ] **DAR** temperatura al agua del 51/52-TK-6006 hasta 60 °C por medio del 51/52-TC- 600143.

[ ] **COLOCAR** en SCD el set point en 60 °C en el 51/52-TC-600141.

[ ] **COLOCAR** en SCD el set point en 598 m<sup>3</sup>/h en el 51/52-FC-600140.

**NOTA:** Las 51/52-P-6001 tienen de espera la 50-P-6001 para las dos unidades

[ ] **ARRANCAR** la 51/52-P-6001 mediante el 51/52-MHS-60P01.

[ ] **ASEGURAR** que la 51/52-LAH-600163 no este activada

[ ] **CERRAR** 51/52-HV-600140 dren de la línea hacia el pelletizador

[ ] **ARRANCAR** la 51/52-DR-6001 mediante el 51/52-MHS-60DR01.

[ ] **ARRANCAR** el 51/52-K-6003 mediante el 51/52-MHS-60K03.

[ ] **ARRANCAR** la 51/52-SCR-6007 mediante el 51/52-MHS-60SC07.

En este momento queda operando el sistema de agua de pellets recirculando hacia el **51/52-TK-6006** esperando a que la secuencia de arranque del extrusor **SEQ 6101** ò **SEQ 6105** alinee el agua hacia el **51/52-Z-6009**.

## Paro

### Paro Temporal

Este tipo de paro se realizará cuando se requiera realizar mantenimiento a algún equipo o instrumento del sistema.

[ ] **PARAR** la 51/52-P-6001 mediante el 51/52-MHS-60P01.

### Paro por completo vaciado

Este tipo de paro se realizará cuando se requiera realizar un mantenimiento mayor a los equipos del sistema.

- [ ] **PARAR** la 51/52-P-6001 mediante el 51/52-MHS-60P01.
- [ ] **CERRAR** válvulas de bloqueo de LPS de la 51/52-TV-600143.
- [ ] **CERRAR** válvulas manuales de suministro de agua tratada hacia el 51/52-TK-6006.
- [ ] **CERRAR** válvulas manuales de suministro de agua tratada hacia el sello mecánico de las 50/51/52-P-6001.
- [ ] **ABRIR** las válvulas manuales de 3" y 2" del dren del 51/52-TK-6006 hacia la fosa de agua con polímero
- [ ] **ABRIR** todas las válvulas de dren del sistema de agua de pellets.
- [ ] **REALIZAR** limpieza en las mallas removibles cada vez que se drene el 51/52-TK-6006

**NOTA.** - Los pellets colectados de estas mallas removibles serán depositados en recipientes Identificados para su posterior disposición.

#### 4.1.9. IT ARRANQUE DEL EXTRUSOR

##### OBJETIVO

Poner en operación el extrusor controlando las condiciones de operación y los parámetros de calidad de una manera segura, para asegurar la integridad de las personas, las instalaciones y el medio ambiente.

##### RESPONSABILIDADES

Operador de SCD y Operador de campo, son las personas requeridas y autorizadas para realizar las actividades de esta instrucción de trabajo.

##### SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE

El cumplimiento de las reglas generales de Seguridad, Higiene y Ecología establecidas para el personal de Braskem Idesa, compañías y visitantes deberán ser aplicadas en todo momento.

**Tabla 15 Propiedades y riesgos de Polímero de PEAD.**

Sustancia	Característica	Rombo NFPA
Polímero de PEAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es sólido, blanco opaco.</li> <li>• Inodoro</li> <li>• Descomposición a temperaturas elevadas</li> </ul>	<p>The diagram is a diamond shape divided into four quadrants. The top quadrant is red and contains the number '1'. The bottom-left quadrant is blue and contains the number '0'. The bottom-right quadrant is yellow and contains the number '0'. The bottom-left quadrant is white.</p>

Riesgo	Causas	Daños	Controles
Superficies calientes y polímero a altas temperaturas	Contacto con superficies calientes sin aislamiento y salpicadura con polímero fundido	Quemaduras	Uso de EPP, guardas de protección y aislamiento de las líneas.
Equipos rotativos y partes móviles	Exposición a partes móviles y falta de guardas.	Lesiones corporales, fracturas y mutilaciones.	Uso de EPP y Guardas de protección

## **Equipo de protección personal.**

- Equipo básico de seguridad.
- Mangas y mandil de cuero
- Careta facial
- Guantes térmicos

## **EQUIPOS INVOLUCRADOS**

- 51/52-EX-6006            Extrusor.
- 51/52-D-6020            Tolva del extrusor.
- 51/52-MEX-6006        Motor principal del extrusor.
- 51/52-MEX-6006-1      Motor auxiliar del extrusor
- 51/52-GP-6007          Bomba de engranes del extrusor.
- 51/52-E-6007A/B        Enfriador del motor de la 51/52-GP-6007.
- 51/52-E-6006A/B        Enfriador del motor del extrusor.

## **EQUIPOS PERIFERICOS DEL EXTRUSOR**

- 51/52-SCR-6008        Paquete de mallas.
- 51/52-PK-6015        Unidad de aceite caliente.
- 51/52-PK-6016        Unidad de aceite hidráulico.
- 51/52-PK-6017        Unidad de aceite de lubricación GB.
- 51/52-PK-6018        Unidad de aceite de lubricación del MEX.
- 51/52-PK-6021        Paquete de agua de barriles.
- 51/52-PK-6022        Unidad atemperadora.
- 51/52-PK-6006        Paquete de agua de pellets.
- 51/52-Z-6009        Pelletizador.

