



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Optimización de la fabricación de tuberías de PVC para alcantarillado asegurando su durabilidad en obra – Empresa Nicoll Perú S.A.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA QUÍMICA**

**AUTOR:**

Bach. Maria Esther Ortiz Salazar

**ASESOR:**

Dr. Ronald Alfonso Gutierrez Moreno

<https://orcid.org/0000-0001-7812-7149>

**Lambayeque – Perú**

**2026**



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Optimización de la fabricación de tuberías de PVC para alcantarillado asegurando su durabilidad en obra – Empresa Nicoll Perú S.A.

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERA QUIMICA**

**APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:**

---

Dra. Tarcila Amelia Cabrera Salazar

**PRESIDENTE**

---

Dr. Cesar Augusto Monteza Arbulú

**SECRETARIO**

---

Dra. Doyle Isabel Benel Fernández

**VOCAL**

---

Dr. Ronald Alfonso Gutierrez Moreno

**ASESOR**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN - 2026

Siendo las 12:00 m. del viernes 23 de enero del 2026, se reunieron en la sala de sustentación de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias los miembros del jurado evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional Titulado: **Optimización de la fabricación de tuberías de PVC para alcantarillado asegurando su durabilidad en obra - Empresa Nicoll Perú S.A;** designados por Res. N°576-2024-D-FIQIA de fecha 04 de noviembre del 2024 y aprobada con Res. N°600-2025-D-FIQIA de fecha 04 de diciembre del 2025, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional antes mencionado, conformados por los siguientes docentes:

- Dra. Tarcila Amelia Cabrera Salazar – Presidente
- Dr. Cesar Augusto Monteza Arbulu - Secretario
- Dra. Doyle Isabel Benel Fernández – Vocal.

El Trabajo de Suficiencia Profesional fue asesorado por el Dr. Ronald Alfonso Gutiérrez Moreno, nombrado por Res. N°471-2024-D-FIQIA de fecha 27 de setiembre del 2024. El acto de sustentación es autorizado con Res. N°021-2026-D-FIQIA de fecha 20 de enero del 2026.

El Trabajo de Suficiencia Profesional fue presentado y sustentado por la Bachiller: **ORTIZ SALAZAR MARIA ESTHER de la Escuela Profesional de Ingeniería Química;** y tuvo una duración de 60 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de **IB (DECIDIDO)** en la escala vigesimal, mención **Muy Bueno**

Por lo que queda APTA para obtener el Título Profesional de **INGENIERA QUIMICA** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las **13:00 hrs** se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas

.....  
Dra. TARCILA AMELIA CABRERA SALAZAR  
Presidente

.....  
Dra. DOYLE ISABEL BENEL FERNANDEZ

.....  
Dr. CESAR AUGUSTO MONTEZA ARBULU  
Secretario

.....  
Dr. RONALD ALFONSO GUTIERREZ MORENO

## CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD


Yo Dr Ronald Alfonso Gutierrez Moreno..... usuario revisor de Tesis

Trabajo de Suficiencia Profesional y/o  Trabajo Académico

Titulado: Optimización de la fabricación de tuberías de PVC para alcantarillado asegurando su durabilidad en obra - Empresa Nicoll Perú S.A  
.....

Cuyo autor (es) son: Maria Esther Ortiz Salazar.....; con DNI N° 74208834..... y  
.....; con DNI N°..... ; declaro que la evaluación  
realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud  
19. ..%, verificables en el Resumen del Reporte automatizado de similitudes que  
se acompaña.

El suscrito (a) analizó reporte y concluyó que cada una de las coincidencias  
detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y  
que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el  
uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos,  
Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva  
del proceso.

 Lambayeque, 25....de Agosto. del 2025..

.....  
Firma (Asesor)

Nombres y Apellidos Ronald Alfonso Gutierrez Moreno.

DNI...17875754.....

Defina la modalidad con (X)

Adjunta:

*Resumen de Reporte automatizado de similitudes*

*Recibo digital*

# Optimización de la fabricación de tuberías de PVC para alcantarillado asegurando su durabilidad en obra - Empresa Nicoll Perú S.A

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://biblioteca.usac.edu.gt">biblioteca.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	7%
2	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://www.clasf.pe">www.clasf.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://nicoll.com.pe">nicoll.com.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://noticias.empleo.com">noticias.empleo.com</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%



Dr Ronald Alfonso Gutierrez Moreno  
Asesor DNI: 17875754

9	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
10	Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados Trabajo del estudiante	<1 %
11	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	<1 %
12	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
13	ria.utn.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
14	proyeccion.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Privada Boliviana Trabajo del estudiante	<1 %
16	fdocuments.ec Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Corporación Universitaria Iberoamericana Trabajo del estudiante	<1 %
18	vdocuments.es Fuente de Internet	<1 %
	1library.co	



Dr Ronald Alfonso Gutierrez Moreno  
Asesor DNI: 17875754

19	Fuente de Internet	<1 %
20	ambiente.gob.do Fuente de Internet	<1 %
21	www.buenastareas.com Fuente de Internet	<1 %
22	www.reglatec.go.cr Fuente de Internet	<1 %
23	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to Universidad Francisco Marroquín Trabajo del estudiante	<1 %
25	www.argentina.gob.ar Fuente de Internet	<1 %

Dr. Ronald Alfonso Gutierrez Moreno  
Asesor DNI: 17875754

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: **Maria Esther Ortiz Salazar**  
Título del ejercicio: **Quick Submit**  
Título de la entrega: **Optimización de la fabricación de tuberías de PVC para alcant...**  
Nombre del archivo: **INFORME\_FINAL\_TSP-ORTIZ\_SALAZAR.pdf**  
Tamaño del archivo: **3.78M**  
Total páginas: **91**  
Total de palabras: **13,800**  
Total de caracteres: **82,774**  
Fecha de entrega: **25-ago-2025 07:36p. m. (UTC-0500)**  
Identificador de la entrega: **2735293316**



Dr Ronald Alfonso Gutierrez Moreno  
Asesor DNI: 17875754

## INDICE

RESUMEN .....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPITULO I: Aspectos generales del tema elegido.....	14
1.1 Descripción general de experiencia .....	14
1.2 Descripción de la Actividad Profesional .....	15
1.3 Definición de Términos .....	19
CAPITULO II: Fundamentación sobre el tema elegido. ....	23
2.1. Producto o proceso que es objeto del trabajo de suficiencia profesional .....	23
2.1.1. Proceso para la fabricación de tuberías de PVC.....	20
Proceso de Mezcla.....	21
Proceso de Extrusión.....	25
Inspecciones y Pruebas de Control de Calidad.....	28
2.1.2. Producto Terminado.....	49
2.1.3. Transporte, manejo y almacenamiento.....	50
2.2. Teoría y la práctica en el desempeño profesional.....	57
CAPITULO III: Aportes y desarrollo de experiencias.....	60
3.1 Extrusión .....	67

3.1.1 Cambios de Temperatura en Cilindro y Cabezal .....	67
3.2 Revisión de la Cámara de Diclorometano .....	68
3.3 Mezcla y Formulación.....	69
CONCLUSIONES .....	74
RECOMENDACIONES .....	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS.....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> .....	15
<i>Ubicación de la Empresa Nicoll Perú sede Lurín</i> .....	15
<b>Figura 2</b> .....	21
<i>Ubicación de la Empresa Nicoll Perú sede Chiclayo</i> .....	21
<b>Figura 3</b> .....	22
<i>Organigrama de Calidad Nipe</i> .....	22
<b>Figura 4</b> .....	25
<i>Diagrama de Mezcla</i> .....	25
<b>Figura 5</b> .....	26
<i>Línea N°26 de Extrusión de tuberías de PVC</i> .....	26
<b>Figura 6</b> .....	27
<i>Cinta Pi-tape</i> .....	27
<b>Figura 7</b> .....	29
<i>Forma de utilizar la cinta pi-tape</i> .....	29
<b>Figura 8</b> .....	30
<i>Micrómetro de Puntas redondeadas</i> .....	30
<b>Figura 9</b> .....	37
<i>Diseño de Campana y espiga</i> .....	37

<b>Figura 10</b> .....	39
<i>Equipo Impactómetro</i> .....	39
<b>Figura 11</b> .....	41
<i>Tipos de Mazos</i> .....	41
<b>Figura 12</b> .....	41
<i>Equipo de Ablandamiento VICAT</i> .....	41
<b>Figura 13</b> .....	43
<i>Resultados de ensayo de Ablandamiento VICAT en tubería 160mm S20</i> .....	43
<b>Figura 14</b> .....	43
<i>Horno para ensayo de Reversión Longitudinal</i> .....	43
<b>Figura 15</b> .....	44
<i>Tubería durante ensayo de Reversión Longitudinal</i> .....	44
<b>Figura 16</b> .....	44
<i>Equipo de Resistencia al Diclorometano</i> .....	44
<b>Figura 17</b> .....	45
<i>Resultado de Ensayo de Resistencia al Diclorometano Conforme</i> .....	45
<b>Figura 18</b> .....	45
<i>Resultado de Ensayo de Resistencia al Diclorometano No Conforme</i> .....	45
<b>Figura 19</b> .....	46
<i>Tubería Rotulada por equipo láser</i> .....	46

<b>Figura 20</b> .....	48
<i>Tubería Rotulada según Norma NTP ISO 4435</i> .....	48
<b>Figura 21</b> .....	49
<i>Transporte correcto de Tuberías</i> .....	49
<b>Figura 22</b> .....	49
<i>Carga y Descarga de Tuberías</i> .....	49
<b>Figura 23</b> .....	50
<i>Almacenamiento de las Tuberías</i> .....	50
<b>Figura 24</b> .....	50
<i>Formas de Estibar la tubería</i> .....	50
<b>Figura 25</b> .....	51
<i>Almacenamiento a la Imtemperie</i> .....	51
<b>Figura 26</b> .....	51
<i>Almacenamiento Perpendicular en Nicoll Chiclayo</i> .....	51
<b>Figura 27</b> .....	52
<i>No Conformes agosto 2023</i> .....	52
<b>Figura 28</b> .....	53
<i>Equipo de Ensayo de Resistencia al Diclorometano (estado final)</i> .....	53
<b>Figura 29</b> .....	54
<i>Equipo Seteado en Temperatura mínima</i> .....	54

<b>Figura 30</b> .....	54
<i>Equipo seteado de Temperatura máxima</i> .....	54
<b>Figura 31</b> .....	55
<i>Rejilla de Equipo de Resistencia al Diclorometano</i> .....	55
<b>Figura 32</b> .....	56
<i>Muestras de Probetas durante ensayo de Resistencia al Diclorometano</i> .....	56
<b>Figura 33</b> .....	59
<i>Resultado Conforme al Ensayo de Resistencia al Diclorometano con Fórmula(F-06)</i> .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> .....	42
<i>Dimensiones General según Norma NTP ISO 4435</i> .....	42
<b>Tabla 2</b> .....	66
<i>Dimensiones de Campana</i> .....	66
<b>Tabla 3</b> .....	66
<i>Dimensiones L/G del Bisel</i> .....	66
<b>Tabla 4</b> .....	67
<i>Alturas de Caída y Pesos de mazos para Prueba de Impacto</i> .....	67
<b>Tabla 5</b> .....	67

<i>Parámetros para Ensayo VICAT</i> .....	67
<b>Tabla 6</b> .....	68
<i>Requisitos para rotulado en las Tuberías</i> .....	68
<b>Tabla 7</b> .....	68
<i>Temperaturas de Trabajo Inicial</i> .....	68
<b>Tabla 8</b> .....	68
<i>Temperaturas de Trabajo en zonas de Cilindro y Cabezal</i> .....	68
<b>Tabla 9</b> .....	68
<i>Formulación con Ensayo de Resistencia al Diclorometano No Conforme</i> .....	68
<b>Tabla 10</b> .....	68
<i>Primera Formulación Propuesta con reducción de Estabilizante</i> .....	68
<b>Tabla 11</b> .....	68
<i>Segunda Formulación propuesta con Reducción de Carbonato</i> .....	68
<b>Tabla 12</b> .....	68
<i>Tercera Formulación propuesta con Estearato de Calcio</i> .....	68
<b>Tabla 13</b> .....	68
<i>Temperaturas de trabajo para la Tercera formulación con Estearato de Calcio</i> .....	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Plan de inspección de calidad.....	86
Anexo 2. Reporte de Control de Mezcla.....	87
Anexo 3. Tarjeta Roja de Producto No Conforme .....	88
Anexo 4. Formato de Producto No Conforme.....	89
Anexo 5. Reporte de Extrusión.....	90
Anexo 6. Plan de Capacitación.....	91
Anexo 7. Tarjeta de Producción.....	92
Anexo 8. Lista de Verificación segura de Equipos.....	92

## RESUMEN

Nicoll Perú S.A., empresa dedicada a la fabricación y comercialización de tuberías y accesorios de PVC, considera el ensayo de resistencia al Diclorometano (DCMT) como un indicador clave para validar el control del proceso productivo. En agosto de 2023, la fabricación de tuberías de 630 mm S-20 en la extrusora N° 26, bajo norma NTP ISO 4435, presentó fallas en la zona del bisel durante el ensayo, generando rechazo por parte del área de Calidad.

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene por objetivo Optimizar la fabricación de tuberías de PVC para alcantarillado asegurando su durabilidad en obra - Empresa Nicoll Perú S.A. Estudios técnicos evidenciaron que el estearato de calcio, por su capacidad lubricante y estabilizadora, optimiza la extrusión, mejora la estabilidad térmica y aumenta la resistencia del material. La sustitución del estabilizante térmico original por estearato de calcio en la formulación permitió superar las no conformidades, alcanzando resultados satisfactorios en el ensayo DCMT. Este cambio mejoró la durabilidad del producto y optimizó el proceso de fabricación, asegurando el cumplimiento de las especificaciones normativas.

**Palabras claves:** PVC, Tuberías, Diclorometano, ISO 4435, Estearato de calcio, Optimización, Formulación, Proceso, Extrusión, Calidad, Durabilidad.

## ABSTRACT

Nicoll Perú S.A., a company dedicated to the manufacturing and commercialization of PVC pipes and fittings, considers the Dichloromethane Resistance Test (DCMT) a key indicator to validate process control. In August 2023, the production of 630 mm S-20 pipes on Extruder No. 26, under NTP ISO 4435 standards, exhibited failures in the bevel area during the test, leading to product rejection by the Quality Department.

The present professional sufficiency work aims at the Sequential corrective actions were implementation: adjustments to cylinder and head temperatures, calibration and cleaning of the testing equipment, reduction of thermal stabilizer (PCR), and decrease of  $\text{CaCO}_3$  content. However, these measures did not achieve the required conformity. Technical studies revealed that calcium stearate, due to its lubricating and stabilizing properties, enhances extrusion, improves thermal stability, and increases material resistance. The replacement of the original thermal stabilizer with calcium stearate in the formulation successfully eliminated nonconformities, achieving favorable DCMT results. This adjustment improved product durability, optimized the manufacturing process, and ensured compliance with regulatory specifications.

Keywords: PVC, Pipes, Dichloromethane, ISO 4435, Calcium Stearate, Formulation, Optimization, Extrusión, Process, Quality, Durability.

## INTRODUCCIÓN

La fabricación de tuberías de PVC para alcantarillado desempeña un papel fundamental en la infraestructura sanitaria, ya que garantiza la conducción segura y eficiente de aguas residuales. Sin embargo, la calidad de estos productos es crucial para asegurar su durabilidad y resistencia en obra. En este contexto, la empresa Nicoll Perú S.A., dedicada a la fabricación y distribución de tuberías de PVC, enfrentó en julio de 2023 un problema significativo en el área de calidad relacionado con el ensayo de resistencia al diclorometano (DCMT). Este ensayo, que evalúa la capacidad del material para resistir agentes químicos agresivos, evidenció fallas en las tuberías fabricadas, lo que resultó en su rechazo por parte del área de calidad.

El problema identificado planteó la necesidad de investigar y optimizar tanto la formulación de mezcla como el proceso de extrusión utilizado en la fabricación de las tuberías. La pregunta central que guía esta investigación es: ¿Cómo mejorar la formulación de mezcla y el proceso de extrusión para la fabricación de tuberías de PVC para alcantarillado y evitar productos no conformes en el área de calidad según los requerimientos de la norma NTP ISO 4435? En respuesta a este interrogante, se estableció como objetivo general: Optimizar la fabricación de tuberías de PVC para alcantarillado asegurando su durabilidad en obra - Empresa Nicoll Perú S.A.

Para alcanzar este objetivo, se definieron los siguientes objetivos específicos:

Verificar la formulación adecuada de mezcla para la extrusión de tuberías de alcantarillado. Asegurar que se cumplan los parámetros del proceso de extrusión para tuberías de alcantarillado. Verificar que el equipo utilizado para el ensayo DCMT opera a las temperaturas estipuladas por la norma NTP-ISO 9852.

La justificación del presente estudio radica en su enfoque ingenieril orientado a optimizar procesos productivos y garantizar productos finales que cumplan con los estándares

internacionales. El PVC es un material ampliamente utilizado en sistemas de saneamiento debido a sus propiedades mecánicas y químicas; sin embargo, su desempeño depende directamente de una formulación adecuada y un proceso controlado. La resistencia al diclorometano es una prueba esencial que asegura que las tuberías sean capaces de soportar condiciones químicas adversas, lo que impacta directamente en su vida útil y funcionalidad.