## DESARROLLO DE LA INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

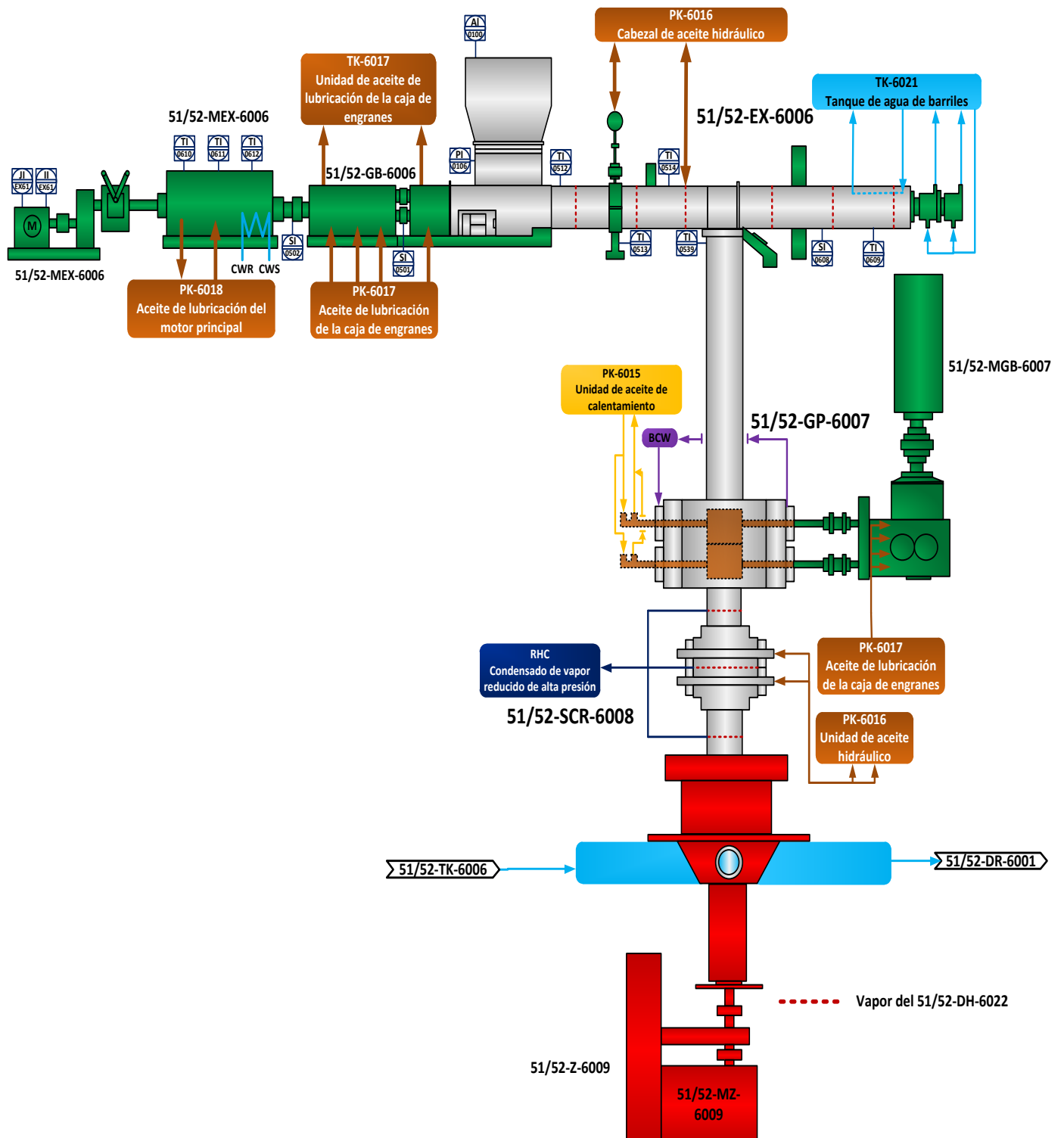


Figura 44 Representación gráfica del extrusor.

### Condiciones iniciales

- [ ] **REALIZAR** Check list XXXXX de condiciones iniciales para el arranque del extrusor.
- [ ] **REALIZAR** las siguientes pruebas funcionales.
- \_\_\_ Válvula dav. \_\_\_ Válvula throttle
- NOTA:** Si no se puede mover la válvula throttle suministre agua de barriles.
- [ ] **ALINEAR** el suministro de Nitrógeno a las siguientes partes:
- \_\_\_ Drive end \_\_\_ Válvula throttle  
\_\_\_ Water end. \_\_\_ Sección de venteos.  
\_\_\_ 51/52-D-6020.
- [ ] **ALINEAR** el suministro de agua de barriles.
- \_\_\_ Sección de la tolva \_\_\_ Rotor del extrusor.  
\_\_\_ Water end.
- [ ] **ALINEAR** el suministro de agua de enfriamiento al 51/52-E-6006A/B y al 51/52-E-6007A/B.
- [ ] **ASEGURAR** que las condiciones de los 51/52-PK-6017/6018 de aceite lubricante sean las adecuadas (flujo, presión y temperatura) de acuerdo a las ITS de lubricación al motor principal y a la caja de engranes del extrusor.

### PRECAUCION

**SI** el vapor es suministrado antes que el aceite de lubricación, **ENTONCES** se pueden tener daños

- [ ] **ALINEAR** el suministro de vapor (RHS) a las siguientes partes:
- \_\_\_ Cámara N°1. \_\_\_ Water end.  
\_\_\_ Cámara N°2. \_\_\_ Pieza de transición.

**PRECAUCIÓN:** El incremento de presión en el sistema de BCW por encima de su presión de diseño podría conducir a lo siguiente:

- Fuga y pérdida de agua de barriles
  - Riesgo de fuga de vapor ó agua caliente
- [ ] **ASEGURAR** en los 51/52-TI-600557A/600556A que la temperatura del drive end sea  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ .
- [ ] **REALIZAR** el incremento de temperatura hasta alcanzar una temperatura  $\geq 160^{\circ}\text{C}$ .

51/52-TI-600512 Cámara 1

51/52-TI-600513 Válvula Throttle  
51/52-TI-600538 Succión de la GP

**NOTA:** El suministro de vapor al cuerpo de la bomba de engranes debe ser suministrado después de encender los calentadores de aceite.

- [ ] **ALINEAR** el suministro de vapor a las siguientes partes:
  - Al cuerpo de la GP.                      — Al cuerpo del paquete de mallas.
  - Pieza de transición.
- [ ] **VERIFICAR** en el 51/52-TI-600517 que la temperatura antes del paquete de mallas sea  $\geq 160^{\circ}\text{C}$ .
- [ ] **VERIFICAR** en el 51/52-TI-600542 que la temperatura antes del DIE PLATE sea  $\geq 190^{\circ}\text{C}$ .
- [ ] **ALINEAR** el suministro de vapor al DIE HOLDER hasta alcanzar la temperatura XXX 51/52-TI-600626 (esta temperatura se definirá en pre-comisionamiento).
- [ ] **ALINEAR** aceite caliente al Die Plate.

## ARRANQUE

### Llenado y purga del extrusor

- [ ] **SELECCIONAR** el modo local mediante el 51/52-XHS-600501C.
- [ ] **POSICIONAR** la palanca del Clutch del extrusor en lado embrague mediante el 51/52-XHS-600501 (Op. Campo).

### PRECAUCION

Si el pasador de la palanca de cambio de velocidad no está firme y se mueve durante la operación, **ENTONCES** las partes del engrane se dañarán asegúrese que el pasador quede firme.

- [ ] **COLOCAR** la palanca de cambio del reductor de engranes al lado de “baja velocidad” y colocar el seguro
- [ ] **POSICIONAR** la válvula DAV a lado purga por medio del 51/52-XHS-600505A.
- [ ] **ALINEAR** el agua de servicios hacia la descarga de la válvula DAV.
- [ ] **ARRANCAR** el mecanismo de corte por medio del 51/52-XHS-600514A.
- [ ] **ASEGURAR** que la válvula throttle este en 0%.
- [ ] **ARRANCAR** el motor auxiliar 51/52-MEX-6006-1 por medio del 51/52-HS-60EX61.

- [ ] **PARAR** el motor auxiliar 51/52-MEX-6006-1 por medio del 51/52-HS-60EX61.
- [ ] **POSICIONAR** la palanca del Clutch del extrusor en lado Desembrague mediante el 51/52-XHS-600501.
- [ ] **ARRANCAR** el motor principal 51/52-MEX-6006 por medio del 51/52-MHS-60EX06.
- [ ] **INICIAR** la secuencia 51/52-SEQ-6000 en SCD con el SP-1 (5~7 t/h).
- [ ] **ALIMENTAR** con polvo de manera intermitente. Si alimenta continuamente, el polvo no se fundirá.
- [ ] **VERIFICAR** que la corriente del 51/52-MEX-6006 y la temperatura del polímero se incremente.
- [ ] **VERIFICAR** la condición del polímero que proviene de la válvula DAV. Si es polvo detenga el 51/52-FD-6001 y espere hasta que la temperatura del polímero en la sección de la cámara N°1 aumente.
- [ ] **AJUSTAR** la apertura de la válvula Throttle gradualmente (%) mediante el 51/52-XHS-600503A/B para obtener la temperatura adecuada del polímero.
- [ ] **VERIFICAR** que el polímero purgado este completamente fundido y limpio.
- [ ] **CAMBIAR** la válvula DAV a proceso mediante el 51/52-XHS-600505B.
- [ ] **PARAR** el mecanismo de corte por medio del 51/52-XHS-600514A.(cuchilla)
- [ ] **MANTENER** la alimentación hasta que la presión de succión de la bomba de engrane sea  $\geq 0.5 \text{ Kg/cm}^2$  indicado en el 51/52-PI-600530A/B.
- [ ] **PARAR** el 51/52-FD-6001.
- [ ] **PARAR** el motor principal 51/52-MEX-6006.
- [ ] **POSICIONAR** la palanca del Clutch del extrusor en lado embrague mediante el 51/52-XHS-600501.
- [ ] **ARRANCAR** el motor auxiliar 51/52-MEX-6006-1 por medio del 51/52-HS-60EX61.
- [ ] **ABRIR** las válvulas RTS de la 51/52-GP-6007 a purga.
- [ ] **VERIFICAR** que la placa de malla este colocada en el 51/52-SCR-6008.
- [ ] **ESPERAR** 2 horas como mínimo.
- [ ] **PARAR** el motor auxiliar 51/52-MEX-6006-1 por medio del 51/52-HS-60EX61.



- [ ] **POSICIONAR** la palanca del Clutch del extrusor en lado Desembrague mediante el 51/52-XHS-600501.
- [ ] **ARRANCAR** el motor principal 51/52-MEX-6006 por medio del 51/52-MHS-60EX06.
- [ ] **SELECCIONAR** el modo “Remoto” mediante el 51/52-XHS-600501C.
- [ ] **INICIAR** la secuencia 51/52-SEQ-6000 en SCD con el SP-1 (5~7 t/h).
- [ ] **ARRANCAR** la 51/52-GP-6007 con mínima velocidad.
- [ ] **MANTENER** la alimentación hasta que la presión de succión de la bomba de engrane sea  $> 1 \text{ Kg/cm}^2$  indicado en el 51/52-PI-600530A/B.
- [ ] **VERIFICAR** que el polímero purgado por las válvulas RTS sea constante.
- [ ] **PARAR** el 51/52-FD-6001.
- [ ] **PARAR** motor de la 51/52-GP-6007 cuando la presión de succión sea  $0 \text{ Kg/cm}^2$ .
- [ ] **PARAR** el motor principal 51/52-MEX-6006.
- [ ] **SELECCIONAR** el modo local mediante el 51/52-XHS-600501C.
- [ ] **POSICIONAR** la palanca del Clutch del extrusor en lado “Embrague” mediante el 51/52-XHS-600501.
- [ ] **ARRANCAR** el motor auxiliar 51/52-MEX-6006-1 por medio del 51/52-HS-60EX61.
- [ ] **SELECCIONAR** el modo “Remoto” mediante el 51/52-XHS-600501C.
- [ ] **CERRAR** las válvulas RTS de la 51/52-GP-6007.
- [ ] **RETIRAR** la malla del paquete de mallas de acuerdo a la IT de Operación del paquete de Mallas.
- [ ] **PARAR** el motor auxiliar 51/52-MEX-6006-1.
- [ ] **POSICIONAR** la palanca del Clutch del extrusor en lado “Desembrague”
- [ ] **ARRANCAR** el motor principal 51/52-MEX-6006.
- [ ] **SELECCIONAR** el control de la 51/52-GP-6007 en modo “Automático” y colocar el SP de presión de succión en  $1 \text{ Kg/cm}^2$ .
- [ ] **INICIAR** la secuencia 51/52-SEQ-6000 en SCD con el SP-2 (6~10 t/h).
- [ ] **VERIFICAR** que las variables se incrementen en los siguientes puntos:
  - En el 51/52-MXI-EX06 que la corriente del 51/52-MEX-6006.
  - En el 51/52-TI-600513 la temperatura del polímero.

- En el 51/52-PI-600530A/B la presión de succión de la 51/52-GP-6007.
- [ ] **ARRANCAR** el motor de la 51/52-GP-6007.
- [ ] **VERIFICAR** las variables en los siguientes puntos:
  - En el 51/52-PI-600530A/B la presión de succión de la 51/52-GP-6007.
  - En el 51/52-PDI-600534 la presión diferencial de paquete de mallas.
- [ ] **VERIFICAR** que el polímero purgado por el Die Plate sea limpio y uniforme.

### **Arranque con carga.**

#### **AUTO-START 1.**

- [ ] **Asegúrese** que la cámara del pelletizador esté en posición abierta antes de iniciar el proceso de purgado (con el 51/52-XHS-600541A/600507)
- [ ] **ALINEAR** el agua de servicios hacia la descarga de la válvula DAV.
- [ ] **ARRANCAR** el mecanismo de corte por medio del 51/52-XHS-600514A.
- [ ] **POSICIONAR** la válvula DAV a lado purga por medio del 51/52-XHS-600505A.
- [ ] **PARAR** motor de la 51/52-GP-6007.
- [ ] **ASEGURAR** los siguientes puntos:
  - Rate de alimentación SP-3.
  - Apertura de la válvula throttle de acuerdo a la receta.
  - Válvula de dren a la cámara de agua cerrada.
  - Control de la 51/52-GP-6007 en modo “ratio”.
  - Presión de succión en la 51/52-GP-6007 en el SP-6.
  - Velocidad en el motor del pelletizador en el SP-11.
  - Seguro de la flecha de las navajas en modo “Auto”.
- [ ] **ABRIR** la válvula de llenado de agua de pellet por medio del 51/52-XHS-600531 hasta\_\_ alcanzar 50mm de nivel en la cámara de agua.
- [ ] **CERRAR** la válvula de llenado de agua de pellet por medio del 51/52-XHS-600531.
- [ ] **LIMPIAR** el Die Plate y colocar grasa siliconada.
- [ ] **MOVER** el carro del pelletizador hacia adelante por medio del 51/52-XHS-600536A.
- [ ] **CERRAR** la cámara de agua por medio de los 51/52-XHS-600541A/600507.
- [ ] **INICIAR** la secuencia 51/52-SEQ-6100 Auto-Start 1 mediante el 51/52-HS-600511.

- [ ] **PARAR** el mecanismo de corte por medio del 51/52-XHS-600514A.
- [ ] **BLOQUEAR** el suministro de vapor hacia el Drive end y Water end.
- [ ] **ALINEAR** el suministro de agua de barriles al Drive end y Water end.
- [ ] **TOMAR** una muestra a la salida del 51/52-Z-6001 para verificar tamaño y corte del pellet.

**NOTA:** En caso de que el pellet presente problemas, comunicar a SCD para que realice los ajustes necesarios.

- [ ] **INCREMENTAR** gradualmente el rate de alimentación controlando las siguientes variables:
  - En el 51/52-MXI-EX06 que la corriente del 51/52-MEX-6006.
  - En el 51/52-TI-600513 la temperatura del polímero.
  - En el 51/52-PI-600530A/B la presión de succión de la 51/52-GP-6007.
  - Velocidad del motor de la 51/52-GP-6007.
- [ ] **AJUSTAR** la apertura de la válvula Throttle de acuerdo a la receta por medio del 51/52-XHS-600503A/B.
- [ ] **BLOQUEAR** el suministro de vapor hacia la cámara N°1 y N°2.
- [ ] **ALINEAR** el suministro de agua de barriles hacia la cámara N°1 y N°2.

## **AUTO-START 2.**

- [ ] **PARAR** el alimentador 51/52-FD-6001.
- [ ] **PARAR** el motor de la 51/52-GP-6007 cuando la presión de succión sea igual a 0 kg/cm<sup>2</sup>.
- [ ] **ASEGURAR** los siguientes puntos:
  - Rate de alimentación SP-3.
  - Apertura de la válvula throttle de acuerdo a la receta.
  - Válvula de dren de la cámara de agua cerrada.
  - Control de la 51/52-GP-6007 en modo “ratio”.
  - Presión de succión en la 51/52-GP-6007 en el SP-6.
  - Velocidad en el motor del pelletizador en el SP-11.
  - Seguro de la flecha de las navajas en modo “Auto”.
- [ ] **ABRIR** la válvula de llenado de agua de pellet por medio del 51/52-XHS-600531 hasta alcanzar 50mm de nivel en la cámara de agua.
- [ ] **CERRAR** la válvula de llenado de agua de pellet por medio del 51/52-XHS-600531.