En respuesta al problema identificado, Nicoll Perú S.A. conformó un equipo multidisciplinario compuesto por ingenieros regionales, gerentes, supervisores y técnicos especializados para investigar las causas del rechazo. Tras realizar ajustes en las temperaturas del proceso y verificar los equipos utilizados en los ensayos, se decidió modificar la formulación inicial reemplazando la cera polietilénica por estearato de calcio como aditivo clave. Este cambio resultó en una mejora significativa en los resultados del ensayo DCMT, logrando cumplir con los estándares establecidos.

Este proyecto no solo busca resolver un problema puntual dentro de Nicoll Perú S.A., sino también sentar las bases para establecer un modelo replicable que permita optimizar procesos similares en otras empresas del sector. De esta manera, se espera contribuir al fortalecimiento de la industria nacional mediante la implementación de soluciones técnicas innovadoras que garanticen productos más confiables y sostenibles.

## **CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES DEL TEMA ELEGIDO.**

### **1.1. Descripción general de la empresa**

Nicoll Perú S.A es una empresa que se dedica a la fabricación, comercialización, almacenamiento, distribución y despacho de tuberías de PVC-U, tanques y biodigestores de polietileno, atención al cliente y servicio de asesoría técnica sobre el uso de los productos en obra y en fabrica.

Nicoll fue fundada en el año 1959 en Francia por Jean Ollivier, en el año 2004 paso a formar parte del grupo Aliaxis tomando el nombre de Nicoll Perú S.A, en el año 2006 se da una alianza estratégica entre Durman y Aliaxis S.A., quien es un líder mundial en productos relacionados a la construcción residencial, comercial e industrial, finalmente en el año 2007 se fusiono la empresa Durman Esquivel con Nicoll Perú S.A. obteniendo el liderazgo en la fabricación y comercialización de materiales plásticos para la construcción, usándose el nombre de Nicoll Perú S.A.; en el año 2014 se inicia la fabricación de biodigestores de 750lt y 1350lt para su comercialización, además se inicia la producción de accesorios inyectados de alcantarillado. Se instalo la maquina (extrusora 26) que fabrica las tuberías de PVC de mayor diámetro en la planta de Chiclayo. En el año 2019 se actualizo el logo pasando a ser “Nicoll by Aliaxis”.

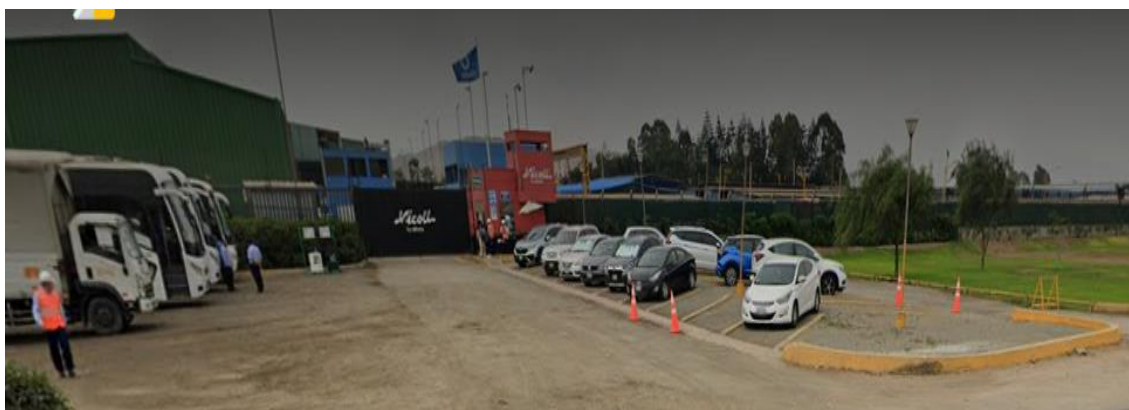
Aliaxis se posiciona como un líder mundial en sistemas avanzados de tuberías, orientados a la construcción, infraestructura pública y agricultura. Ofrecemos soluciones innovadoras y sostenibles para el agua y la energía, anticipándonos a las necesidades de nuestros clientes y de la sociedad en general.

En el país, disponemos de tres plantas de producción y un centro de distribución, respaldados por un equipo de más de 500 colaboradores que están listos para atender los proyectos de nuestros clientes y prever sus requerimientos.

La empresa Nicoll Perú S.A., tiene su sede principal ubicada en el departamento Lima, provincia de Lima y distrito de Lurín con dirección Carretera Panamericana Sur Km 30, su segunda sede se encuentra en el departamento de Arequipa, distrito de Sachaca en la dirección Variante de Uchumayo Km1.5, su tercera sede se encuentra ubicada en el departamento de Lambayeque, en la dirección Carretera Panamericana Norte Km 779 y su centro de distribución se encuentra ubicada en Huancayo, Calle Real 1595, Azapampa distrito de Chilca.

### Figura 1

Sede Principal Lurín



Nota. De <https://maps.app.goo.gl/QYFMNomPcreYGWkr9>

### Figura 2

Sede Lambayeque



### **Misión**

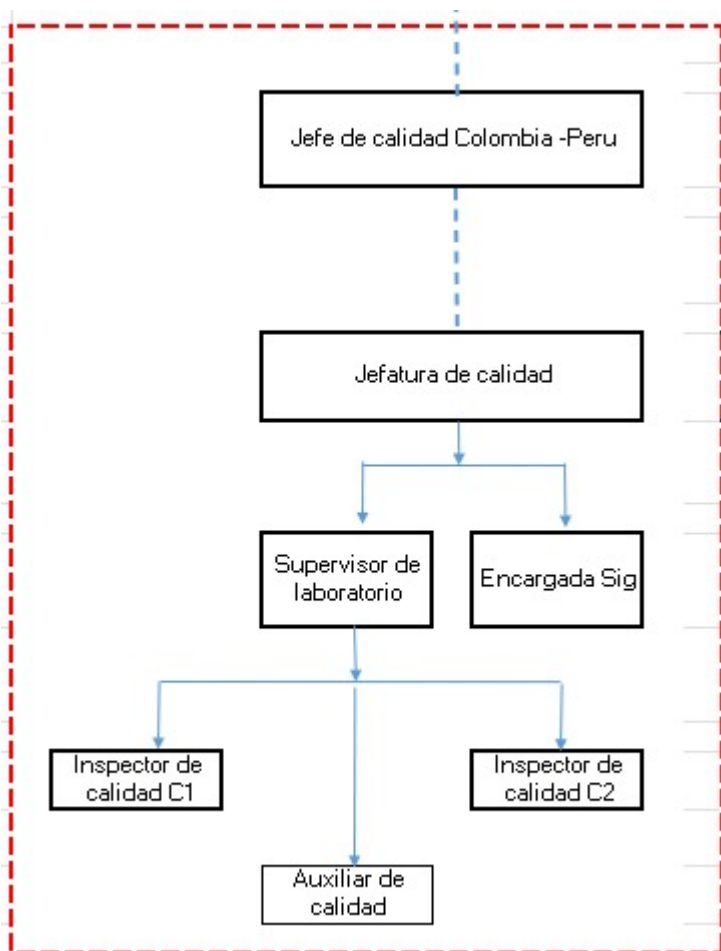
Tenemos la pasión por crear soluciones innovadoras y facilitadoras para proveer agua y energía. Ofrecemos al mundo avanzados sistemas plásticos de tuberías, liderando la industria y anticipándonos a la rápida evolución de las necesidades de nuestros clientes.

### **Visión**

Hacemos que la vida fluya, construyendo un futuro mejor, conectando gente, agua y energía.

### **Figura 3**

*Organigrama calidad Nipe*



## **1.2. Descripción de la actividad profesional**

En la empresa Nicoll Perú S.A, se asumió la responsabilidad del cargo Inspector de Calidad C1 para el área de Control de Calidad en la sede de Lambayeque:

Ejecutar labores de inspección y pruebas de calidad en las etapas de recepción, durante el proceso productivo y al final de este para asegurar el cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas que regulan la calidad de los insumos y productos terminados.

Conocer y desarrollar las labores de acuerdo con lo establecido en la descripción y perfil de puesto, políticas, objetivos, manuales, procedimientos, instructivos del área de trabajo establecidos según el Sistema de gestión integrado (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001).

Identificar los aspectos e impactos, oportunidades, los riesgos de calidad, medio ambiente y SST en puesto de trabajo, tomando conciencia de ellos y previniéndolos a través de los controles operacionales establecidos, para asegurar la calidad de los productos fabricados, la prevención de la contaminación del medio ambiente y la seguridad y salud en el trabajo.

### **Asumiendo las siguientes funciones:**

- Reconocer su rol, funciones y responsabilidades establecidas según lo definido en el procedimiento PE.QA.CP.20.1400 Controles de Laboratorio (bajo requisitos de la NTC ISO 17025), y velar por el cumplimiento de los objetivos del proceso conformidad de producto y garantizar el desarrollo y evaluación del personal a cargo de acuerdo con sus roles y funciones establecidos, velando por el cumplimiento de los objetivos de los procesos a cargo.
- Coordinar el proceso de control y aseguramiento de calidad bajo los estándares definidos por las normas técnicas aplicables en las diversas líneas de producto, desde la fase de materias primas e insumos, durante el proceso productivo y al final de éste, de acuerdo con los planes de calidad a nivel Perú.

- Realizar y actualizar los documentos de calidad (planes de inspección, procedimientos, instructivos, especificaciones técnicas, registros, normativas, listas maestras), y asegurar su cumplimiento.
- Participar con equipos multidisciplinarios de los nuevos proyectos y desarrollo de nuevos productos de la compañía, dando soporte técnico en temas de calidad.
- Analizar, estudiar y evaluar las normas técnicas correspondientes a productos nuevos, en proceso de producción y/o comercializados.
- Crear las especificaciones correspondientes para la certificación de productos nuevos, en proceso de optimización y/o comercializados, o actualización de los existentes.
- Difundir las especificaciones de los productos y generar los planes de capacitación al personal involucrado.
- Verificar la claridad y veracidad de los datos registrados en los certificados de calidad y/o protocolos de calidad y aprobar la emisión de estos.
- Elaboración de informes de pruebas de laboratorio relacionados a Quejas de calidad y/o partes interesadas.
- Participar activamente en las reuniones de auditorías de SEDAPAL y sistema, visitas al laboratorio de ensayos, eventos y demás actividades a las que sea citado.
- Comunicar a las partes interesadas del proceso Gestión manufactura los respectivos informes de los resultados de los procesos a cargo en reunión Tier3.
- Tomar decisiones sobre las desviaciones o no conformidades generadas, según el procedimiento PEI.QA.CP.20.1399 Producto No Conforme.

- Asegurar el correcto tratamiento de las no conformidades hasta el cierre de la causa raíz.
- Generar el presupuesto BU para las actividades del laboratorio de ensayos (adquisición de nuevos equipos, planificación de auditorías, entre otros requerimientos que sean necesarios para el laboratorio de Nicoll Perú Chiclayo)
- Conocer la política y objetivos SIG, peligros, riesgos, aspectos e impactos del área de calidad.
- Visitar a los clientes por atención de reclamos y atención de visitas en laboratorio para la realización de ensayos solicitados y certificaciones del producto.
- Realizar labores de inspección de calidad durante y al final del proceso para los productos extruidos, y roto moldeados durante su etapa de producción para asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas.
- Validar los resultados de las pruebas, mediciones y/o verificaciones de las muestras de los productos en el proceso productivo según el plan de inspección y ensayo, para garantizar la conformidad del producto.
- Informar al Supervisor de Producción y/o al jefe planta el resultado de las pruebas de calidad proponiendo soluciones a problemas encontrados con el fin de garantizar que el producto manufacturado cumpla con las especificaciones técnicas.
- Orientar a los operarios y supervisores de producción en cuanto al uso correcto de instrumentos de medición e interpretación de resultados de pruebas de calidad para garantizar que cuenten con los conocimientos necesarios que permitan la fabricación del producto de acuerdo con las especificaciones y normas requeridas.

**Participación en Proyectos**

- Elaboración de nuevos instructivos de calidad.
- Elaboración de actualización de Procedimientos.
- Participación en el proyecto de Cambio de formulaciones para tubería según norma NTP 399.003 y NTP ISO 4435 con el objetivo de reducir costos.
- Participación en la implementación de nueva línea en el área de Rotomoldeo para la creación de Tanque Cisterna de 1350lt.
- Creación de especificaciones internas para Tanque Cisterna de 1350lt, formulario de reporte de control y actualización del Plan de Calidad Rotomoldeo.
- Participación en la creación de nuevo producto en el área de Rotomoldeo para la creación de Tanque Negro Bicapa de 1100lt.
- Participación en la creación de nuevo producto en el área de Rotomoldeo para la creación de Tanque Azul Tricapa de 1100lt.
- Participación en la gestión de cambio para reducir costos en la producción de Biodigestores.
- Participación en la gestión de cambio para reducir costos en la producción de tanques.
- Participación en la gestión de cambio en el reemplazo de materia prima para reducir costos en la producción de biodigestores.

### **Capacitaciones otorgadas**

- Capacitaciones a supervisores y personal de extrusión, uso correcto de Instrumentos de Calidad según plan de capacitación PE.QA.CP.50.1451(anexo 6)
- Capacitaciones a supervisores y personal de extrusión, Ensayos de acuerdo con las normas NTP 399.002, NTP 399.003, NTP 399.006, NTP ISO-4435, NTP ISO-1452 que se realizan en laboratorio de control de calidad.
- Capacitación a supervisores y personal operativo sobre las funciones, actividades y ensayos realizados a los productos desarrollados en el área de rotomoldeo por parte del área de Calidad.
- Capacitaciones a supervisores y personal operativo del área de Extrusión, rotomoldeo y mezcla en Productos No Conformes.
- Capacitaciones a supervisores y personal operativo del área de extrusión, rotomoldeo y mezcla ante la atención de una queja por cliente externo.
- Capacitaciones a personal operario de acuerdo con las funciones encomendadas orientadas a la mejora continua y obtención de resultados eficaces y eficientes.

### **1.3. Definición de términos.**

**Policloruro de vinilo (PVC):** Material plástico comúnmente utilizado en procesos de extrusión, que permite a los procesadores ajustar formulaciones y reducir costos. Se usa en sistemas de tuberías de presión en las industrias de agua y alcantarillado por su rentabilidad y flexibilidad..(J.L. Barnard et al., 2020)

**Polímero:** Sustancia compuesta por grandes moléculas formadas por unidades repetitivas, llamadas monómeros. El PVC es un polímero sintético obtenido por polimerización del cloruro de vinilo. (Mount III, 2024)

**Extrusión:** Método fundamental para procesar polímeros termoplásticos, aplicable a casi todos los polímeros sintéticos. La extrusión de husillo simple es principalmente para productos terminados o semiacabados. (Mount III, 2024)

**Proceso de Extrusión:** Implica transformar la materia prima a través de la fusión en máquinas extrusoras, donde el material se calienta a 180-250 °C y se moldea según la forma y espesor requeridos. (Mount III, 2024)

**Extrusora:** Componente inicial en la fabricación de tuberías que funde los materiales plásticos y los transfiere al cabezal de extrusión. Existen extrusoras de tornillo único y de doble tornillo, siendo estas últimas las más comunes para tuberías de PVC. (Gaspar-Cunha et al., 2022)

**Tornillo:** Componente clave en la extrusora que facilita el transporte, calentamiento y mezcla del material. Su diseño afecta significativamente la eficacia del proceso y la calidad del producto. (Gaspar-Cunha et al., 2022)

**Barril o cilindro:** El barril de una extrusora constituye una cámara cilíndrica en la que se aloja el tornillo. Este tornillo y el cilindro interactúan para fundir, transportar y ejercer presión sobre un material polimérico en el interior de la extrusora. Es crucial que este proceso se realice en condiciones controladas, ya que el objetivo es obtener un material plastificado de manera uniforme, con una composición constante y en la proporción deseada. (Mount III, 2024)

**Tolva:** La tolva es el receptáculo empleado para cargar el material en la máquina. Es fundamental que la tolva, la garganta de alimentación y la boquilla de entrada estén perfectamente ensambladas y diseñadas para garantizar un flujo uniforme de material. (Gajjar & Kiran, 2023)

**Cabezal:** Diseñado para dar forma a la tubería, el cabezal distribuye la resina a través de una matriz. Ubicado al final del cilindro, sostiene la boquilla y optimiza el flujo del material hacia ella, asegurando una velocidad de flujo constante.(Gaspar-Cunha et al., 2022)

**Tina de vacío y enfriamiento:** Solidifica el material y determina su diámetro externo mediante un calibrador. Se inyecta agua fría para reducir rápidamente la temperatura del material.(Pawar et al., 2019)

**Jalador:** Sincronizado con la extrusora, transporta el material desde el molde a través de la tina de enfriamiento. (Talwar rajni bala, 2021)

**Cortadora:** Necesaria para cortar el material en tramos, sincronizada con el jalador.(Aslam et al., 2024)

**Acampanadora:** Crea "campanas" en los extremos de la tubería para permitir la conexión entre tramos (Nariuševičiūtė, 2023)

**Gelificación:** Proceso en el que los cristales del PVC se derriten y recristalizan, formando una red tridimensional en los límites de las partículas. (Pimentel Real et al., 2018)

**Aditivos:** Sustancias que mejoran las propiedades de los polímeros, optimizando el procesamiento y alterando características como la morfología y cristalinidad.(J.L. Barnard et al., 2020)

**Purga:** Se utiliza para limpiar los tornillos y el cilindro del extrusor, sin necesidad de desensamblar la máquina, es a través de un proceso de purga. Existen diversas razones para llevar a cabo la purga, como la transición de un color de material a otro o el cambio entre diferentes tipos de materiales. El resultado final es similar en todos los casos: se genera desperdicio de material y se interrumpe el tiempo de producción. Por lo tanto, el objetivo debe

ser reducir al mínimo estas pérdidas mediante una planificación meticulosa de las operaciones, con el fin de mitigar los efectos de los cambios realizados.(Chong et al., 2019)

**Scrap:** (Castillo – Robles, 2020) Se define como el residuo reciclable generado durante el proceso de extrusión que no satisface las especificaciones técnicas de los productos.