- [ ] **LIMPIAR** el Die Plate y colocar grasa siliconada.
- [ ] **MOVER** el carro del pelletizador hacia adelante por medio del 51/52-XHS-600536A.
- [ ] **CERRAR** la cámara de agua por medio de los 51/52-XHS-600541A/600507.
- [ ] **INICIAR** la secuencia 51/52-SEQ-6101 Auto-Start 2 mediante el 51/52-HS-600511.
- [ ] **PARAR** el mecanismo de corte por medio del 51/52-XHS-600514A.
- [ ] **BLOQUEAR** el suministro de vapor hacia el Drive end y Water end.
- [ ] **ALINEAR** el suministro de agua de barriles al Drive end y Water end.
- [ ] **TOMAR** una muestra a la salida del 51/52-Z-6001 para verificar tamaño y corte del pellet.
- [ ] **INCREMENTAR** gradualmente el rate de alimentación controlando las siguientes variables:
  - En el 51/52-MXI-EX06 que la corriente del 51/52-MEX-6006.
  - En el 51/52-TI-600513 la temperatura del polímero.
  - En el 51/52-PI-600530A/B la presión de succión de la 51/52-GP-6007.
  - Velocidad del motor de la 51/52-GP-6007.
- [ ] **AJUSTAR** la apertura de la válvula Throttle de acuerdo a la receta por medio de 51/52-XHS-600503A/B.
- [ ] **BLOQUEAR** el suministro de vapor hacia la cámara N°1 y N°2.
- [ ] **ALINEAR** el suministro de agua de barriles hacia la cámara N°1 y N°2.

## PROCEDIMIENTO DE PARO.

### Paro Automático.

#### Paro Temporal (Menor de 24 hrs).

- [ ] **INICIAR** la secuencia 51/52-SEQ-6102.de paro automático mediante el 51/52-HS-600512.
- [ ] **ABRIR** la válvula de dren de la cámara de agua en el Pelletizador mediante el 51/52-XHS-600530.
- [ ] **ALINEAR** el suministro de vapor a la cámara N°1, N°2, Drive end, Water end y válvula DAV.
- [ ] **SELECCIONAR** el modo “Local” mediante el 51/52-XHS-600501C.

- [ ] **POSICIONAR** la palanca del Clutch del extrusor en lado “Embrague” mediante el 51/52-XHS-600501A.
- [ ] **SELECCIONAR** el modo “Remoto” mediante el 51/52-XHS-600501C.
- [ ] **ARRANCAR** el motor auxiliar 51/52-MEX-6006-1 por medio del 51/52-HS-60EX61.

**NOTA:** Si el extrusor para por más de 30 min, es recomendado cortar el suministro de VAPOR hacia el Die Holder. Durante el paro del extrusor la Válvula Dav debe permanecer en posición “Proceso” para evitar la degradación del polímero.

#### **Paro Prolongado (Mayor de 24 hrs).**

- [ ] **INICIAR** la secuencia 51/52-SEQ-6102.de paro automático mediante el 51/52-HS-600512.
- [ ] **ABRIR** la válvula de dren de la cámara de agua en el Pelletizador mediante el 51/52-XHS-600530.
- [ ] **BLOQUEAR** los siguientes suministros de:
  - Vapor.
  - Agua de barriles.
  - Nitrógeno.
- [ ] **PARAR** los equipos auxiliares del extrusor.

#### **Paro manual.**

#### **Paro Temporal (Menor de 24 hrs).**

- [ ] **PARAR** la 51/52-FD-6001.
- [ ] **PARAR** el motor de la 51/52-GP-6007 cuando la presión de succión sea igual a 0kg/cm<sup>2</sup>.
- [ ] **PARAR** el motor principal 51/52-MEX-6006.
- [ ] **ASEGURAR** que no se tenga pellet en la cámara de agua.
- [ ] **PARAR** el Pelletizador.
- [ ] **DESBLOQUEAR** la flecha de las navajas por medio del 51/52-XHS-600540.
- [ ] **MOVER** hacia atrás la flecha de las navajas por medio del 51/52-HS-600502.
- [ ] **ABRIR** la recirculación del agua de pellet mediante el 51/52-XHS-600141.
- [ ] **CERRAR** la válvula de alimentación de agua de pellet a la cámara mediante el 51/52-XHS-600140.

- [ ] **CERRAR** la válvula de alimentación de agua de pellets a la flecha de las navajas 51/52-XHS-600143.
- [ ] **ABRIR** la válvula de dren de la cámara de agua en el Pelletizador mediante el 51/52-XHS-600530.
- [ ] **ALINEAR** el suministro de vapor a la cámara N°1, N°2, Drive end, Water end y válvula DAV.
- [ ] **SELECCIONAR** el modo “Local” mediante el 51/52-XHS-600501C.
- [ ] **POSICIONAR** la palanca del Clutch del extrusor en lado “Embrague” mediante el 51/52-XHS-600501A.
- [ ] **SELECCIONAR** el modo “Remoto” mediante el 51/52-XHS-600501C.
- [ ] **ARRANCAR** el motor auxiliar 51/52-MEX-6006-1 por medio del 51/52-HS-60EX61.

**NOTA:** Si el extrusor para por más de 30 min, es recomendado cortar el suministro de VAPOR hacia el Die Holder.

Durante el paro del extrusor la Válvula Dav debe permanecer en posición “Proceso” para evitar la degradación del polímero.

#### **Paro Prolongado (Mayor de 24 hrs).**

- [ ] **BLOQUEAR** los siguientes suministros de:
  - Vapor.
  - Agua de barriles.
  - Nitrógeno.
- [ ] **PARAR** los equipos auxiliares del extrusor.

#### **Paro de emergencia.**

Las causas que pudieran motivar un paro de emergencia son todas aquellas que pongan en peligro la integridad de las personas, las instalaciones o el medio ambiente.

- [ ] **ACCIONAR** el botón de paro de emergencia 51/52-HS-600514/HS-600517.

## 4.2. CHECK LIST DE ARRANQUE

<b>Braskem IDESA</b>	<b>CHECK LIST DE ARRANQUE DEL AREA DE TERMINADO</b>	No. Revisión:	0
		Docto de Procedencia:	PR-ID-02
		Fecha de actualización del listado:	

UNIDAD:		OPERADOR:		
		FECHA:		
SISTEMA	DESCRIPCIÓN	SI	NO	NA
PK-4001A/B	¿Se encuentra alineado el Modo de Transporte de Polvo [A, B, C, D, A+D]?			
	¿Compresor(es) de transporte de polvo operando normalmente?			
SISTEMAS DE ALIMENTACION AL EX-6006	¿Nivel de Silo D-6001 optimo y con polvo disponible para alimentacion del EX6006?			
	¿Dosificadoras de aditivos FD-6002 A/B/C/D cargadas y listas para operar?			
	¿Rotatoria RF-6001 de alimentacion de polvo lista para operar?			
	¿Tomillo alimentador FD-6001 listo para operar?			
	¿Sistema para extraccion K-4004 y desgasificacion del EX6006 listo para operar?			
PK-6018	¿Es la Temperatura del aceite de lubricacion en el TK-6018 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ?			
	¿Bomba de aceite de Lubricacion P-6018 A/B operando y recirculando hacia el TK-6018?			
	¿Es la Temperatura del de lubricacion en el Cabezal de suministro al MEX-6006 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ?			
	¿Es la Presion en el sistema de Lubricacion al MEX-6006 de 3 — 5 Kgf/cm2g?			
PK-6017	¿Es la Temperatura del aceite de Lubricacion en el TK-6017 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ?			
	¿Bomba de aceite de Lubricacion P-6017 A/B operando y recirculando aceite?			
	¿Es la Temperatura del aceite de Lubricacion en el Cabezal de suministro a usuarios $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ?			
	¿Es la Presion en el sistema de Lubricacion a usuarios de 3 — 5 Kgf/cm2g?			
EXT-6006	¿Es la Temperatura de los rodamientos en el Drive End $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ?			
	¿Es la Temperatura del Metal de la Camara No.1 $\geq 160^{\circ}\text{C}$ ?			
	¿Es la Temperatura de la Resina en la Valvula Throttle $\geq 160^{\circ}\text{C}$ ?			
	¿Es la Temperatura de la Resina en la Succion de la G/P $\geq 160^{\circ}\text{C}$ ?			
PK-6016	¿Bomba P-6016 de suministro de aceite Hidraulico hacia el mezclador y Pelletizador operando?			
	¿Es la Presion en el sistema de aceite Hidraulico hacia el mezclador y Pelletizador de 160 Kgf/cm2g?			
	¿Es la Presion de aceite Hidraulico hacia las Clamps del Pelletizador de 140 Kgf/cm2g?			
	¿Es la Presion de aceite Hidraulico hacia el seguro del eje de navajas de Pelletizador de 140 Kgf/cm2g?			
	¿Es la Presion de aceite Hidraulico hacia la valvula Throttle 140 Kgf/cm2g?			
	¿Bomba P-6015 A/B de suministro de aceite Caliente hacia eje de G/P operando?			

<b>Braskem IDESA</b>	<b>CHECK LIST DE ARRANQUE DEL AREA DE TERMINADO</b>	No. Revisión:	0
		Docto de Procedencia:	PR-ID-02
		Fecha de actualización del listado:	


<b>UNIDAD:</b>		<b>OPERADOR:</b>	
		<b>FECHA:</b>	
PK-6015	¿Es la Temperatura del Aceite a la salida del E-6015 entre 100 — 200 °C?		
	¿Es la Temperatura del Metal del Cuerpo de la G/P-6007 de XXX°C?		
	¿Es la Temperatura del Die Holder de XXX°C? (Confirmar Dato)		
	¿Bomba P-6019 A/B de suministro de aceite Caliente hacia Die Plate operando?		
	¿Es la Temperatura del Aceite Caliente hacia el Die plate de 220 — 300 °C?		
	¿Es la Temperatura de la resina antes del paquete de mallas SCR-6008 $\geq$ 160°C?		
PK-6001	¿Es el Nivel en tanque de agua de Pellets TK-6006 es de 90%?		
	¿Bomba P-6001 de suministro de agua de Pellets operando y recirculando hacia el TK-6006?		
	¿Es la Temperatura del agua de Pellets en el TK-6006 entre 45 — 70°C?		
PK-6010	¿La Secadora de Pellets DR-6001 se encuentra Operando?		
	¿Criba de Pellets SCR-6007 operando o Baypaseada?		
	¿Extractor K-6003 del paquete de soplado operando?		
PK-7001	¿Se encuentra alineado el Modo de Transporte de Pellets [A, B, C, D] hacia Blenders o Reproceso?		
	¿Compresor K-7001 de transporte de Pellets operando normalmente?		
PK-8001	¿El Paquete de separacion de finos del Elutriador PK-8002 listo y operando?		
	¿Circuito de transporte neumatico PK-8003 hacia Silos en Logistica Alineado?		
	¿Se encuentra alineado el Modo de Transporte de Pellets hacia Elutriador o Reproceso Modo [A, B, C, D, B+D, C+D]?		
	¿Compresor K-8001 del Sistema de transporte de pellets hacia Elutriador o Logistica operando normalmente?		

COMENTARIOS:


FIRMA SUPERVISOR



### 4.3. REGISTRO DE TOMAS DE LECTURAS

	<b>REGISTRO DE LECTURAS EN CAMPO AREA DE TERMINADO</b>	No. Revisión:	0
		Docto de Procedencia:	PR-ID-02
		Fecha de actualización del listado:	

UNIDAD:		FECHA: 31/07/2015						
SISTEMA	DESCRIPCION	UNIDADES	TAG	OPERADOR:	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES
					08:00	17:00	20:00	05:00
MEZCLADOR EX-806	Apertura de Valvula Throtle	%	XZI-600503					
	Temperatura de la Resina	Valvula Throtle	(°C)	TH-600513				
		En Succión G/P	(°C)	TH-600538				
	Temperatura de Rodamientos	Drive End	(°C)	TH-600556				
			TH-600559					
		Water End	(°C)	TH-600560				
			TH-600561					
			TH-600560					
	Caja de engranes del Motor principal (GB-6006)	(°C)	TH-600560					
		(NDE) Motor Pricpal (MG-6006)	(°C)	TH-600630				
		(DE) Motor Pricpal (MG-6006)	(°C)	TH-600633				
Temperatura de Metal	Camara No. 1	(°C)	TH-600512					
	Camara No. 2	(°C)	TH-600514					
	Water End	(°C)	TH-600608					
	Water End	(°C)	TH-600609					
	Temperatura Diferencial del Water End	(°C)	TDI-600609					
R/S	No. 1 VALVE STAND	Presion en Suministro	(kg/cm2g)	PI-600588				
	No. 2 VALVE STAND	Presion en Suministro	(kg/cm2g)	PI-600589				
G/P-6007	Temperatura de Rodamientos	Bomba de Engranes (G/P-6007)	(°C)	TH-600540A-D				
		Reductor de la Bomba de Engranes (GB-6007)	(°C)	TH-600562 / TH-600566				
	(NDE) Motor G/P (MGP-6007)	(°C)	TH-600567					
	(DE) Motor G/P (MGP-6007)	(°C)	TH-600568					
SCR-6008	Temperatura de la Resina	Antes del paquete de mallas	(°C)	TH-600517				
		Antes del Die Plate	(°C)	TH-600542				
	Presion de la Resina	Antes del paquete de Mallas	(kg/cm2g)	PI-600531 / PI-600532				
		Despues del Paquete de Mallas	(kg/cm2g)	PI-600533 / PI-600535				
	Diferencial de Presion (SCR-6008)	(kg/cm2g)	FDI-600534					
Temperatura de Metal	Chaqueta de Enfriamiento	(°C)	TH-600518 / TH-600521					
Z-6009	Temp. Metal	Die Plate	°C	TH-600626				
	Presion de las Clamps en la Camara de agua	Hacia Adelante (Arranque)	(kg/cm2g)	PI-600586				
		Hacia Adelante (Operacion)	(kg/cm2g)	PI-600542				
		Hacia Atrás	(kg/cm2g)	PI-600540				
		Hacia Atrás	(kg/cm2g)	PI-600540				
PCW	Rate de Flujo de Agua de Pellets PEW	Linea de Suministro a Pelletizador	(m3/h)	FZ-600144				
	PEW hacia el Eje del Cortador	(m3/h)	FI-600145					
	Presion del PEW	Presion de descarga de la Bomba	(kg/cm2g)	PI-600145				
	Temperatura del agua de Pellets	Temp. de PEW en suministro	(°C)	TH-600144				
				TH-600140 / TH-600149				
PK-6017	Rate de Flujo de Aceite de Lubricacion	Flujo en cabezal principal	(L/min)	FG-600545				
	Presion de Aceite de Lubricacion	Presion en Cabezal principal	(kg/cm2g)	PI-600528				
		PI-600527						
	Temperatura de Aceite de Lubricacion	Temperatura de aceite de lubricacion en el TK-6017	(°C)	TH-600523				
		Temperaura del aceite de lubricacion despues del (E-6017)	(°C)	TH-600522				
		TH-600526						
Nivel de Aceite	Nivel del (TK-6017)	%	LG-600502					
PK-6018	Rate de Flujo de Aceite de Lubricacion	Flujo en cabezal principal	(L/min)	FI-600551				
	Presion de Aceite de Lubricacion	Presion en Cabezal principal	(kg/cm2g)	PI-600553				
		PI-600552						
	Temperatura de Aceite de Lubricacion	Temperatura de aceite de lubricacion en el TK-6018	(°C)	TH-600573				
		TH-600572						
		Temperatura del aceite de lubricacion despues del (E-6018)	(°C)	TH-600576				
		TH-600575						
Nivel de Aceite de Lubricacion	Nivel del tanque de aceite de Lubricacion (TK-6018)		LG-600504					
	Presion de descarga de la Bomba Hyd.	(kg/cm2g)	PI-600556					