## **CAPITULO II: Fundamentación sobre el tema elegido.**

### **2.1. Producto o proceso que es objeto del trabajo de suficiencia profesional**

El policloruro de vinilo (PVC) es un plástico derivado de la combinación de carbono, hidrógeno y cloro. Aproximadamente el 43% de sus componentes proviene del petróleo y el 57% de la sal común, lo que lo hace un recurso abundante. Este material es termoplástico, lo que significa que se ablanda con el calor, permitiendo su moldeado; al enfriarse, recupera su rigidez original. (Gilbert & Stuart, 2017).

Entre sus desventajas, el PVC tiende a acumular polvo y presenta desafíos en su procesamiento debido a su inestabilidad. A lo largo del tiempo, sufre un envejecimiento que se manifiesta en pérdida de transparencia y aumento de fragilidad, provocado por reacciones químicas por exposición al calor y luz. Sin embargo, es valorado por su durabilidad, diseñado para una larga vida útil con mínimo mantenimiento. (García, 2011).

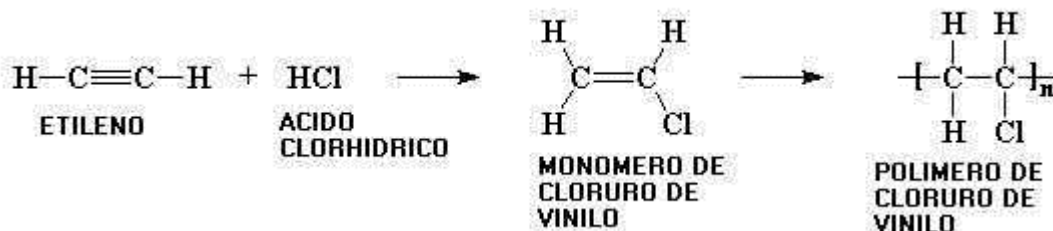
La química y estructura del PVC:

(Jorge Wypych, 2020) El PVC se deriva de dos materias primas principales: el petróleo y el cloruro de sodio (sal común). Mediante el proceso de electrólisis, la sal se descompone en cloro y sodio en proporciones fijas:



A partir de una solución de salmuera en agua y la aplicación de energía eléctrica, se obtiene cloro, sosa cáustica e hidrógeno. El cloro obtenido a través del proceso de electrólisis reemplaza una parte del hidrógeno presente en el etileno ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ), un hidrocarburo insaturado que se encuentra en los gases de craqueo de productos derivados del petróleo. Esto genera el monómero de cloruro de vinilo, con la fórmula empírica ( $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ), y ácido clorhídrico ( $\text{H-Cl}$ ). Estructuralmente, el PVC es un polímero vinílico y se produce mediante una polimerización por radicales libres del cloruro de vinilo.

Para llevar a cabo la polimerización, se debe agregar el monómero de cloruro de vinilo, agua y ciertos aditivos específicos, como catalizadores o aceleradores de reacción, emulsionantes, dispersantes, entre otros, aplicando calor y agitación mecánica. Estos componentes también ayudan a regular la reacción de polimerización, que es altamente exotérmica, para así evitar la degradación del PVC. (Seymour & Carraher, 2021)



### 2.1.1. Proceso para la fabricación de tuberías de PVC

#### *Proceso de Mezcla*

Las tuberías conocidas como PVC o PVC rígido deben denominarse correctamente como UPVC (cloruro de polivinilo no plastificado), siendo estas las tuberías plásticas más utilizadas. Este material se obtiene de forma sintética, mediante la transformación de productos naturales combinados con aditivos.

Las formulaciones para preparar las mezclas de resinas de PVC junto con sus correspondientes aditivos varían según el tipo de tubería que se desee fabricar. Esto asegura tanto que el producto final cumple con las especificaciones de calidad requeridas como que el proceso de fabricación sea eficiente, sin interrupciones y con alta productividad, todo ello dentro de un marco de costos.

En general, una mezcla de resina de PVC incluye entre 7 y 10 aditivos, cuidadosamente dosificados y equilibrados para aprovechar los efectos sinérgicos entre sus componentes. En promedio, por cada 100 kg de resina, se añaden entre 2,5 y 4 kg de aditivos básicos para acondicionar la resina. (Reynoso, 2018).

El compuesto de PVC se prepara mediante un proceso de "dry-blend", combinando aditivos y resina en proporciones precisas. La norma NTP ISO 4435 establece las especificaciones para la fabricación de tuberías de alcantarillado.

**a) Componentes de la formulación:**

**Resinas de PVC**

Existen dos métodos principales para la producción de resina destinada a la extrusión de tuberías: el proceso por suspensión y el proceso por masa. El método de emulsión no es adecuado para la fabricación de tuberías.

La calidad de los tubos obtenidos con resinas producidas por ambos métodos es igualmente buena. Las propiedades claves de la resina de PVC para producir tuberías de alta calidad incluyen: el índice de viscosidad, la densidad (que debe ser superior a  $0,55 \text{ kg/dm}^3$  para asegurar una adecuada porosidad del grano, entre el 15 y el 18%), el color (blanco) y la humedad (que debe ser inferior al 3% para evitar problemas durante el proceso).

**Estabilizantes**

Estos aditivos resultan indispensables en todas las formulaciones de PVC para evitar su degradación térmica durante el procesamiento. Mejoran la resistencia a la luz, la exposición al ambiente y el calor, y tienen un efecto significativo en las propiedades físicas.

Los aditivos son esenciales para evitar la degradación térmica del PVC durante su procesamiento a las temperaturas de  $180\text{-}200 \text{ }^\circ\text{C}$ , que se deben alcanzar en las extrusoras para lograr una correcta gelificación y formación de la pared del tubo. Mejoran la resistencia a la luz, la exposición al ambiente y el calor, y tienen un efecto significativo en las propiedades físicas.

Estos aditivos, generalmente sales orgánicas o inorgánicas de metales, tienen la función de combinar el ácido clorhídrico (HCl) liberado durante la degradación térmica con el metal, mientras que el anión orgánico o inorgánico satura.

Entre los estabilizantes más comunes empleados se encuentran: sulfato tribásico de plomo, estearato dibásico de plomo, fosfito dibásico de plomo, estearato de calcio, estearato de Zinc, Estearato neutro de Plomo.

### **Lubricantes**

Estos aditivos son esenciales para reducir la fricción entre las partículas de PVC fundido y las superficies metálicas de la prensa de extrusión y las hileras. Además, facilitan el flujo del PVC gelificado. Dependiendo de si su función principal es reducir la fricción o mejorar el flujo, se clasifican como lubricantes externos o internos, respectivamente. Entre los lubricantes más utilizados se encuentran el ácido esteárico, ceras parafínicas y ceras poliolefínicas, entre otros.

### **Plastificantes**

Los plastificantes son solventes de baja volatilidad que se incorporan en la formulación del PVC para conferirle características elastoméricas, como flexibilidad, elongación y elasticidad. Generalmente, son líquidos, aunque en raras ocasiones pueden ser sólidos. Entre ellos se encuentran ésteres dibásicos, alifáticos o aromáticos, diésteres glicólicos derivados de ácidos monobásicos, poliésteres lineales, glicéridos epoxidados, hidrocarburos aromáticos de monoésteres y algunos hidrocarburos alifáticos clorados.

### **Cargas**

Las cargas se emplean principalmente para reducir costos, proporcionar opacidad y modificar algunas propiedades finales del material, como la resistencia a la abrasión o al desgarrar. Los materiales utilizados suelen ser inertes, inorgánicos y minerales. Entre ellos, el carbonato de calcio y los silicatos, como la arcilla, el caolín, el talco y el amianto, son los más comunes. El carbonato de calcio es el más utilizado.

### **Pigmentos**

Se utilizan para conferir opacidad y, por lo tanto, resistencia a la luz, como es el caso del dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), además de servir como base para la coloración. El color gris, que es el más común y estandarizado en las tuberías a nivel mundial, se logra mediante la combinación de  $\text{TiO}_2$  y negro.

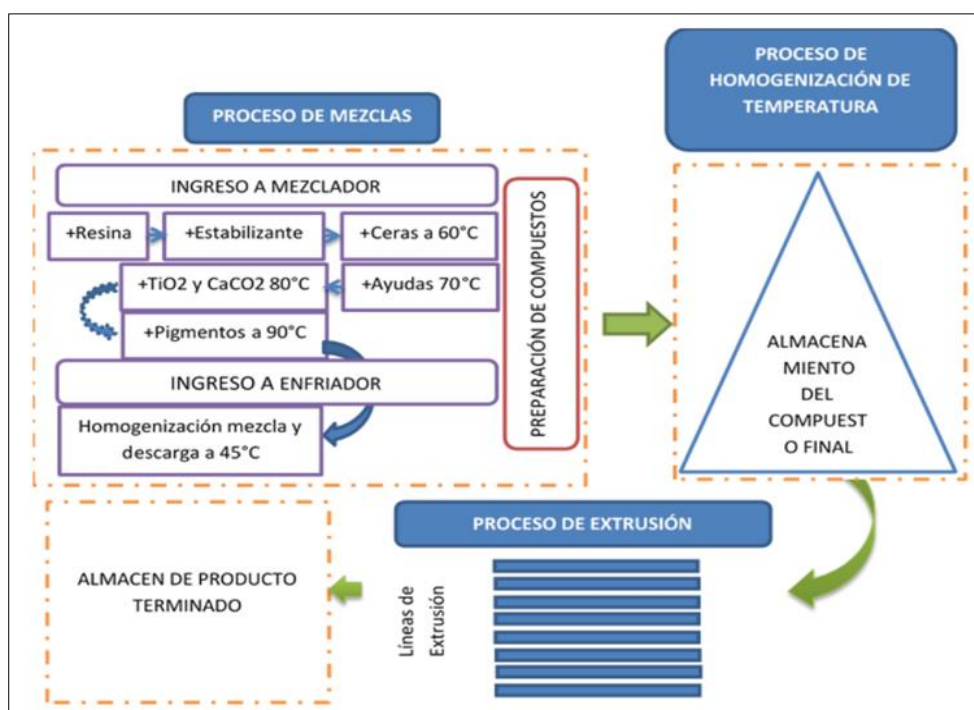
### Aditivos especiales

Son aditivos que, aunque no desempeñan un papel crucial en el proceso de extrusión del tubo, mejoran sus propiedades finales. En este grupo se incluyen, por ejemplo, los modificadores de impacto y los absorbentes de radiación ultravioleta.

Los gránulos de PVC se funden al ser calentados en el cilindro de la máquina, donde un tornillo impulsa el plástico caliente a través de una matriz. Este proceso de extrusión requiere control riguroso de temperatura, ya que el PVC es sensible y puede descomponerse fácilmente si no se maneja adecuadamente. (Mount III, 2024).

**Figura 4**

*Diagrama de mezcla*



El proceso de mezclado de un lote para la fabricación de una tubería estándar de PVC, como una tubería para alcantarillado, debe seguir los siguientes pasos:

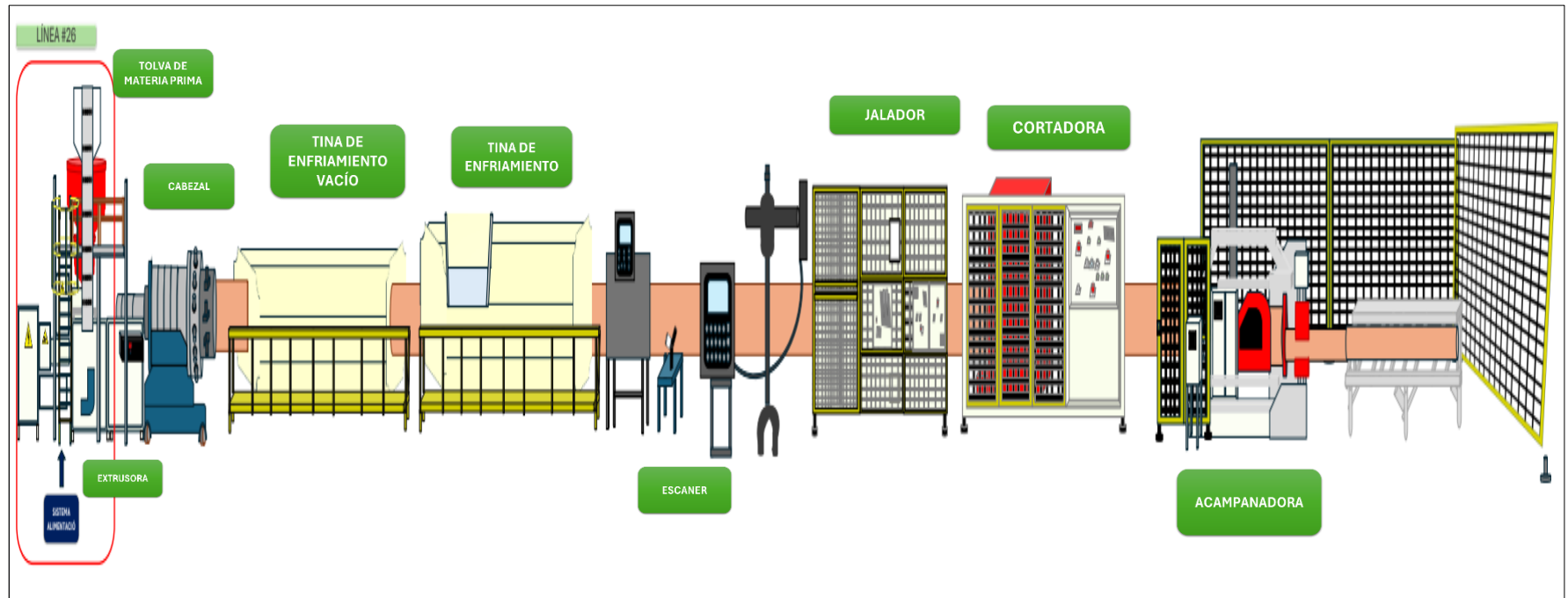
- La resina se añade en un dosificador a temperatura ambiente. El estabilizador se incorpora a 60°C, lo que previene la degradación del PVC, ya que este material pierde propiedades cuando entra en contacto con el ambiente.
- Los aditivos, como ceras parafínicas, ceras polietilénica y estearatos de calcio, se añaden a 70°C. Estos aditivos proporcionan un recubrimiento y mejoran la resistencia del PVC a las altas temperaturas durante el proceso de extrusión.
- A 108°C, se logra la fusión completa de todos los materiales.
- Finalmente, se agregan los carbonatos de calcio y dióxidos de titanio, que actúan como colorantes y agentes protectores contra la radiación solar.
- Una vez completado el proceso de mezcla, es necesario enfriar la mezcla desde 108°C hasta la temperatura ambiente, para evitar que el material se quemé o degrade.
- El material debe almacenarse en depósitos y reposar al menos 24 horas. Si no se cumple este tiempo de reposo, pueden surgir problemas estéticos (como el amarillamiento o rosado de los tubos) y defectos internos.

Cabe destacar que el producto resultante es un compuesto semielaborado, es decir, está a un paso de convertirse en el producto final.

## Proceso de extrusión

Figura 5

Línea de extrusión de tuberías de PVC N°26



La técnica de procesamiento implica que la resina de PVC, generalmente en estado sólido (ya sea en polvo o en gránulos), se introduce a través de una tolva y luego es transportada por un tornillo. Durante este proceso, la resina se compacta, funde, mezcla y homogeneiza lentamente, para finalmente ser dosificada a través de una boquilla conformadora, que le otorga de manera continua el perfil y/o la forma deseada en el producto final. (Ramos de Valle, 2012).

El proceso comienza con la inspección de la resina almacenada, llevada a cabo por el departamento de aseguramiento de calidad. Una vez obtenida su aprobación, las materias primas son trasladadas a la etapa de mezclado, donde los ingredientes se combinan en proporciones de peso precisas para formar un compuesto homogéneo. Esta etapa se denomina "dry-blend" (mezclado en seco). Al finalizar este intenso proceso de mezclado a altas temperaturas durante un tiempo determinado, se completa la preparación de un lote de compuesto de PVC.