UNIDAD:		FECHA: 31/07/2015					
		OPERADOR:		INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES
PK-6016	Presion de Aceite de Hidraulico	(Mezclador, Pelletizador: P-6016) (kg/cm2g)	PI-600555				
		Presion de descarga de la Bomba Hyd. (Paq. Mallas: P-6024) (kg/cm2g)	PI-600554				
		Valvula de Throttle (kg/cm2g)	PI-600559				
		Clamps del Pelletizador (kg/cm2g)	PI-600558				
		Seguro del eje del cortador (kg/cm2g)	PI-600557				
	Temp. Aceite Hidraulico.	Temperatura de aceite Hidraulico en el TK-6016 (°C)	TH-600577				
Nivel de aceite de Hidraulico.	Nivel de Aceite Hidraulico (TK-6016) %	LG-600506					
PK-6021	Presion de BCW	Presion de descarga de la Bomba BCW. (P-6021A/B) (kg/cm2g)	PI-600561 / 600562				
		Presion BCW despues de Enfrador (E-6021A) (kg/cm2g)	PI-600563				
	Temperatura de BCW	Temperatura BCW en TK-6021 (°C)	TH-600578				
		Temperatura BCW despues de Enfrador (E-6021A) (°C)	TH-600579				
	Nivel de BCW	Nivel de BCW (TK-6021) %	TIC-600580 TIC-600581 LG-600507				
PK-6015	Presion de Aceite caliente (Enfriamiento del Eje G/P)	Presion de descarga Bomba (P-6015A/B) (kg/cm2g)	PI-600570 / 600571				
		Presion Succion Bomba (P-6015A/B) (kg/cm2g)	PI-600600 / 600601				
	Presion de Aceite caliente (Calentamiento del Die Plate)	Presion de descarga Bomba (P-6019A/B) (kg/cm2g)	PI-600572 / 600573				
		Presion Succion Bomba (P-6019A/B) (kg/cm2g)	PI-600604 / 600605				
	Presion del Tanque de Aceite Caliente TK-6015 (kg/cm2g)	PI-600609 PI-600569					
	Temperatura Aceite Caliente(Enfriamiento del Eje de G/P)	Temperatura despues de enfriador de aceite caliente (E-6015) (°C)	TH-600584				
	Temperatura Aceite Caliente(Calentamiento del Die Plate)	Temperatura despues de Calentador de aceite caliente (HE-6019A-D) (°C)	TH-600596				
	Temperatura Aceite Caliente Tanque TK-6015 (°C)	TH-600589					
	BCW a Bombas Enlatadas	P-6015A/B (L/min)	FG-600560 / 600561				
		P-6019A/B (L/min)	FG-600562 / 600563				
Nivel del Tanque de Aceite Caliente TK-6015 %	LISL-600510						
PK-6022	Temperatura de RHS	Temperatura RHS en Cabezal (°C)	TH-600600				
	Presion de RHS	Presion en Cabezal principal (kg/cm2g)	PI-600618				
	Presion de TW	Presion en Linea suministro de TW (kg/cm2g)	PI-600577				
	Temperatura TW	Temperatura de agua en TK-6022 (°C)	TH-600597				
	Nivel de TW	Nivel de agua en (TK-6022) %	LG-600511				
PK-4001	K-4001 A	Presion en Succion de compresor (kg/cm2g)	PI-400083				
		Presion en Descarga de compresor (kg/cm2g)	PI-400086 PI-400084				
		Presion de Sistema de Lubricacion (kg/cm2g)	PI-400115A				
		Temp. Sistema de Lubricacion (°C)	TISH-400083A				
		Nivel del sistema de Lubricacion %	LG-400082A				
		Presion de N2 despues del Enfrador E-4001 A (kg/cm2g)	PI-400089				
		Temperatura de N2 despues del Enfrador E-4001 A (°C)	TH-400082				
	K-4001 B	Presion en Succion de compresor (kg/cm2g)	PI-400091				
		Presion en Descarga de compresor (kg/cm2g)	PI-400094 / PI-400092				
		Presion de Sistema de Lubricacion (kg/cm2g)	PI-400115B				
		Temp. Sistema de Lubricacion (°C)	TISH-400083B				
		Nivel del sistema de Lubricacion %	LG-400082B				
		Presion de N2 despues del Enfrador E-4001 B (kg/cm2g)	PI-400098				
		Temperatura de N2 despues del Enfrador E-4001 B (°C)	TH-400085				
Presion en linea de Transporte de Polvo (kg/cm2g)	PI-400022						
FD-6002 A	Peso en Dosificadora (kg o Ton)	WI-600040					
	Flujo de LN a linea de Alimentacion (kg/h)	FI-600043					
		FI-600044					

<b>Braskem IDESA</b>	<b>REGISTRO DE LECTURAS EN CAMPO AREA DE TERMINADO</b>	No. Revisión:	0
		Docto de Procedencia:	PR-ID-02
		Fecha de actualización del listado:	

UNIDAD:		FECHA: 31/07/2015				
		OPERADOR:	INICIALES	INICIALES	INICIALES	INICIALES
PK-6011	FD-6002 B	Peso en Dosificadora (kg o Ton)	WI-600050			
		Flujo de LN a línea de Alimentación (kg/h)	FI-600053			
	FD-6002 C	Peso en Dosificadora (kg o Ton)	WI-600054			
		Flujo de LN a línea de Alimentación (kg/h)	FI-600056			
	FD-6002 D	Peso en Dosificadora (kg o Ton)	WI-600070			
		Flujo de LN a línea de Alimentación (kg/h)	FI-600073			
PK-6013	PK-6002 A	Flujo de LN hacia D-6002A (kg/h)	FI-600045			
	PK-6002 B	Flujo de LN hacia D-6002B (kg/h)	FI-600055			
	PK-6002 C	Flujo de LN hacia D-6002C (kg/h)	FI-600065			
	PK-6002 D	Flujo de LN hacia D-6002D (kg/h)	FI-600075			
PK-7001	K-7001	Presión en succión (kg/cm2g)	PI-700067			
		Presión en descarga (kg/cm2g)	PI-700070			
	SD-K-7001	Presión en succión (kg/cm2g)	SD-PI-700067			
		Presión en descarga (kg/cm2g)	SD-PI-700070			
	Temperatura en línea de transporte de Pellets (°C)		TI-600163			
			TI-600164			
Presión en línea de transporte de Pellets (kg/cm2g)		PI-600163				
		PI-600164				
PK-8001	K-8001	Presión en succión (kg/cm2g)	PI-800067			
		Presión en descarga (kg/cm2g)	PI-800070			
	SD-K-8001	Presión en succión (kg/cm2g)	SD-PI-800067			
		Presión en descarga (kg/cm2g)	SD-PI-800070			
	Temperatura en línea de transporte a ET-8001 (°C)		TI-800061			
	Presión en línea de transporte a ET-8001 (kg/cm2g)		PI-600061			
Temperatura en línea de transporte a D-6003 (°C)		SD-TI-800061				
Presión en línea de transporte a D-6003 (kg/cm2g)		SD-PI-600064				
PK-8003	K-8003	Presión en succión (kg/cm2g)	PI-800167			
		Presión en descarga (kg/cm2g)	PI-800170			
	SD-K-8003	Presión en succión (kg/cm2g)	SD-PI-800167			
		Presión en descarga (kg/cm2g)	SD-PI-800170			
Temperatura en línea de transporte a logística (°C)		TI-800161				
Presión en línea de transporte a logística (kg/cm2g)		PI-800161				
S2-PK-8004, S2-PK-8005	K-8004	Presión en succión (kg/cm2g)	PI-800068			
		Presión en descarga 4 (kg/cm2g)	PI-800074			
	S2-K-8005	Presión en succión (kg/cm2g)	PI-800054			
		Presión en descarga (kg/cm2g)	PI-800050			
	Temperatura en línea de transporte a D-6003 (°C)		TI-800051			
Presión en línea de transporte a D-6003 (kg/cm2g)		PI-600055				