El compuesto es trasladado para iniciar la operación de extrusión, siendo colocado en una tolva que alimenta al extrusor. Al caer de la tolva, el compuesto de PVC en forma de polvo pasa a través de una garganta hacia el barril de extrusión, donde es recibido por tornillos giratorios. A continuación, el material es transportado mediante una acción de bombeo a través de los espacios entre el tornillo y el barril a lo largo del extrusor. A medida que el material avanza bajo condiciones controladas de temperatura y presión, se transforma de un polvo seco en una masa viscosa de plástico. Para asegurar que el producto final cumpla con las características requeridas, es fundamental que el proceso sea cuidadosamente monitoreado y controlado de manera precisa. (Mount III, 2024)

Una vez finalizado el proceso de plastificación y eliminados los elementos volátiles del plástico fundido, el material se prepara para su conformación final. La masa viscoelástica de plástico es forzada a través de un dado de formado bajo una alta presión, que varía entre 140 y 350 kg/cm<sup>2</sup> (2,000 a 5,000 PSI), moldeando así el plástico caliente en un perfil cilíndrico. Al salir del dado, el material se encuentra a una temperatura extremadamente alta, aproximadamente 200 °C (400 °F), y presenta flexibilidad y deformabilidad. En esta etapa, el plástico caliente se modela con precisión para obtener un producto final con las dimensiones requeridas y luego se enfría para solidificarse.

El control dimensional del diámetro exterior se logra al forzar el paso del plástico caliente a través de una camisa dimensionadora, mientras es extraído del extrusor por un equipo denominado "puller" o "caterpillar". El espesor de la pared se controla mediante la correcta sincronización entre el jalador y la velocidad de extrusión. Hasta que se obtiene la forma definitiva, el tubo de PVC extruido se retira del extrusor y se sumerge en tanques de enfriamiento donde es enfriado con agua templada.

Una vez completada esta operación, el tubo se somete a un marcado, se corta a la longitud exacta y se le da un chaflán o bisel. En este punto, el tubo terminado se transfiere a la operación de acampanado. Después de realizar esta acción, la tubería es sometida a una inspección y ensayos por parte del área de calidad, que verifica que el proceso y el producto cumplan con las normas establecidas y que el lote de tubería en producción no presente fallas. Con esto, el proceso de extrusión de tubería de PVC se considera completo, quedando solo su almacenamiento o empaquetado para su comercialización y uso. (Golf & Whelan, 2000)

### ***Inspecciones y pruebas de control de calidad***

(Organización Internacional de Normalización [ISO], 2020) define los requisitos para tubos y conexiones fabricados en poli (cloruro de vinilo) (PVC) destinados a sistemas de drenaje y alcantarillado sin presión, los cuales transportan desagües tanto domésticos como industriales,

así como aguas superficiales. Aunque abarca tubos enterrados, no se aplica a sistemas de tuberías instalados en el interior de las edificaciones. En el caso de efluentes industriales, es fundamental considerar por separado la resistencia a sustancias químicas y a la temperatura. Esta norma es válida para tubos de PVC, Independientemente de que Tengan o no campanas integradas.

Según la (Organización Internacional de Normalización, 2020) de deben cumplir una serie de características generales, geométricas y mecánicas, físicas, rotulado, entre otros:

#### **Características generales:**

**Apariencia:** El objetivo es garantizar que las tuberías de PVC presenten una homogeneidad total, lo que implica que estarán exentas de burbujas, fracturas, incrustaciones u otros defectos.

**Color:** Las tuberías deberán presentar un color uniforme en su totalidad tanto externa e interna.

#### **Características Geométricas:**

##### **Inspección dimensional**

La medición de las dimensiones en forma regular y sistemática es fundamental, las dimensiones comúnmente requeridas son:

- ***Diámetro externo de la tubería:***

Para medir el diámetro externo de las tuberías de PVC, se recomienda realizar la medición cuando estén completamente frías. Para ello, se debe utilizar una cinta pi-tape con graduación en milésimas de pulgada, la cual se debe envolver alrededor del contorno de la muestra, ajustándola adecuadamente y alineando los puntos de pulgada con la medida correspondiente de la muestra. Esta medición se compara con los valores establecidos en la

norma en la tabla de dimensiones, que especifica un diámetro mínimo y un diámetro máximo para cada tipo de tubería (véase Tabla I).

**Tabla 1**

*Tabla General de Dimensiones según la norma NTP ISO 4435*

Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Promedio Externo (mm)	Ovalidad Máximo (mm)	Espesor de Pared en cualquier punto (mm)			Longitud de tubo(m)
			SN 2(SDR 51) Espesor(mm)	SN 4(SDR 41) Espesor(mm)	SN 8(SDR 34) Espesor(mm)	
110	110 + 0.3	2,6	2.2 + 0.5	3.2 + 0.6	3.2 + 0.6	
140	140 + 0.4	3,4	2.8 + 0.5	3.5 + 0.6	4.1 + 0.6	
160	160 + 0.4	3,8	3.2 + 0.6	4.0 + 0.6	4.7 + 0.7	
200	200 + 0.5	4,8	3.9 + 0.6	4.9 + 0.7	5.9 + 0.8	6,00
250	250 + 0.5	6	4.9 + 0.7	6.2 + 0.9	7.3 + 1.0	6,01
315	315 + 0.6	7,6	6.2 + 0.9	7.7 + 1.0	9.2 + 1.2	
355	355 + 0.7	8,5	7.0 + 0.9	8.7 + 1.1	10.4 + 1.3	
400	400 + 0.7	9,6	7.9 + 1.0	9.8 + 1.2	11.7 + 1.4	
450	450 + 0.8	10,8	8.8 + 1.1	11.0 + 1.3	13.2 + 1.6	
500	500 + 0.9	12	9.8 + 1.2	12.3 + 1.5	14.6 + 1.7	
630	630 + 1.1	15,1	12.3 + 1.5	15.4 + 1.8	18.4 + 2.1	

**Nota:** Tolerancia positiva de la forma 0.1e+0.2

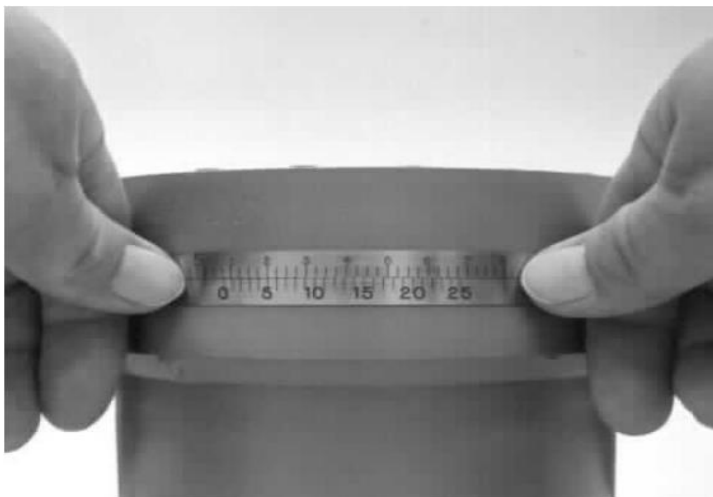
**Figura 6**

*Cinta pi-tape*



**Figura 7**

*Forma de utilizar la cinta pi-tape*



Para medir el diámetro interno de las tuberías de PVC, es fundamental contar con un calibrador específico para medidas interiores, que se abre en lugar de cerrarse, permitiendo así obtener la medida interna. Sin embargo, el control del diámetro interno no es una prioridad para los laboratorios, ya que se considera suficiente medir el diámetro externo y el espesor de las paredes. Esto se debe a que el manual de la norma no establece ninguna norma que considere el diámetro interno como un parámetro de mayor relevancia.

- ***Espesor de pared***

El grosor de la pared de un tubo se mide utilizando un dispositivo llamado micrómetro, que cuenta con una escala graduada en milésimas de pulgada y dos puntas de contacto de forma redonda, diseñadas para ajustarse a las superficies interna y externa de las paredes del tubo (véase figura 8).

Cada tipo de tubería presenta diferentes espesores en función de su diámetro y relación de diámetro (RD), siendo la mayoría de estos espesores especificados por la norma NTP ISO 4435. Para medir el espesor de las tuberías, se cortan muestras de aproximadamente 6 pulgadas

de longitud, las cuales se marcan en un lado con un marcador permanente, dividiendo la circunferencia de la muestra en ocho, seis o más segmentos, según la disposición de los tornillos de centrado del cabezal. Las marcas en la muestra deben posicionarse de manera que se asemejen a las horas en un reloj, tomando como referencia las 12 horas. Una vez marcados los puntos de centrado, se procede a calibrar cada uno con el micrómetro, registrando el espesor correspondiente al lado de cada punto.

Después de medir los 6 u 8 puntos de centrado de la muestra, se suman todas las medidas y se dividen entre la cantidad de puntos para calcular el espesor promedio de la muestra. Este promedio se compara con los espesores especificados por la norma para la relación de diámetro (RD) correspondiente, lo que permite determinar si se encuentra dentro de los límites mínimo y máximo establecidos para su aprobación, o si excede los parámetros permitidos por la norma, en cuyo caso deberá ser corregido (véase Tabla I).

### **Figura 8**

*Micrómetro de puntas redondeadas*



- **Ovalidad**

La ovalidad se define como la presencia de curvas cerradas en la tubería, con la convexidad orientada hacia el exterior, formando una figura similar a una elipse y simétrica con relación a uno de sus dos ejes. Para medir la ovalación, se puede utilizar la misma muestra de

tubo empleada previamente para verificar los espesores. El instrumento de medición adecuado es el pie de rey, también conocido como vernier o calibre, que se utiliza para medir espesores, diámetros interiores y exteriores. Este dispositivo cuenta con diversas escalas graduadas (en milímetros y pulgadas) que permiten realizar mediciones precisas de longitudes.

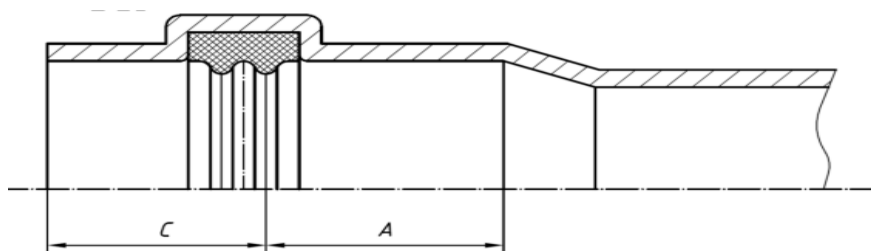
Para determinar la ovalación de la muestra, se debe medir el contorno de la circunferencia utilizando el pie de rey (vernier) en escalas de milésimas de pulgada, avanzando paso a paso hasta identificar el diámetro mayor y el diámetro menor de la muestra. La ovalación se calcula restando el diámetro menor del diámetro mayor. Este valor se compara con los parámetros establecidos en las tablas de la norma NTP ISO 4435, para verificar si se encuentra dentro de los límites permitidos por dicha norma (véase Tabla I).

- ***Dimensiones de campanas y espigas***

El diámetro y la longitud de la campana y la espiga deben indicarse en la Tabla 2-3 (véase Figura 9). Cuando los anillos de sello están firmemente sujetos, se debe medir el valor mínimo de A y el valor máximo de C como el punto de sello efectivo (véase Figura 4), según lo especificado por el fabricante, para garantizar la correcta función del sello.

**Figura 9**

*Diseño campana y espiga*



**Tabla 2***Dimensiones de campana*

<b>Diámetro</b>	<b>ds(min)*</b>	<b>C</b>	
<b>Nominal (mm)</b>		<b>A (min)</b>	<b>(Max) **</b>
110	110,4	32	26
160	160,5	42	32
200	200,6	50	40
250	250,8	55	70
315	316,0	62	70
355	356,1	66	70
400	401,2	70	80
450	451,4	75	80
500	501,5	80	80
630	631,9	93	95

**Nota:** ds se verificará con un Niple de la misma medida para su conformidad.

El fabricante debe indicar en su catálogo los valores de "c"

**Tabla 3***Dimensiones de L/G del bisel*

<b>Diámetro</b>	<b>SN 2</b>	<b>SN 4</b>	<b>SN 8</b>
<b>Nominal (mm)</b>			
110	6/1.1	6/1.6	6/1.6
160	7/1.6	7/2.0	7/2.4
200	9/2.0	9/2.5	9/3.0
250	9/2.5	9/3.1	9/3.7

315	12/3.1	12/4.0	12/4.6
355	13/3.5	13/4.4	13/5.2
400	15/4.0	15/5.0	15/6.0
450	17/4.4	17/5.5	17/6.6
500	18/5.0	18/6.2	18/7.3
630	23/6.2	23/7.7	23/9.2

**Nota:** Relaciones matemáticas aproximadas:  $L = 0,05 \varnothing$  y  $G = 0.5e$

- **Longitud**

Para medir la longitud de las tuberías, es necesario contar con una cinta métrica de 8 metros de longitud. Esta se fija en un extremo del tubo y se desliza a lo largo de su superficie hasta alcanzar el extremo opuesto, donde se verifica la longitud total. La longitud más comúnmente utilizada para las tuberías de PVC fabricadas en Perú, destinadas a la conducción de agua potable, drenaje y alcantarillado, es de 6.001 metros. No obstante, no existe una norma que regule estas longitudes en las tuberías de PVC, ya que la NTP ISO 4435 deja este aspecto a la consideración y acuerdo entre el fabricante y el consumidor, dependiendo de sus necesidades o proyectos específicos.

### **Características Mecánicas:**

#### ***Resistencia al impacto (método del giro del reloj)***

La Organización Internacional de Normalización en el año 2022 revisa la norma técnica para este método de ensayo que abarca la evaluación de la resistencia al impacto en tuberías termoplásticas, bajo condiciones específicas mediante la caída de un peso. La resistencia al impacto de tuberías termoplásticas, como las de PVC, está vinculada tanto con la calidad del proceso de fabricación como con su idoneidad para el servicio. Además, proporciona una medida

relativa de la resistencia a la fractura de la tubería durante su manipulación, instalación y en aplicaciones donde la tubería quede expuesta a la intemperie.

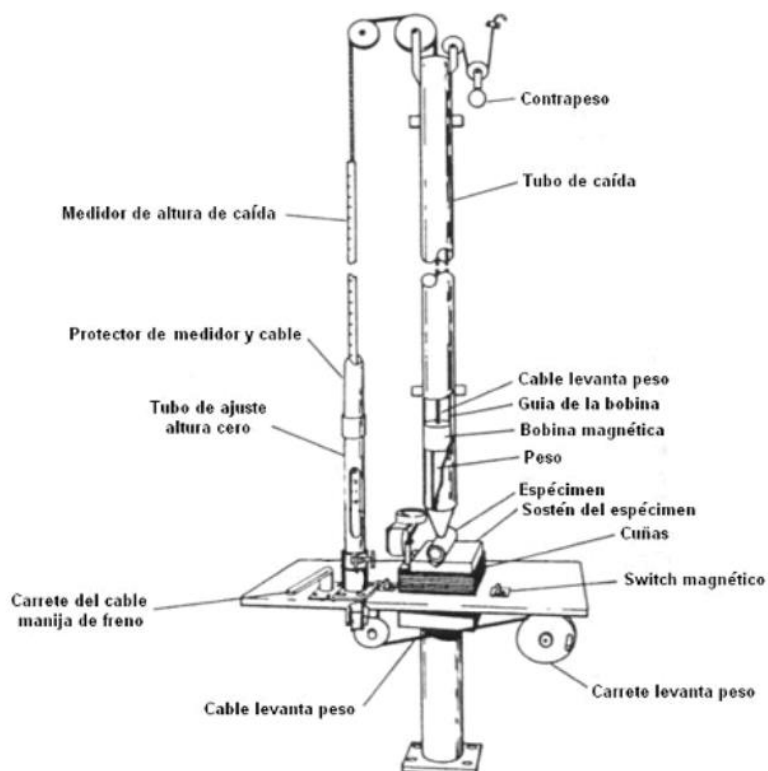
Los resultados obtenidos a través de esta prueba pueden utilizarse de tres maneras principales:

- Como base para definir los requisitos de prueba de impacto en los estándares de productos.
- Para evaluar el impacto de cambios en los materiales o en los procesos de fabricación.
- Para determinar el efecto de factores ambientales.

El equipo empleado para esta prueba se denomina impactómetro, el cual permite el uso de tres tipos de mazos, también conocidos como pesos o balas. Estos son intercambiables y varían en su configuración geométrica. Para la mayoría de los diámetros de tubería, se utiliza un mazo con una nariz de radio de 12.7 mm, denominado Tipo A. El mazo Tipo B, con una nariz de radio de 51 mm, se emplea para tuberías de diámetro pequeño (menos de 1 pulgada), mientras que el mazo Tipo C, con una nariz de 6.3 mm de radio, se usa para tuberías de mayor diámetro y espesor.