COMENTARIOS:


FIRMA SUPERVISOR  
TURNO

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

A través del desarrollo de este proyecto, se alcanzaron establecer las bases generales necesarias, procedimientos e instrucciones de trabajo para llevar a cabo el arranque de un extrusor en la planta de Terminado de Polietileno de Alta Densidad en la Empresa de Braskem Idesa, se logró determinar los paquetes y equipos auxiliares así como sus instrucciones de trabajo que deberán arrancar antes y después del extrusor para llevar a cabo un arranque seguro de la planta de terminado.

Para ello se consideraron las características inherentes de los equipos y paquetes adquiridos por la empresa, así como las de todas aquellas marcas externas que con frecuencia son integradas en los paquetes auxiliares y sistemas proporcionados por diferentes proveedores, sin embargo, un punto culminante en el desarrollo de estos Procedimientos e Instrucciones de Trabajo para la operación fue la consideración de los requerimientos comunes solicitados Braskem Idesa S.A de C.V.

Por lo que se hizo necesaria la revisión de los manuales, DTI, PFD, y normas utilizadas en el desarrollo de la ingeniería, así como la información obtenida y generada para otros proyectos en los cuales se han utilizado extrusores para pelletizado de resinas termoplásticas, con la finalidad de abarcar todos aquellos aspectos que resultan de vital importancia en el desarrollo Procedimientos e instrucciones de trabajo para el arranque seguro de estos equipos.

A partir de todas aquellas referencias se pudo culminar la elaboración de estos Procedimientos e Instrucciones de Trabajo que podrán servir de apoyo para cualquier operador de la planta en la planta de PEAD de Braskem Idesa Servicios S.A de C.V, y para todas aquellas áreas con las que la Gerencia de PEAD interactúa, sentando así la pauta para la determinación de equipos y paquetes para los próximos proyectos.

## RECOMENDACIONES

Las principales recomendaciones para este reporte de residencias son las siguientes:

- Es necesario consultar constantemente manuales, diagramas de tubería e instrumentación y demás información proporcionada por el fabricante del equipo, con la finalidad de cerciorarse que la información provista en estos procedimientos e instrucciones de trabajo se aplique.
- Varios datos que en este trabajo no se proporcionan se obtendrán durante el condicionamiento de equipos, paquetes y sistemas involucrados, así como en condiciones normales de operación.
- Se recomienda reunirse con las áreas de ingeniería, servicios y construcción de Braskem Idesa para someter procedimientos e instrucciones de trabajo a revisión por parte de los expertos en sus respectivas áreas, a fin de conocer las sugerencias que estos tengan de acuerdo a la experiencia que han obtenido en el arranque de plantas para la producción de Resinas termoplásticas.

**DESARROLLO / APLICACIÓN DE  
CONOCIMIENTOS ESPECIALIZADOS**

## **CONOCIMIENTOS DESARROLLADOS INDIVIDUALMENTE**

Apertura al aprendizaje al asimilar el conocimiento proveniente del entorno y al mismo tiempo aprendiendo de las experiencias tanto de los compañeros como de uno mismo.

Apertura a la cooperación al compartir la información y el conocimiento que se tiene de manera individual.

Capacidad reflexiva al aprender a diferenciar entre que conocimientos me pueden ser útiles de manera personal y cual, al equipo, para de esta forma generar un proceso de mejora continua.

Cooperación al trabajar en equipo para direccionar las competencias individuales hacia el objetivo del equipo.

Transferencia de conocimiento al permitir que el conocimiento fluya y pueda ser adaptado, asimilado o creado, mediante la creación de un ambiente adecuado que permite la colaboración y generación de aprendizaje.

## **CONOCIMIENTOS DESARROLLADOS PROFESIONALMENTE DURANTE LA INVESTIGACION**

Se pudo examinar las características claves de los componentes de Extrusor, así como los flujos de alimentación de polvo de PE y Aditivos para obtener de calidad en el producto final a través de muestreo, observación y otras técnicas estadísticas para construir indicadores estadísticos.

Se elaboraron Instrucciones de trabajo y procedimientos operativos con el fin de tener procesos de producción confiables, capaces, seguros, rentables y adaptados



hacia la mejora continua para preservar la salud de los empleados, con respeto al medio ambiente.

Se elaboró un registro para llevar un monitoreo de las variables involucradas en una operación normal con el fin de verificar la variabilidad del proceso y los productos a través de las metodologías y herramientas que aseguren la calidad del producto de acuerdo a especificaciones dadas.

Mediante este proyecto se pudo determinar condiciones operativas de los distintos equipos que componen al Extrusor así como los instrumentos para la medición de variables mediante los manuales y procedimientos establecidos.