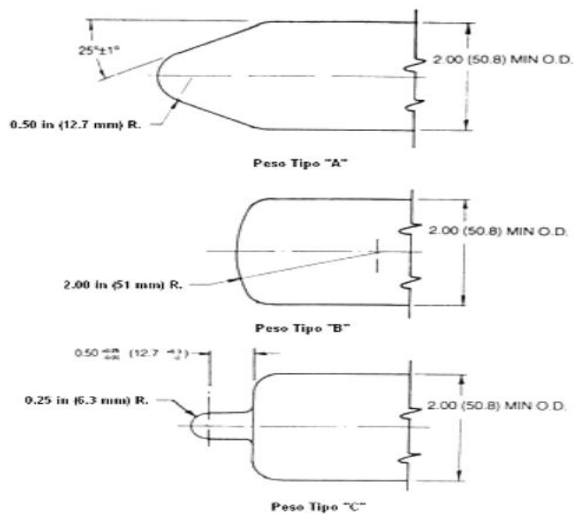
**Figura 10:**

*Equipo Impactómetro*



**Figura 11:**

*Tipos de mazos*



**Tabla 4***Alturas de caída y pesos de mazos para prueba de Impacto*

<b>Diámetro exterior Tubo (mm)</b>	<b>Tubos de Alcantarillado - NIVEL M</b>		
	<b>Mazo (kg)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Energía (N-m)</b>
<b>110</b>	1	1,6	16
<b>140</b>	1,6	1,8	29
<b>160</b>	1,6	2	32
<b>180</b>	2	1,8	36
<b>200</b>	2	2	40
<b>250</b>	2,5	2	50
<b>315</b>	3,2	2	64
<b>355</b>	3,2	2	64
<b>400</b>	3,2	2	64
<b>500</b>	3,2	2	64
<b>630</b>	3.2	2	64

**Características Físicas:*****Temperatura de ablandamiento vicat (VST)***

Este procedimiento se basa en la Organización Internacional de Normalización en 1995 establece el método y permite determinar la temperatura a la cual un penetrador estándar, aplicado con una fuerza de  $50 \text{ N} \pm 1 \text{ N}$ , alcanza una profundidad de 1 mm en la superficie de una muestra extraída de la pared de una tubería o accesorio, mientras la temperatura aumenta a una tasa constante. Este procedimiento es aplicable exclusivamente a materiales

termoplásticos en los que es posible identificar el punto en el que la velocidad de ablandamiento se intensifica.

El ensayo se realiza una vez por cada Lote de Producción de Tubos, Verificar que el equipo este en buenas condiciones, que el termómetro y los relojes comparadores (indicadores de caratula) estén calibradas, verificar que el conjunto de varillas y pesas estén completas. Recolectar las probetas de la línea de extrusión, o de la muestra a evaluar. Cuando se ensayen perfiles, se deberá usar la parte plana, eliminar la T en caso de presentarse. Las probetas pueden ensayarse inmediatamente después de haberse recolectado de la línea de producción. Se considera que el espécimen ha fallado en la prueba cuando el promedio del resultado de las dos muestras no cumpla lo indicado:

**Tabla 5**

*Parámetros para ensayo Vicat*

<b>Tipo de Tubo y</b>	<b>T° Vicat °C</b>
<b>Accesorios</b>	
NTP ISO 1452	≥ 80 °C / ≥ 74 °C
NTP ISO 4435	≥ 79 °C / ≥ 77 °C

Se ensayará 2 probetas de forma rectangular cortadas longitudinalmente de lados opuestos de una sección transversal del tubo. El tamaño de las probetas será entre 10 mm y 20 mm x 50 mm. Si el espesor es mayor a 6 mm, se reducirá por maquinado a 4 mm por la parte de la superficie externa del tubo. Probetas de espesor entre 2.4 mm y 6 mm se ensayarán como están. Aquellos de menor espesor a 2.4 mm, se incluirán 2 segmentos sobrepuestos a fin de alcanzar por lo menos 2.4 mm. El menor segmento el cual debe servir como base, se aplanará. Calentar a 140° C por 15 minutos mientras descansa una placa de metal delgado sobre él. El

segmento superior deberá ser dejado como está. Acondicionar las probetas por 5 minutos por lo menos a 50° C menor a lo especificado en la NTP ISO 2507-1. según sea el caso. El baño de calentamiento, con el aceite debe estar por lo menos 35 mm por encima de la pieza de ensayo. El baño de calentamiento debe proveerse de un agitador y además estar equipado con un medio de control tal que la temperatura pueda ser elevada a una velocidad uniforme de 50 °C/hora + - 5° C/hora. Colocar las probetas en forma horizontal, con la superficie externa del tubo haciendo contacto con el apoyo. Descansar el conjunto: Púa de Indentación, varilla, juego de pesas, en el centro de las probetas. Graduar los relojes comparadores (indicadores de caratula) mínimo a 3 mm (encerar), de tal manera ir verificando la penetración de la púa con mayor detalle constatar que la aguja del instrumento marque 0.00 mm. La diferencia del resultado de las temperaturas alcanzadas en una y otra probeta debe ser menor a 2 °C para dar valido el procedimiento realizado, caso contrario el ensayo se repetirá. Registrar el promedio de los valores obtenidos en los Reportes de Control de Proceso.

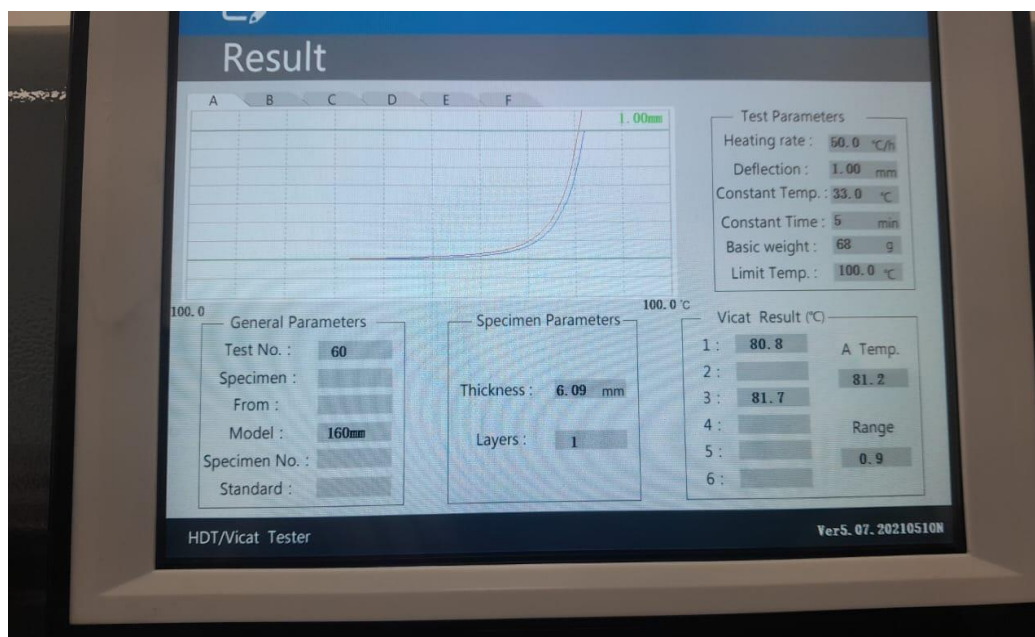
## Figura 12

*Equipo de Ablandamiento Vicat*



**Figura 13**

*Resultados de ensayo de ablandamiento Vicat en tubería 160mm S20*



### ***Reversión longitudinal***

La Organización Internacional de Normalización en el año 2023 describe el método para evaluar la calidad de la extrusión de tuberías de PVC a través de la observación de la reacción de una muestra de tubería después de haber sido sometida a altas temperaturas.

La relevancia de esta prueba radica en su capacidad para diferenciar entre una extrusión adecuada e inadecuada de tuberías de PVC. Además, puede utilizarse para:

- Detectar una mezcla incorrecta del compuesto, ya sea antes o durante la extrusión.
- Identificar la presencia de tensiones en la pared de la tubería, generadas durante el proceso de extrusión.
- Detectar la existencia de áreas no fundidas o contaminación.

- Identificar la presencia de bolsas de aire entre las paredes de la tubería.

El equipo empleado para esta prueba incluye un horno de aire controlado termostáticamente, que debe ser capaz de operar a 150°C. El aire caliente debe circular uniformemente por todas las partes del horno y alrededor de la muestra o muestras a evaluar.

La prueba de reversión longitudinal es un método utilizado para evaluar la expansión y contracción térmica en tuberías de PVC. Según las normas NPT ISO 2505, este ensayo establece los cambios en la longitud de una tubería termoplástica cuando se somete a un medio líquido o a aire, bajo condiciones controladas de temperatura y tiempo.

Estos cambios dimensionales suelen ser el resultado de la liberación de los esfuerzos residuales generados durante el proceso de extrusión.

El objetivo de este ensayo es determinar el porcentaje de reversión en la tubería al someter tres muestras de una longitud especificada de 20 cm a una temperatura constante de 150°C, durante un tiempo determinado según la norma.

Antes de introducir las probetas en la estufa, se marcan segmentos de 100 mm equidistantes, lo que permite comparar los resultados antes y después del calentamiento bajo condiciones idénticas.

La superficie de la muestra no debe mostrar alteraciones visibles tras el calentamiento. El porcentaje de reversión se calcula en función del cambio de longitud respecto a la longitud inicial y este debe ser menor o igual al 5%

Posteriormente, la muestra se coloca en el horno de forma vertical, configurado a 150°C. Utilizando una aguja de marcar, se deben trazar dos marcas circunferenciales en la muestra de ensayo, separadas 100 mm entre sí. Estas marcas delimitarán el área de ensayo y deberán ubicarse a igual distancia de ambos extremos de la pieza. El tiempo de exposición en el horno

varía entre 30, 60 y 120 minutos, dependiendo del grosor y el diámetro del tubo. Si el espesor es entre 4mm y 16mm, la muestra debe permanecer los 60 minutos, pero para tubos menor a 4mm, el tiempo de exposición se reduce a 30 minutos y espesor mayor a 16mm deberá estar muestra en el horno por 120min.

**Figura 14**

*Horno para ensayo de Reversión Longitudinal*



**Figura 15:**

*Tubería durante ensayo de Reversión Longitudinal*



### ***Resistencia al diclorometano***

(Organización Internacional de Normalización, 2007) nos indica que esta prueba es una de las más importantes realizadas en tuberías de PVC, ya que permite evaluar el grado de plastificación de la tubería durante el proceso de extrusión.

Para llevar a cabo esta prueba, se requiere un equipo de refrigeración que mantenga los líquidos de prueba, como agua destilada y cloruro de metileno, a una temperatura constante de  $15 \pm 1^\circ\text{C}$ . Estos líquidos deben ser agitados mediante un dispositivo que asegure su movimiento continuo durante el ensayo.

La prueba comienza cortando una sección de tubo de 20cm de largo de la línea de producción. Uno de los extremos se bisela cuidadosamente, de manera suave y lenta, para evitar la degradación del material debido a la fricción causada por herramientas como lijas o esmeriles en el área biselada.

Luego, la muestra se sumerge verticalmente en un depósito de cloruro de metileno durante 30 minutos. Al finalizar este periodo, la muestra se retira y se analiza el bisel, zona interna y externa. Si la prueba falla, se observará material espumoso o de textura arenosa, lo cual indica una plastificación deficiente. En cambio, si no se detecta material esponjoso o espumoso en el bisel, esto significa que el PVC ha sido correctamente plastificado.

Esta falla es más común al inicio de la producción, especialmente en tuberías de gran diámetro y espesor.

Existen diversas pruebas de inmersión para verificar la adecuada plastificación o gelificación del PVC, como las de inmersión en glicerina y en acetona. La prueba de inmersión en acetona, regulada por la norma ASTM D-2152, ha caído en desuso entre los fabricantes de tuberías, ya que la acetona y otros solventes no afectan el material de manera tan efectiva como

el cloruro de metileno. Sin embargo, el procedimiento descrito es el mismo para cualquier prueba de inmersión de tuberías.

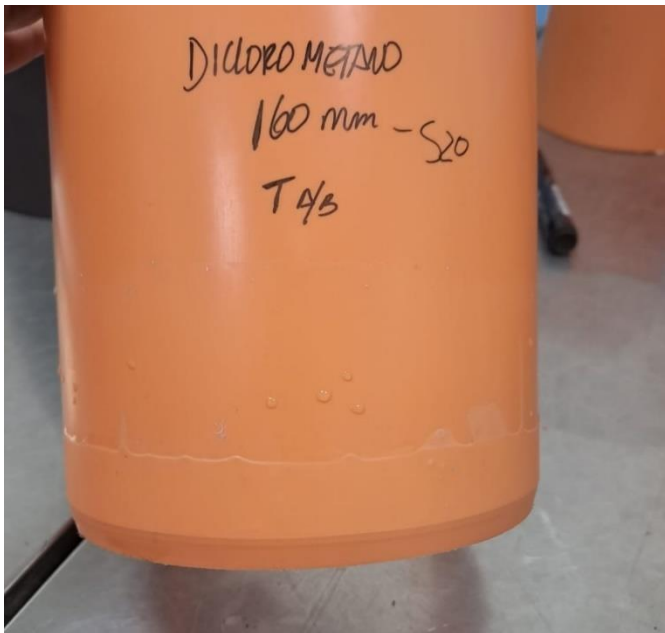
### Figura 16

*Equipo de Resistencia al Diclorometano*



### Figura 17

*Resultados de Ensayo de Resistencia a Diclorometano Conforme*



**Figura 18***Resultados de Ensayo No Conforme****Rotulado***

Es importante verificar que cada uno de estos datos esté presente y correctamente legible en la superficie de la tubería para cumplir con los estándares establecidos. Para asegurar que la marcación de las tuberías cumple con los requerimientos de la especificación aplicable, normalmente se incluyen los siguientes elementos:

- Código de la norma
- Nombre del fabricante y/o marca registrada
- Tamaño nominal
- Espesor mínimo de la pared o SDR
- Material
- Información del fabricante.

Tabla 6

Requisitos para el Rotulado en la tubería

<i>Descripción</i>	<i>Rotulado</i>	<i>Ejemplo</i>
<b>NTP ISO 4435</b>		
<b>TUBOS Y CONEXIONES DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO (PVC-U) PARA SISTEMAS DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO</b>	Nombre del fabricante	
	Material del tubo	PVC-U
	Diámetro Nominal	DN 6300mm
	Ø exterior y el espesor pared nominal	4.9mm SDR 41 (S-20)
	Rigidez Nominal	SN 4
	Referencia de la Norma	NTP ISO 4435
	Datos de fabricación	30/11/2008 10:20
	Extrusora	Ext-26
	Planta	P-03 IND. PERUANA

**Figura 19**

*Tubería Rotulada por Equipo Láser*

**Figura 20**

*Tubería Rotulada según norma NTP ISO 4435*



### **2.1.2. Producto terminado**

#### ***Características de la tubería de PVC:***

- ✓ Liviano y resistente
- ✓ Versátil
- ✓ Hermeticidad
- ✓ Longevidad
- ✓ Seguro
- ✓ Reciclable
- ✓ Rentable
- ✓ Aislante
- ✓ Rapidez en la instalación

#### ***Tipos de tuberías de PVC***

En la actualidad, existen diversos tipos de tuberías de PVC diseñadas para diferentes usos, que se pueden clasificar en tres categorías principales: la tubería PVC hidráulica, empleada en sistemas que requieren presión; la tubería PVC sanitaria, destinada a instalaciones sin presión; y la tubería PVC eléctrico, utilizada para la conducción de cables eléctricos. (Martins et al., 2009)

##### ***a) Tubería de PVC para Uso Sanitario***

Diseñada para transportar agua potable y aguas residuales, es ligera, resistente a la corrosión y económica.

##### ***b) Tubería de PVC para ducto eléctrico***

Protege y organiza conductores eléctricos, siendo resistente a la corrosión y más liviana que el acero.

### c) **Tubería de PVC Hidráulica**

Protege y organiza conductores eléctricos, siendo resistente a la corrosión y más liviana que el acero.

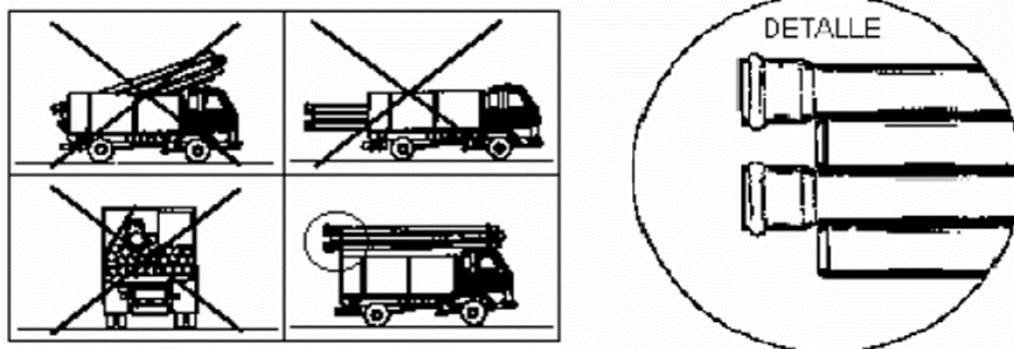
### 2.1.3. Transporte, manejo y almacenamiento

En el catálogo y manual técnico de Nicoll nos indica que, durante el transporte, se debe asegurar que los materiales no sufran daños. Los tubos deben colocarse sobre superficies planas, y la altura de apilamiento no debe superar los 2,5 metros (ver figura 21). Aunque es preferible evitar la carga mixta al transportar los tubos, si resulta necesario, esta debe acomodarse de manera que no cause daños a los tubos. Para optimizar el espacio, se permite introducir unos tubos dentro de otros, siempre que los diámetros lo permitan.

En el caso de transportes de larga distancia, especialmente en condiciones de alta temperatura, es fundamental proteger la carga y mantener un espacio entre la cubierta y los tubos para permitir la circulación de aire. Esto evita deformaciones derivadas del peso de los tubos y la exposición.