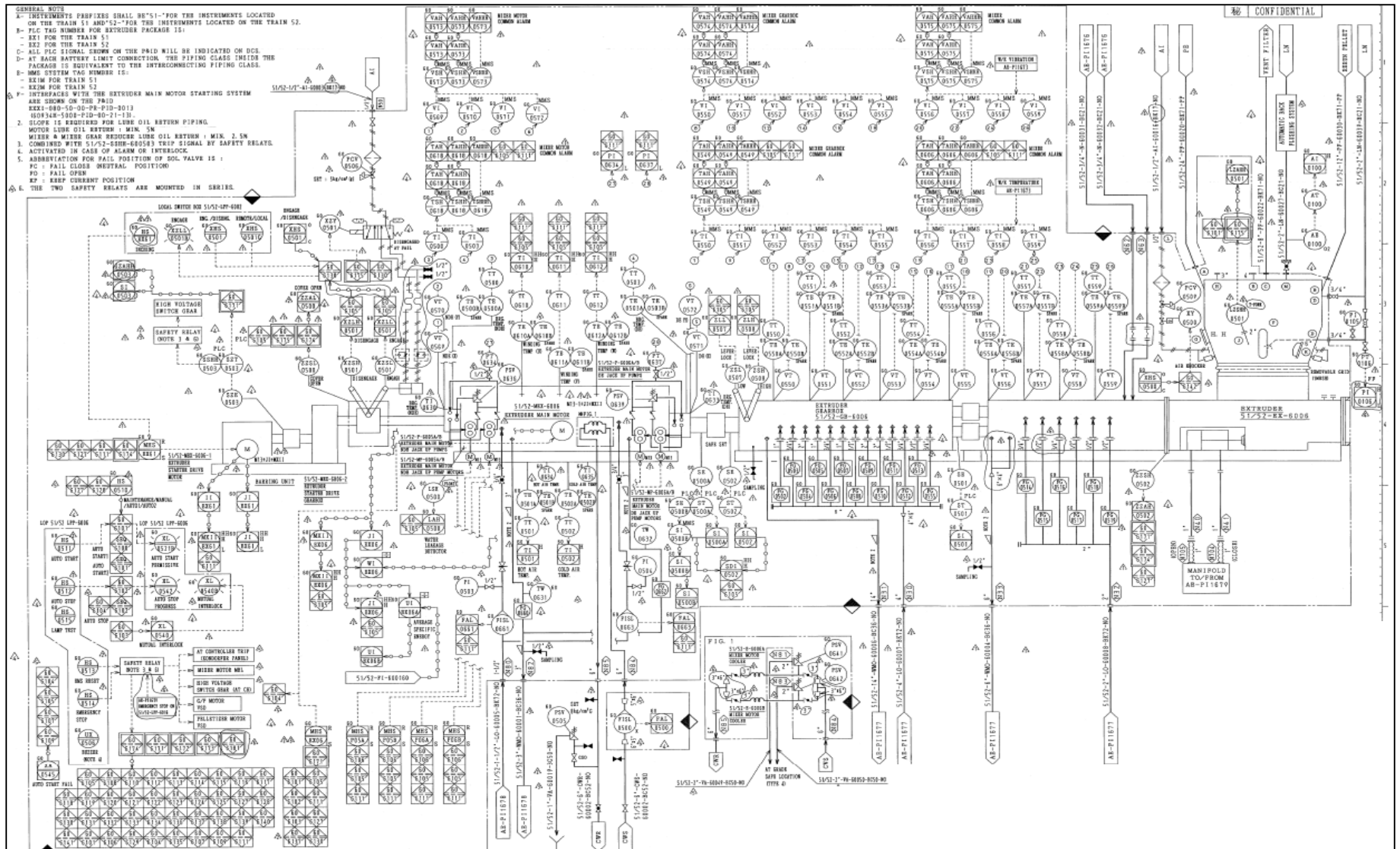
## **FUENTES DE INFORMACION**

## FUENTES DE INFORMACION

1. Raimond B. Seymour & Charles E. Carraher (2015), "Introducción a la Química de los Polímeros", Barcelona, Editorial Reverté, SA.
2. Gnauk y Fründt, Hanser (2017), "Iniciación a la Química de los Plásticos", Barcelona, editorial, Barcelona.
3. Donal. G. Baird, Dimitris I. Collias, John Wiley & Sons, Inc., (2017) "Polymer Processing. Principles and Design", New York.
4. Ramón Anguita (2018), "Extrusión de Plásticos" , Madrid , H. Blume Ediciones.
5. Bela G. Liptak (2017), "Process Control and Optimization", New York, Editor-In-Chief.

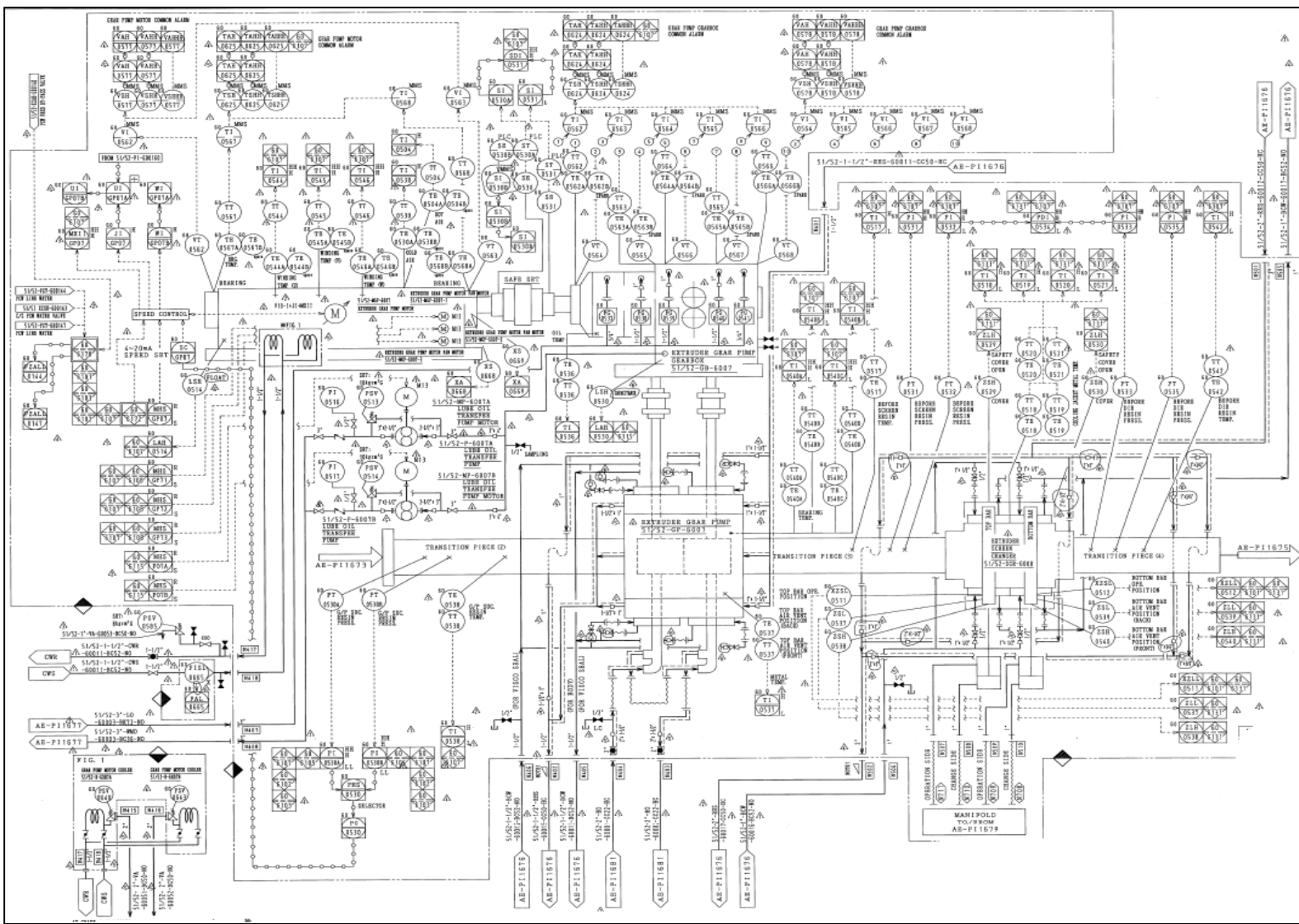
# **ANEXOS**

## ANEXO 1 DTI DEL MOTOR PRINCIPAL DL EXTRUSOR EX-6006



## ANEXO 2 DTI DE LA BOMBA DE ENGRANES Y PAQUETE DE MALLAS

- GENERAL NOTE
- A-1 STEAM RETURN LINES SHALL HAVE A SLOPE DOWN TO THE VALVE STANG.
  - A-2 INSTRUMENTS PIPEFIZES SHALL BE "S1" FOR THE INSTRUMENTS LOCATED ON THE TRAIN S1 AND "S2" FOR THE INSTRUMENTS LOCATED ON THE TRAIN S2.
  - B- PLC TAG NUMBER FOR EXTENDER PACKAGE IS:
    - BX1 FOR THE TRAIN S1
    - BX2 FOR THE TRAIN S2
  - C- ALL PLC SIGNAL CABLES ON THE PAID WILL BE INDICATED ON DCS.
  - D- AT EACH BATTERY LIMIT CONNECTION THE PIPING CLASS INSIDE THE PACKAGE IS EQUIVALENT TO THE INTERCONNECTING PIPING CLASS.
  - E- HNS SYSTEM TAG NUMBER IS:
    - BX1 FOR TRAIN S1
    - BX2 FOR TRAIN S2
  - F- HEAT CONSERVATION INSULATION SHALL BE PERFORMED BY SOLE INSULATION ON MAIN EQUIPMENT IS PERSONAL PROTECTION.



ANEXO 3 DTI DEL PELLETIZADOR