**Figura 21**

*Transporte correcto de tuberías*

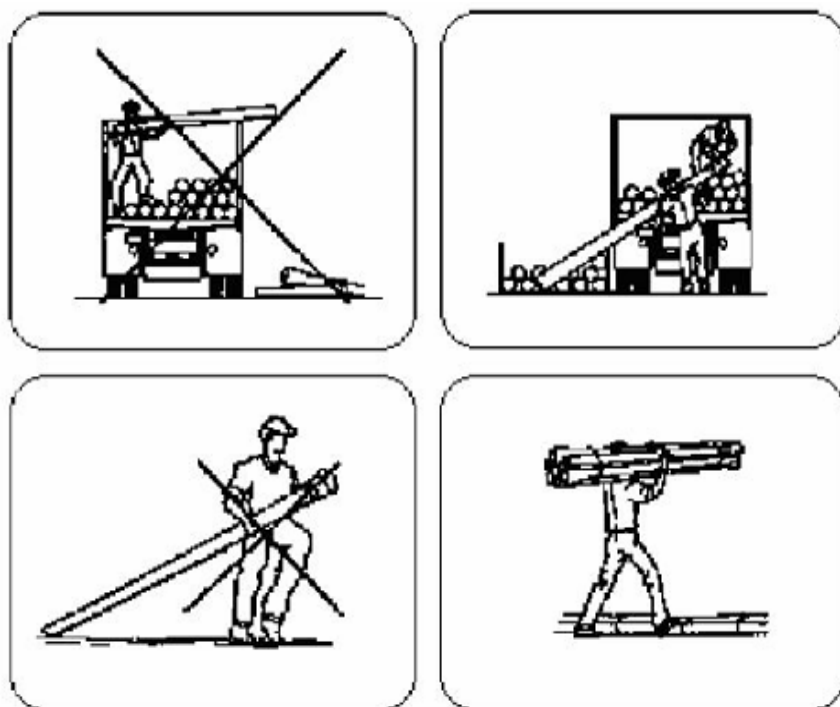


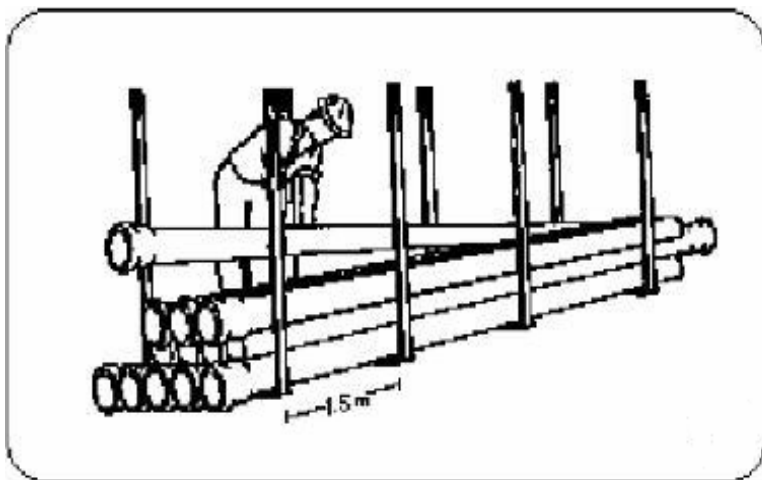
Durante las operaciones de carga y descarga de los tubos, es esencial que no se arrojen al suelo, se sometan a cargas excesivas ni se golpeen. Se aconseja que al menos dos personas estén involucradas en esta tarea para garantizar un manejo seguro. Para prevenir daños a los tubos, se debe evitar arrastrarlos o golpearlos contra el suelo o con herramientas. Se recomienda mantener atados aquellos tubos que llegan en conjunto para su manipulación. Es importante tener en cuenta que a temperaturas inferiores a 0 °C, la resistencia de los tubos a impactos disminuye, lo que requiere un manejo más cuidadoso (ver figura 22).

El área de almacenamiento debe estar situada lo más cerca posible del lugar de la obra. Los tubos deben colocarse sobre una superficie plana, nivelada y libre de piedras, asegurando que la primera fila de tubos se apoye en postes con una separación que no supere los 1,5 m. (figura 23).

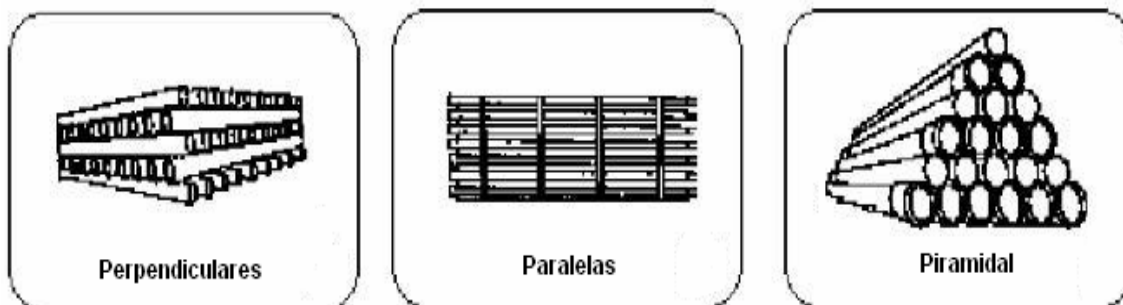
**Figura 22**

*Carga y descarga de la tubería*



**Figura 23***Almacenamiento de la tubería*

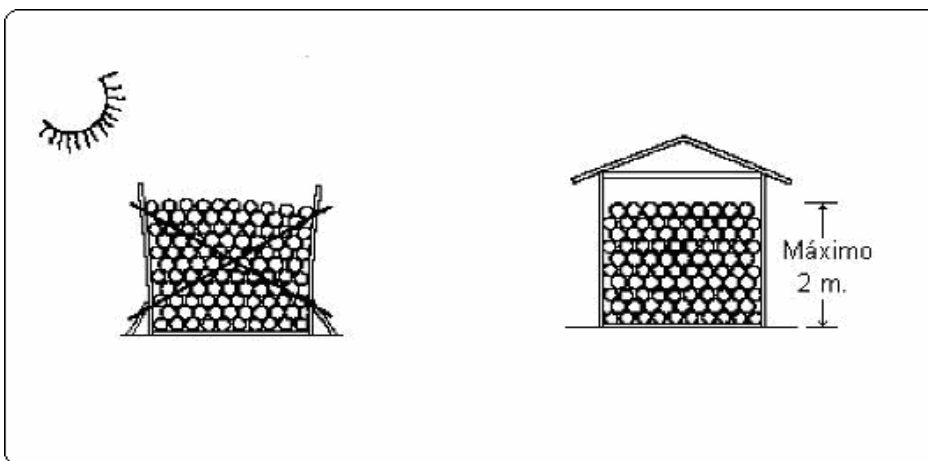
La figura 24 ilustra las diferentes maneras de apilar la tubería en el campo. Se sugiere que la forma de apilamiento más recomendada es la de camas perpendiculares, especialmente en situaciones donde hay suficiente espacio disponible. Por otro lado, el apilamiento en camas paralelas resulta ser la opción más adecuada en entornos con espacio limitado. Finalmente, el apilamiento piramidal se considera práctico únicamente en condiciones de espacio restringido y cuando se cuenta con un poco cantidad de tuberías.

**Figura 24***Formas de estibar las tuberías*

Cuando los tubos estarán expuestos al sol durante más de 30 días, es esencial almacenarlos en un área techada. Evite cubrirlos con lonas o plástico, ya que esto puede generar un aumento de temperatura que podría ocasionar deformaciones. Se recomienda utilizar un techado que garantice una ventilación adecuada para los tubos.

**Figura 25**

*Almacenamiento a la intemperie*



**Figura 26**

*Almacenamiento Perpendicular en Nicoll*



## 2.2. Teoría y la práctica en el desempeño profesional.

La Ingeniería Química ha cumplido un papel importante dentro de mi desarrollo profesional, me ha proporcionado una sólida base teórica y práctica que ha sido fundamental dentro de mi desarrollo profesional y que al desarrollarme en el área de Calidad que es sólida y multifacética, me ha hecho ampliar mis conocimientos y habilidades esenciales para gestionar, desarrollar, evaluar y optimizar la calidad de productos y procesos industriales. Algunos cursos de los cuales he aplicado en el área:

**Química Analítica:** Este curso me enseñó técnicas para analizar la composición de diferentes materiales, lo cual es esencial para evaluar si un producto cumple con los estándares de calidad. Por ejemplo, cuando realizamos pruebas en laboratorio para asegurar la producción ya sea en las materias primas y los productos terminados verificamos que se cumplan con los requisitos que se solicita en las normas.

**Termodinámica y Fisicoquímica:** La comprensión de cómo las variables como la temperatura y presión afectan las propiedades de los materiales es clave para garantizar la calidad en procesos industriales. Con este conocimiento, puedes ajustar condiciones de operación para mantener la consistencia en el producto.

**Control de Procesos:** Durante mi experiencia profesional en el área de calidad, el control de procesos ha sido fundamental para asegurar que la producción siga los parámetros establecidos y minimizar variaciones. Saber cómo funcionan los sistemas de control y poder interpretar datos es esencial para evitar errores y asegurar que los productos finales cumplan con las especificaciones.

**Operaciones Unitarias:** Este curso me enseñó sobre las etapas del proceso de producción a identificarlas y definir las. En un rol de calidad, este conocimiento te ayuda a identificar y corregir posibles fallos en cada etapa del proceso que puedan afectar la calidad final.

Especialización en Interpretación, Implementación y Auditoría de Sistemas Integrados de Gestión en Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud en el Trabajo, Riesgos, Antisoborno, y Auditoría: ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, ISO 19011, ISO 31000, ISO 31010, ISO 37001, ISO 17025

Realizar esta especialización me ha sido de gran ventaja en el área de calidad, ya que me ha proporcionado habilidades para gestionar y auditar la conformidad y eficiencia de procesos dentro de diversas áreas. Me ha facilitado poder identificar los procesos y así poder implementar y aplicar las mejoras durante sus etapas para asegurar su calidad del producto o servicio, me ha permitido liderar mi equipo, así como poder desenvolverme durante los procesos de auditoría y a la vez participar como auditor interno dentro de Nicoll Perú S.A.

Una norma que considero importante que los estudiantes o profesionales enfocados en el área de calidad o relacionado con laboratorios deben tener conocimientos es en la Norma ISO 17025 es vital en calidad para asegurar la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y calibración. En industrias que dependen de pruebas precisas, como la manufactura, garantiza que los resultados de los ensayos sean confiables y trazables, apoyando decisiones informadas.

Al dominar estos estándares, te conviertes en un profesional completo y con la capacidad de liderar en el área de calidad, contribuyendo a que las empresas cumplan con los estándares internacionales y mejoren continuamente. Además, esta especialización es altamente valorada y mejora tu empleabilidad y oportunidades de ascenso en el campo de calidad, producción, proyectos, auditoría, entre otros.

### CAPITULO III: Aportes y desarrollo de experiencias.

A partir de la experiencia obtenida en el desempeño de las funciones como inspector de calidad, se reconoce que el ensayo de **Resistencia al Diclorometano** constituye una de las evaluaciones más relevantes para el área de calidad, dado que proporciona la primera evidencia de que el proceso se encuentra correctamente orientado y de que el lote de producto presenta conformidad con los criterios establecidos por dicha área.

En el año 2023, en el mes de agosto se producía en la extrusora N°26 la tubería 630mm S-20 producidas bajo la norma NTP ISO 4435, estas presentaban reacción al ensayo de Resistencia al Diclorometano en zona del bisel, siendo motivo para que el área de Calidad rechazé la producción y declare No conforme.

**Figura 27**

*No conformidades agosto del 2023*



Al tener estos resultados, se realizaron una serie de análisis y cambios dentro del proceso siendo los siguientes:

### 1) Cambios de temperatura en cilindro y Cabezal

Se realizan cambios en los perfiles de temperatura en la extrusora, específicamente en las tres primeras zonas del barril y tornillo, se incrementan temperaturas de 195 °C a 205°C.

a) Temperaturas de trabajo inicial

**Tabla 7**

*Temperaturas de trabajo inicial*

ZONAS	PARÁMETROS	ESTANDAR	TURNO A			
			07:00	09:00	11:00	13:00
TOLVA , MOTOR PRINCIPAL Y CILINDRO DE LA EXTRUSORA	TEMPERATURA CALEFACTOR EXTRUSORA (°C)	-				
	TEMPERATURA MOTOR (°C)	-				
	TEMPERATURA DE TRANSMISIÓN (°C)	-				
	TEMPERATURA DE ARMARIO (°C)	MAX 40°C				
	ENERGIA UTILIZADA (WH/KG)	-				
	CILINDRO ZONA 1 (°C)	150		155		
	CILINDRO ZONA 2 (°C)	190		188		
	CILINDRO ZONA 3 (°C)	185		185		
	CILINDRO ZONA 4 (°C)	185		184		
	CILINDRO ZONA 5 (°C)	160		166		
	CILINDROZONA 6 (°C)	-		-		
	ADAPTADOR (°C)	160		161		

	DIAMETRO DEL RESTRICOR O FILTRO (MM)	50		50		
	SENSOR DE PRESIÓN DE MASA (BAR)	141		142		
	TEMPERATURA FUNDIDO (°C)	10		0		
	PRESIÓN VACIO (BAR)	-27		-28		
CABEZAL	ZONA 1	160		162		
	ZONA 2	165		165		
	ZONA 3	160		165		
	ZONA 4	170		170		
	ZONA 5	175		175		
	ZONA 6	170		170		
	ZONA 7	180		180		
	ZONA 8	185		185		
	ZONA 9	190		191		
	ZONA 10	175		175		
	ZONA 11	180		178		
	ZONA 12	175		179		
	ZONA 13	180		180		
	ZONA 14	190		187		
	ZONA 15	180		185		
	ZONA 16	175		175		
	ZONA 17	180		180		
	ZONA 18	180		185		
	ZONA 19	185		180		
	ZONA 20	180		180		
	ZONA 21	185		185		

TINA DE VACIO ZONA 1	TEMPERATURA DE AGUA TINA 1	-17		-17		
	PRESIÓN VACIO TINA 1 (PSI)	-10		-10		
	VELOCIDAD DE JALADOR 1	150		152		
	VELOCIDAD DE JALADOR 2	-		-		
	TEMPERATURA DE AGUA TINA 2	-		-		
	PRESIÓN VACIO TINA 2 (PSI)	-		-		
	VELOCIDAD DE JALADOR 3	-		-		
	VELOCIDAD DE JALADOR 4	-		-		
VELOCIDAD	PRODUCCIÓN kgXh	-		-		
	RENDIMIENTO (%)	600		600		
	MOTOR EXTRUSORA (RPM)	850		850		
	CARGA DE MOTOR EXTRUSORA (%)	170		171		
	RPM TORNILLO	-		-		
	CARGA DE TORNILLO (A°)	-		-		
	DOSIFICADOR (RPM)	760		760		
	MOTOR COEXTRUSORA 1 (RPM)	-		-		
	CARGA DE COEXTRUSORA 1 (%)	-		-		

	MOTOR COEXTRUSORA 2 (RPM)	-	-		
	CARGA DE COEXTRUSORA 2 (%)	-	-		
ACAMPANDORA	TEMPERATURA DE HORNO (°C)	MAX 450	220		
	TIEMPO DE CALENTAMIENTO (S)	MIN 6	500		
	ROTACIÓN DE TUBOS (S)	6	25-26		
	TIEMPO DE FORMACION CAMPANA (S)	470	470		
	CONTADOR DE TUBOS	-	-		
	DISTANCIA DE ALTURA DE HORNO (CM)	-	-		
	REGULADOR IGUALADOR DEL HORNO	-	-		

b) Cambios de temperatura en zona de Cilindro y cabezal

**Tabla 8**

*Temperaturas de trabajo en zona de cilindro y cabezal*

ZONAS	PARÁMETROS	ESTANDAR	TURNO A			
			07:00	09:00	11:00	13:00
TOLVA , MOTOR PRINCIPAL Y CILINDRO DE LA EXTRUSORA	TEMPERATURA CALEFACTOR EXTRUSORA (°C)	-				
	TEMPERATURA MOTOR (°C)	-				
	TEMPERATURA DE TRANSMISIÓN (°C)	-				

	TEMPERATURA DE ARMARIO (°C)	MAX 40°C			
	ENERGIA UTILIZADA (WH/KG)	-			
	CILINDRO ZONA 1 (°C)	160		156	
	CILINDRO ZONA 2 (°C)	205		204	
	CILINDRO ZONA 3 (°C)	200		204	
	CILINDRO ZONA 4 (°C)	195		194	
	CILINDRO ZONA 5 (°C)	155		153	
	CILINDROZONA 6 (°C)	-		-	
	ADAPTADOR (°C)	155		161	
	DIAMETRO DEL RESTRICTOR O FILTRO (MM)	50mm		50mm	
	SENSOR DE PRESIÓN DE MASA (BAR)	142		142	
	TEMPERATURA FUNDIDO (°C)	0		0	
	PRESIÓN VACIO (BAR)	-28		-28	
	CABEZAL	ZONA 1	160		172
ZONA 2		165		165	
ZONA 3		170		175	
ZONA 4		175		174	
ZONA 5		175		175	
ZONA 6		178		178	
ZONA 7		185		188	
ZONA 8		195		195	
ZONA 9		198		199	
ZONA 10		205		205	
ZONA 11		175		178	

	ZONA 12	178		179		
	ZONA 13	180		180		
	ZONA 14	207		207		
	ZONA 15	208		208		
	ZONA 16	211		211		
	ZONA 17	211		211		
	ZONA 18	213		213		
	ZONA 19	208		208		
	ZONA 20	208		208		
	ZONA 21	206		206		
TINA DE VACIO ZONA 1	TEMPERATURA DE AGUA TINA 1	-18		-18		
	PRESIÓN VACIO TINA 1 (PSI)	-10		-10		
	VELOCIDAD DE JALADOR 1	150		150		
	VELOCIDAD DE JALADOR 2	-		-		
	TEMPERATURA DE AGUA TINA 2	-		-		
	PRESIÓN VACIO TINA 2 (PSI)	-		-		
	VELOCIDAD DE JALADOR 3	-		-		
	VELOCIDAD DE JALADOR 4	-		-		
VELOCIDAD	PRODUCCIÓN KGXh	-		-		
	RENDIMIENTO (%)	600		600		
	MOTOR EXTRUSORA (RPM)	850		850		

	CARGA DE MOTOR EXTRUSORA (%)	170		170		
	RPM TORNILLO	-		-		
	CARGA DE TORNILLO (A°)	-		-		
	DOSIFICADOR (RPM)	710		710		
	MOTOR COEXTRUSORA 1 (RPM)	-		-		
	CARGA DE COEXTRUSORA 1 (%)	-		-		
	MOTOR COEXTRUSORA 2 (RPM)	-		-		
	CARGA DE COEXTRUSORA 2 (%)	-		-		
ACAMPANDORA	TEMPERATURA DE HORNO (°C)	MAX 450		298		
	TIEMPO DE CALENTAMIENTO (S)	MIN 6		480		
	ROTACIÓN DE TUBOS (S)	6		98/15		
	TIEMPO DE FORMACION CAMPANA (S)	410		410		
	CONTADOR DE TUBOS	6775		6775		
	DISTANCIA DE ALTURA DE HORNO (CM)	-		-		
	REGULADOR IGUALADOR DEL HORNO	-		-		

*RESULTADOS DE ENSAYO: NO CONFORME*

## 2) Revisión del equipo de Resistencia al Diclorometano

**Figura 28**

*Equipo para ensayo de Diclorometano (estado final)*



Se contrato a la empresa SAI INDUSTRIAS S.A.C para realizar un mantenimiento exhaustivo al equipo. Realizando las siguientes mejoras:

- Se realizó la verificación del equipo antes de intervenir.
- Se realizó el cambio del sello de empaque de la puerta que sella la prueba.
- Se realizó la reparación de la parte superior de la campana el cual se encontraba con apertura.
- Se realizó el cambio de la driza que sella la tapa de los componentes eléctricos.
- Se hizo la limpieza de las partes oxidas del equipo.
- Se hizo el rebobinado del extractor de gases de 660w, ya que el modelo no se encontraba, se hizo el mantenimiento total del extractor.

- Se verifico el estado y operatividad del termistor el cual es el indicado y recomendado por el tipo de termostato que se encuentra en el equipo.
- Se realizó la configuración de los parámetros del termostato (el equipo no se calibra), dejándose a un rango de 15.3°C como setpoint. Los valores de activación y desactivación están entre 15.3°C a 16.3°C, por ser un control ON/OFF la temperatura después de la desactivación llega a 14.3°C teniendo una variación de 1°C.
- Se realizó el recableado para el funcionamiento automático del sistema quedando inoperativo los pulsadores.
- Se realizó la reparación de la parrilla de prueba, cambiado el calibre del cabo y lubricando las poleas.

**Figura 29**

*Equipo seteado en temperatura mínima*



**Figura 30**

*Equipo seteado en temperatura máxima*

**Figura 31**

*Rejilla de equipo para ensayo de Resistencia al Diclorometano*



*RESULTADOS DE ENSAYO: NO CONFORME*

**3) Revisión al proceso y la formulación en mezcla:**

**Tabla 9**

*Formulación con ensayo de resistencia al diclorometano No Conforme*

---

**FORMULACIÓN PARA TUBERIAS DE  
ALCANTARILLADO (100 PCR)**

---

Resina Sintech (Kg)	100
Carbonato de Calcio (Kg)	28
Baeropan BCZ6124 (Kg)	2.6
Titanio (Kg)	0.3
Cera Polietilénica (Kg)	0.13
Pigmento Naranja (Kg)	0.15
Pulverizado (Kg)	18

---

Se reduce el estabilizante térmico en la formulación anterior de 2.6kg PCR a 2.2kg PCR con la finalidad de incrementar la plastificación en el compuesto en el extrusor. Se consiguen mejoras, sin embargo aún se observa reacción al diclorometano en la tubería de alcantarillado.

**Tabla 10**

*Primera Formulación propuesta con reducción del estabilizante térmico*

---

**FORMULACIÓN PARA TUBERIAS DE  
ALCANTARILLADO (100 PCR)**

---

Resina Sintech (Kg)	100
Carbonato de Calcio (Kg)	20
Baeropan BCZ6124 (Kg)	2.2
Titanio (Kg)	0.3
Cera Polietilénica (Kg)	0.13
Pigmento Naranja (Kg)	0.14
Pulverizado (Kg)	14

---

**RESULTADOS DE ENSAYO: NO CONFORME**

Se reducen los PCR de  $\text{CaCO}_3$  de 20kg a 7.5kg, sin embargo la reacción al diclorometano en la tubería persiste.

**Tabla 11**

*Segunda Formulación propuesta con reducción de Carbonato de 25kg a 8.5kg*

<b>FORMULACIÓN PARA TUBERIAS DE ALCANTARILLADO (100 PCR)</b>	
Resina Sintech (Kg)	100
Carbonato de Calcio (Kg)	8.5
Baeropan BCZ6124 (Kg)	2.8
Titanio (Kg)	0.3
Cera Polietilénica (Kg)	0.13
Pigmento Naranja (Kg)	0.15
Pulverizado (Kg)	12

**RESULTADOS DE ENSAYO: NO CONFORME**

El equipo de investigación y desarrollo junto a la jefatura de Manufactura y el área de Calidad encontraron investigaciones respecto a la producción de tuberías de PVC para alcantarillado, se descubrió que el uso del estearato de calcio mejora significativamente la calidad del producto final, lo que llevó a reconsiderar los aditivos utilizados en la mezcla. Diversos estudios demostraron que el estearato de calcio, al ser un excelente lubricante y estabilizador, no solo facilita el proceso de extrusión, sino que también contribuye a mejorar la estabilidad térmica y la resistencia del material, optimizando la mezcla y asegurando una mayor durabilidad. Es por ello que se propuso la siguiente la siguiente formulación:

**Tabla 12**

*Tercera Formulación propuesta con Estearato de Calcio*

<b>FORMULACIÓN PARA TUBERIAS DE ALCANTARILLADO (100 PCR) / F-06</b>	
Resina Sintech (Kg)	100
Carbonato de Calcio (Kg)	28
Baeropan BCZ6124 (Kg)	2.5
Titanio (Kg)	0.3
Estearato de Calcio (EDC) (Kg)	0.5
Pigmento Naranja (Kg)	0.13
Pulverizado (Kg)	17

Se realizo la mezcla con nueva formulación(F-06) y se corrió en planta en la línea #26 produciendo tubería 630mm S-20:

Parámetros utilizados en planta:

**Tabla 13**

*Temperaturas usadas para la tercera formulación con estearato de calcio*

ZONAS	PARÁMETROS	ESTANDAR	TURNO C			
			23:00	01:00	03:00	05:00
TOLVA , MOTOR PRINCIPAL Y CILINDRO DE LA EXTRUSORA	TEMPERATURA CALEFACTOR EXTRUSORA (°C)	-				
	TEMPERATURA MOTOR (°C)	-				
	TEMPERATURA DE TRANSMISIÓN (°C)	-				

	TEMPERATURA DE ARMARIO (°C)	MAX 40°C				
	ENERGIA UTILIZADA (WH/KG)	-				
	CILINDRO ZONA 1 (°C)	160		156	156	157
	CILINDRO ZONA 2 (°C)	205		204	205	204
	CILINDRO ZONA 3 (°C)	200		204	205	205
	CILINDRO ZONA 4 (°C)	195		194	192	192
	CILINDRO ZONA 5 (°C)	155		153	157	150
	CILINDROZONA 6 (°C)	-		-	-	-
	ADAPTADOR (°C)	155		161	158	156
	DIAMETRO DEL RESTRICTOR O FILTRO (MM)	50mm		50mm	50mm	50mm
	SENSOR DE PRESIÓN DE MASA (BAR)	142		142	143	135
	TEMPERATURA FUNDIDO (°C)	0		0	0	0
	PRESIÓN VACIO (BAR)	-28		-28	-28	-28
<b>CABEZAL</b>	ZONA 1	160		172	167	166
	ZONA 2	165		165	166	166
	ZONA 3	170		175	171	170
	ZONA 4	175		174	176	174
	ZONA 5	175		175	173	173
	ZONA 6	178		178	177	177

	ZONA 7	185		188	189	189
	ZONA 8	195		195	195	195
	ZONA 9	198		199	199	199
	ZONA 10	205		205	205	205
	ZONA 11	175		178	175	175
	ZONA 12	178		179	176	177
	ZONA 13	180		180	177	178
	ZONA 14	207		207	207	207
	ZONA 15	208		208	208	207
	ZONA 16	211		211	211	209
	ZONA 17	211		211	211	212
	ZONA 18	213		213	213	213
	ZONA 19	208		208	208	208
	ZONA 20	208		208	208	208
ZONA 21	206		206	206	206	
TINA DE VACIO ZONA 1	TEMPERATURA DE AGUA TINA 1	-18		-18	-18	-18
	PRESIÓN VACIO TINA 1 (PSI)	-10		-10	-10	-10
	VELOCIDAD DE JALADOR 1	150		150	150	150
	VELOCIDAD DE JALADOR 2	-		-	-	-
	TEMPERATURA DE AGUA TINA 2	-		-	-	-
	PRESIÓN VACIO TINA 2 (PSI)	-		-	-	-
	VELOCIDAD DE JALADOR 3	-		-	-	-

	VELOCIDAD DE JALADOR 4	-		-	-	-
VELOCIDAD	PRODUCCIÓN kGXh	-		-	-	-
	RENDIMIENTO (%)	600		600	600	600
	MOTOR EXTRUSORA (RPM)	850		850	850	850
	CARGA DE MOTOR EXTRUSORA (%)	170		170	170	170
	RPM TORNILLO	-		-	-	-
	CARGA DE TORNILLO (A°)	-		-	-	-
	DOSIFICADOR (RPM)	710		710	710	710
	MOTOR COEXTRUSORA 1 (RPM)	-		-	-	-
	CARGA DE COEXTRUSORA 1 (%)	-		-	-	-
	MOTOR COEXTRUSORA 2 (RPM)	-		-	-	-
	CARGA DE COEXTRUSORA 2 (%)	-		-	-	-
	ACAMPANDORA	TEMPERATURA DE HORNO (°C)	MAX 450		298	298
TIEMPO DE CALENTAMIENTO (S)		MIN 6		480	480	480
ROTACIÓN DE TUBOS (S)		6		98/15	98/15	98/15
TIEMPO DE FORMACION CAMPANA (S)		410		410	410	410
CONTADOR DE TUBOS		6775		6775	6775	6775

	DISTANCIA DE ALTURA DE HORNO (CM)	-		-	-	-
	REGULADOR IGUALADOR DEL HORNO	-		-	-	-

Resultados del ensayo de resistencia al diclorometano: CONFORME, no hay reacción, sin laminación, sin corrosión. Se le dió seguimiento con los ensayos respectivos para constatar la conformidad de este. Manteniéndose CONFORME.

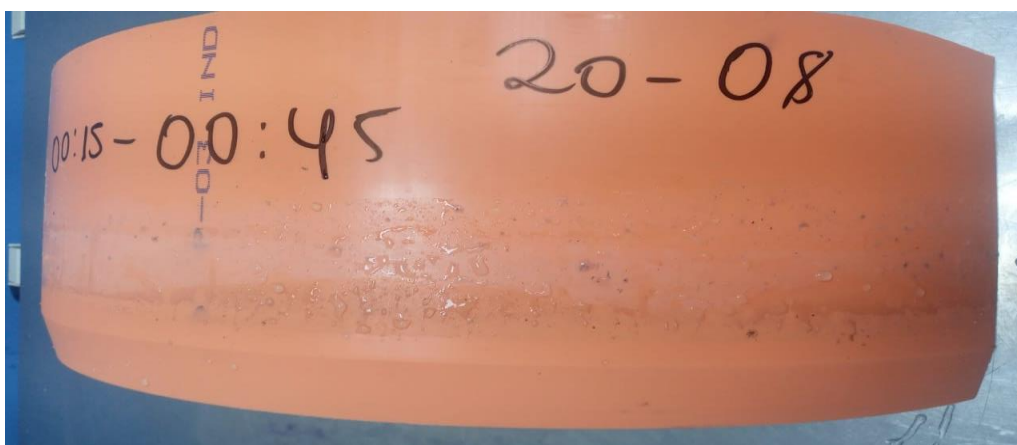
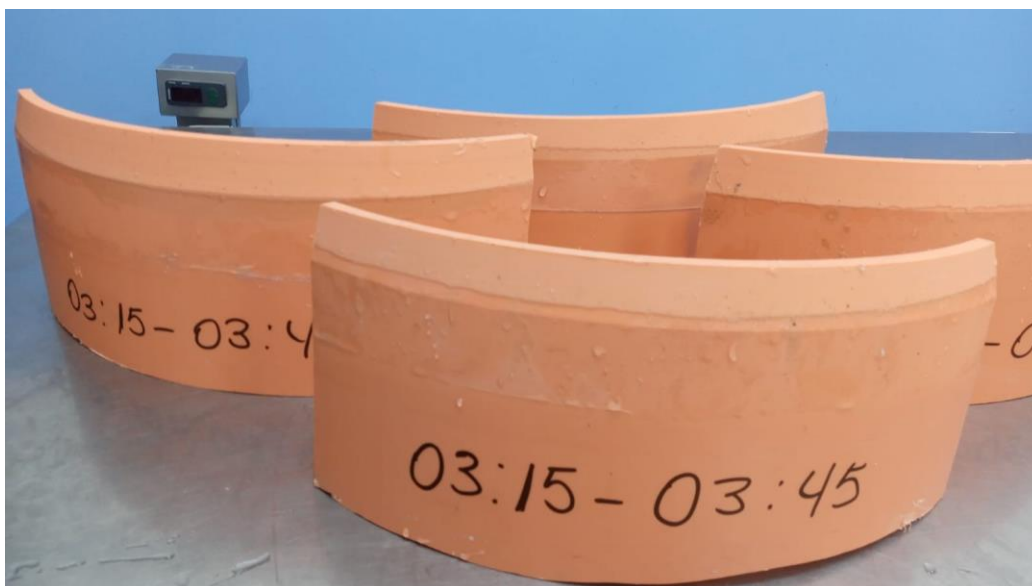
### Figura 32

*Muestras de probeta durante ensayo de Resistencia al Diclorometano*



**Figura 33**

*Resultado conforme al ensayo de Resistencia al Diclorometano*



- ✓ Se realiza la gestión de cambio OP-19046

DESCRIPCION: debido a que en pruebas de laboratorio a tubería 630mm S20 tiene reacción al ensayo de resistencia al diclorometano en parte del bisel se realizan pruebas con nuevas formulaciones en los compuestos alcantarillado 1004060, incluyendo en la formula de mezclado el aditivo estearato de calcio en 0.400kg PCR y reduciendo la cera polietilénica de 0.125kg PCR a 0kg PCR. Con estas modificaciones en la formulación se logró eliminar la reacción al diclorometano en la tubería siendo estas aprobadas por el área de control de calidad.

## CONCLUSIONES

1. Las modificaciones realizadas, como el ajuste de temperaturas durante la extrusión y la revisión del equipo de ensayo, junto con el cambio en la formulación del material, resultaron en una mejora significativa en los resultados de calidad, evidenciando que los cambios técnicos pueden resolver problemas críticos.
2. La revisión y calibración del equipo utilizado para realizar el ensayo también reveló que posibles fallas o desajustes en el equipo pueden afectar los resultados de calidad. Mantener los equipos bien calibrados y en buen estado es esencial para obtener mediciones precisas.
3. La sustitución de cera polietilénica por estearato de calcio en la formulación no solo mejoró los resultados del ensayo, sino que también contribuyó a mejorar las propiedades físicas y químicas de las tuberías producidas. Se debe mantener la nueva fórmula denominada F-06.
4. Este caso resalta la necesidad de implementar un sistema de monitoreo continuo y ajustes regulares en los procesos para asegurar que los estándares de calidad se mantengan y se adapten a las necesidades cambiantes del mercado.
5. La experiencia adquirida puede servir como base para futuras innovaciones en la producción de tuberías PVC, incluyendo exploraciones adicionales en formulaciones y tecnologías que optimicen tanto la calidad como la sostenibilidad del producto.
6. La colaboración entre el área de producción, el área de calidad y el equipo técnico permitió encontrar una solución efectiva. Esto refuerza la importancia del trabajo en equipo multidisciplinario para resolver problemas complejos en la fabricación.

## RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda implementar un sistema de monitoreo continuo y más frecuente de las condiciones del proceso de extrusión, como temperaturas y tiempos, para detectar cualquier desviación a tiempo y evitar problemas de calidad.
2. Es fundamental capacitar al personal en nuevas tecnologías y procesos para asegurar que todos estén alineados con los estándares de calidad y puedan reaccionar rápidamente ante cualquier anomalía.
3. Evaluar regularmente a los proveedores de materias primas para garantizar que cumplan con los estándares requeridos y explorar alternativas que puedan ofrecer mejoras en el rendimiento del producto final.
4. Considerar inversiones en tecnología avanzada para el proceso de producción, como sistemas automatizados que puedan mejorar la precisión y eficiencia durante la extrusión y el ensayo.
5. Promover una cultura organizacional que valore la mejora continua y la innovación, incentivando a los empleados a proponer ideas que puedan contribuir a optimizar procesos y productos.

## REFERENCIAS

- Aslam, M. A., Nadeem, A., Ali, M. U., Khan, M. B., & Ashfaq, B. (2024). Design and Fabrication of PVC Pipe Cutting Machine with Hot Wire Mechanism. *MATEC Web of Conferences*, 398, 01019. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202439801019>
- Chong, N. S., Abdulramoni, S., Patterson, D., & Brown, H. (2019). Releases of Fire-Derived Contaminants from Polymer Pipes Made of Polyvinyl Chloride. *Toxics*, 7(4), 57. <https://doi.org/10.3390/toxics7040057>
- Gajjar, R., & Kiran, M. B. (2023, junio 15). Quality Analysis on PVC Extrusion Machine. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. 8th North American Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Houston, USA. <https://doi.org/10.46254/NA8.20230297>
- Garcia, maria. (2011). *Estudio del entrecruzamiento de formulaciones de PVC plastificado mediante radiación ionizante y tratamiento por plasma*.
- Gaspar-Cunha, A., Covas, J. A., & Sikora, J. (2022). Optimization of Polymer Processing: A Review (Part I—Extrusion). *Materials*, 15(1), 384. <https://doi.org/10.3390/ma15010384>
- Gilbert, marianne, & Stuart, patricio. (2017). *Poly(Vinyl Chloride)*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-35824-8.00013-X>
- Golf, J., & Whelan, T. (2000). The Dynisco Extrusion Processors Handbook. *Extrusion Process*, 287. [https://www.academia.edu/121399658/The\\_Dynisco\\_Extrusion\\_Processors\\_Handbook](https://www.academia.edu/121399658/The_Dynisco_Extrusion_Processors_Handbook)
- J.L. Barnard, Delegado R., & aj van reenen. (2020, julio 1). *Seguimiento de lubricantes durante la extrusión de PVC con un solo tornillo*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142941819319907?via%3Dihub>
- Jorge Wypych. (2020). *CHEMICAL STRUCTURE OF PVC*. <https://doi.org/10.1016/B978-1-927885-61-1.50004-9>

- Martins, J. D. N., Freire, E., & Hemadipour, H. (2009). Applications and market of PVC for piping industry. *Polímeros*, 19, 58-62. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282009000100014>
- Mount III, E. M. (2024). Extrusion Processes. En M. Kutz (Ed.), *Applied Plastics Engineering Handbook (Third Edition)* (pp. 313-362). William Andrew Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-88667-3.00024-2>
- Nariuševičiūtė, G. (2023). *Structured problem solving methods application for modernization of PVC tubing assembly process* [Kauno technologijos universitetas.]. <https://epubl.ktu.edu/object/elaba:167996389/>
- Organización Internacional de Normalización, [ISO]. (2023). *ISO 2505:2023*. ISO. <https://www.iso.org/standard/82021.html>
- Organización Internacional de Normalización, [ISO]. (1995, febrero). *ISO 2507-1:1995*. ISO. <https://www.iso.org/standard/20854.html>
- Organización Internacional de Normalización, [ISO]. (2007). *ISO 9852:2007*. ISO. <https://www.iso.org/standard/43862.html>
- Organizacion Internacional de Normalizacion, (ISO). (2020). *ISO 4435:2003*. ISO. <https://www.iso.org/standard/36994.html>
- Organización Internacional de Normalización, [ISO]. (2022). *ISO 3127:1994*. ISO. <https://www.iso.org/standard/8285.html>
- Pawar, S. B., Quadri, S. A., & Dolas, D. D. (2019). *ROOT CAUSE ANALYSIS OF EXTRUSION PROCESS DEFECTS IN PVC PIPE MANUFACTURING*. 6(3).
- Pimentel Real, L. E., João, I. M., Pimenta, S. I., & Diogo, H. P. (2018). Evaluating the degree of gelation of PVC-U pipes. Comparison of currently available methods. *Polymer Testing*, 70, 481-485. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2018.08.001>
- RAMOS DEL VALLE, L. F. (2012). *Extrusión De Plásticos. Principios Básicos – Limusa – Librería Pensar*. <https://libreriapensar.com/product/extrusion-de-plasticos-principios-basicos-limusa/>

Reynoso, S. L. (2018). *Los Polímeros Plásticos: Los Conceptos Básicos que debes conocer durante y al salir de la Universidad*. Sara L Reynoso.

Seymour, R. B., & Carraher, C. E. J. (2021). *Introducción a la química de los polímeros*. Reverte.

Talwar rajni bala. (2021). *Polímeros: Clasificación, polimerización, estructura, propiedades, técnicas de procesamiento, tecnología de polímeros, refuerzo y aplicaciones*.

[https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85201181401&origin=resultslist&sort=plf-)

[85201181401&origin=resultslist&sort=plf-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85201181401&origin=resultslist&sort=plf-)

[f&src=s&sid=05962f2d936889d427f2a811b1b212cc&sot=b&sdt=b&s=%28TITLE-ABS-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85201181401&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=05962f2d936889d427f2a811b1b212cc&sot=b&sdt=b&s=%28TITLE-ABS-)

[KEY%28\\*extrusion+process\\*%29+AND+TITLE-ABS-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85201181401&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=05962f2d936889d427f2a811b1b212cc&sot=b&sdt=b&s=%28TITLE-ABS-)

[KEY%28\\*polyvinyl+chloride+pipes\\*%29%29&sl=82&sessionSearchId=05962f2d936889](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85201181401&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=05962f2d936889d427f2a811b1b212cc&sot=b&sdt=b&s=%28TITLE-ABS-)

[d427f2a811b1b212cc&relpos=1](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85201181401&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=05962f2d936889d427f2a811b1b212cc&sot=b&sdt=b&s=%28TITLE-ABS-)

## ANEXOS

## Anexo 1: Plan de Inspección de Calidad

Tipo de documento	Registro	#Documento	PE_QA_CP.50.1464	Versión	3.0.0
Título	Plan de inspección y ensayo de calidad para extrusión tuberías de PVC-U		EFectivo	22.11.2024	
Dueño documento	Esther Ortiz	Aprobado por	Christian Chirre	Página #	1 de 1



CARACTERÍSTICA	NORMAS A LAS CUALES APLICA	MUESTREO Y ANÁLISIS			REGISTRO	METODO
		DÓNDE	CUÁNDO	QUIÉN		
Espesor	NTP ISO 1452 / NTP ISO 4435 / NTP 399.002 / NTP 399.166/ NTP 399.003/ NTP 399.006	Planta	Inicio de producción/ cada dos horas	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	NTP ISO 1452 NTP ISO 4435 NTP 399.002 NTP 399.166 NTP 399.003 NTP 399.006 NTP 399.086
Diámetro exterior	NTP ISO 1452 / NTP ISO 4435/ NTP 399.002 / NTP 399.166/ NTP 399.003/ NTP 399.006	Planta	Inicio de producción/ cada dos horas	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	NTP ISO 1452 NTP ISO 4435 NTP 399.002 NTP 399.166 NTP 399.003 NTP 399.006 NTP 399.086
Ovalidad	NTP ISO 1452/ NTP ISO 4435 / NTP 399.002 / NTP 399.166	Planta	Inicio de producción/ cada dos horas	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	NTP ISO 1452 NTP ISO 4435 NTP 399.002 NTP 399.166
Longitud del tubo	NTP ISO 1452 / NTP ISO 4435 / NTP 399.002 / NTP 399.166/ NTP 399.003/ NTP 399.006	Planta	Inicio de producción/ cada dos horas	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	NTP ISO 1452 NTP ISO 4435 NTP 399.002 NTP 399.166 NTP 399.003 NTP 399.006 NTP 399.086
Dimensiones de campana (embone funcional)	NTP ISO 1452 / NTP ISO 4435 / NTP 399.002 / NTP 399.003/ NTP 399.006	Planta	Inicio de producción/ cada dos horas	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	NTP ISO 1452 NTP ISO 4435 NTP 399.002 NTP 399.166 NTP 399.003 NTP 399.006 NTP 399.086
Longitud bisel	NTP ISO 1452/ NTP ISO 4435	Planta	Inicio de producción/ cada dos horas	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	NTP ISO 1452 NTP ISO 4435
Espesor de bisel	NTP ISO 1452 / NTP ISO 4435	Planta	Inicio de producción/ cada dos horas	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	NTP ISO 1452 NTP ISO 4435
Rotulado	NTP ISO 1452 / NTP ISO 4435 / NTP / NTP 399.002 / NTP 399.166/ NTP 399.003/ NTP 399.006	Planta	Inicio de producción/ cada dos horas	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	NTP ISO 1452 NTP ISO 4435 NTP 399.002 NTP 399.166 NTP 399.003 NTP 399.006 NTP 399.086
Aspecto Interno	NTP ISO 1452 / NTP ISO 4435 / NTP / NTP 399.002 / NTP 399.166/ NTP 399.003/ NTP 399.006/ NTP 399.086	Planta	Inicio de producción/ cada dos horas	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	NTP ISO 1452 NTP ISO 4435 NTP 399.002 NTP 399.166 NTP 399.003 NTP 399.006 NTP 399.086
Aspecto Externo	NTP ISO 1452 / NTP ISO 4435 / NTP / NTP 399.002 / NTP 399.166/ NTP 399.003/ NTP 399.006/ NTP 399.086	Planta	Inicio de producción/ cada dos horas	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	NTP ISO 1452 NTP ISO 4435 NTP 399.002 NTP 399.166 NTP 399.003 NTP 399.006 NTP 399.086
Resistencia a la Presión Hidrostática Sostenida	NTP ISO 1452 / NTP 399.002 / NTP 399.166/ NTP 399.003	Planta/Laboratorio	21mm - 168mm: 1 vez por turno ≥200mm: Mínimo tres veces por lote* (incluye el inicio de producción)	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	PE.QA.CP.30.2560

CARACTERÍSTICA	NORMAS A LAS CUALES APLICA	MUESTREO Y ANÁLISIS			REGISTRO	METODO
		DÓNDE	CUÁNDO	QUIÉN		
Resistencia a la Presión Hidrostática Instantánea	NTP 399.002 / NTP 399.166	Planta/Laboratorio	21mm - 168mm: 1 vez por turno ≥200mm: Mínimo tres veces por lote* (incluye el inicio de producción)	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1468	PE.QA.CP.30.2556
Presión Hidrostática Sostenida de las Campanas	NTP ISO 1452	Planta/Laboratorio	Tres veces por lote* (incluye el inicio de producción)	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467	NTP ISO 1452
Resistencia a la presión hidrostática a 60°C (1000 horas)	NTP ISO 1452, NTP 4435	Planta/Laboratorio	una vez al año	Inspector de calidad	Informe	NTP ISO 1452, NTP 4435
Resistencia al impacto	NTP ISO 1452 / NTP ISO 4435/ NTP 399.002 / NTP 399.166/ NTP 399.003/ NTP 399.006	Planta/Laboratorio	Inicio de producción/ 1 vez por turno	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	PE.QA.CP.30.2555 PE.QA.CP.30.2566
Tº Ablandamiento Vicat	NTP ISO 1452 / NTP ISO 4435	Planta/Laboratorio	Inicio de producción/ Mínimo tres veces por lote* (incluye el inicio de producción)	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467	PE.QA.CP.30.2558
Reversion longitudinal	NTP ISO 1452 / NTP 4435	Planta/Laboratorio	inicio de producción/ 1 vez por turno	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467	PE.QA.CP.30.2554
Resistencia al diclorometano	NTP ISO 1452 / NTP 4435 / NTP 399.002	Planta/Laboratorio	inicio de producción/ 1 vez por turno	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467 PE.QA.CP.40.1468	PE.QA.CP.30.2557
Aplastamiento Transversal	NTP 399.002 / NTP 399.166/ NTP 399.003/ NTP 399.006/ NTP 399.086	Planta/Laboratorio	inicio de producción/ 1 vez por turno	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1468	PE.QA.CP.30.2553
Impermeabilidad de juntas con anillos elastoméricos	NTP ISO 4435	Planta	Una vez por lote* (al inicio de producción)	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1468	PE.QA.CP.30.2559
Densidad del tubo	NTP ISO 1452	Planta	Una vez por lote y cada vez que se cambie de formulación.	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1468	PE.QA.CP.30.2256
Resistencia al fuego	NTP 399.006	Planta	Laboratorio tercero - Una vez al año y cada cambio de formulación.	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467	NTP 399.006
Curvatura	NTP 399.006	Planta	SEL: inicio de producción/ 1 vez por turno SAP: 1 vez/año con laboratorio externo y cada cambio de formulación.	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467	NTP ISO 399.006
Resistencia al torque	NTP 399.166	Planta	Por lote	Inspector de calidad	PE.QA.CP.40.1467	NTP 399.034

Activar V

## Anexo 2: Reporte de Control de Mezcla

Tipo Documento	Formulario	# Documento	PE.QA.CP.40.1455	Versión	1.0.0
Título	Reporte de control de mezcla			Efectivo	14.06.2023
Dueño Documento	Esther Ortiz	Aprobado por:	Tatiana Saguma	Página #	1 de 2



REPORTE DE CONTROL DE MEZCLA						
FECHA DE PRODUCCION				TURNO	<b>A</b>	
HORA DE PRODUCCION						
COMPUESTO						
CODIGO						
MAQUINA*						
TIPO DE COMPUESTO	PULVERIZADO ( _____ PCR ) VIRGEN (    )		PULVERIZADO ( _____ PCR ) VIRGEN (    )		PULVERIZADO ( _____ PCR ) VIRGEN (    )	
TEMPERATURAS (°C)	REQUISITOS	RESULTADOS	REQUISITOS	RESULTADOS	REQUISITOS	RESULTADOS
COCCIÓN						
ENFRIAMIENTO						
COMPUESTO PRODUCTO						
TEMPERATURA DE AGUA						
COLOR	UNIFORMIDAD		UNIFORMIDAD		UNIFORMIDAD	
DISPERSION **	HOMOGENIDAD		HOMOGENIDAD		HOMOGENIDAD	
APARIENCIA	UNIFORMIDAD		UNIFORMIDAD		UNIFORMIDAD	
ORIGEN						
MAQUINISTA						
INSPECTOR DE CALIDAD						
SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN						
<b>OBSERVACIONES:</b> .....						

## Anexo 3: Tarjeta Roja producto No Conforme

<b>NO CONFORME</b>			
Fecha de producción:	_____	Turno de producción:	_____
Fecha de bloqueo:	_____	Turno de bloqueo:	_____
Producto:	_____		
Máquina:	_____	Cantidad:	_____
Supervisor de producción:	_____		
Responsable de calidad:	_____		
No conformidad o defecto:	_____		
Decisión final:	_____		
Número de reporte de producto no conforme:	_____		
#Documento:	<b>PE.QA.CP.40.1405</b>	Versión:	<b>1.0.0</b>

## Anexo 4: Formato de producto no Conforme

Tipo Documento	Formulario	# Documento	PE.QA.CP.40.1406	Versión	1.0.0
Título	Reporte de Producto No Conforme			Efectivo	25.11.2024
Dueño Documento	Milagros Ascue	Aprobado por:	Luis Chirre	Página #	1 de 1



### Reporte de Producto No Conforme (PNC)

N°: \_\_\_\_\_

#### 1. Identificación del producto no conforme

FECHA: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

( ) Materia Prima y/o aditivos ( ) Mezcla ( ) Extrusion  
 ( ) Inyeccion ( ) Conformado ( ) rotomoldeo  
 ( ) Reproceso ( ) Otros: \_\_\_\_\_

Código de producto: \_\_\_\_\_ Descripción: \_\_\_\_\_

Fecha y hora de Producción del PNC : \_\_\_\_\_

Cantidad: \_\_\_\_\_ Peso total (kg) : \_\_\_\_\_ Color: \_\_\_\_\_

Sitio donde se encuentra : \_\_\_\_\_

Identificación de la Máquina : \_\_\_\_\_

Operario de Máquina : \_\_\_\_\_

Responsable de Producción o de Bodega : \_\_\_\_\_

Especificacion o requisito normativo que se incumple: \_\_\_\_\_

Descripción de la No Conformidad o Defecto: \_\_\_\_\_

#### 2. Tratamiento

Clasificación del Defecto ( ) Critico ( ) No Critico

N° consecutivo de etiqueta roja "No conforme" : \_\_\_\_\_

Decisión preliminar sobre el producto : \_\_\_\_\_

Decisión final sobre el Producto	Fecha realizado
( ) Retrabajar para cumplir los requisitos especificados	
( ) Reclasificar para otro uso	
( ) Aceptar por concesión, previa consulta al cliente	
( ) Rechazar (enviar al molino o devolver)	

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### 3. Resultado de reinspeccion del producto no conforme Luego de retrabajar, reclasificar o separar el producto conforme

Cantidad conforme : \_\_\_\_\_

Cantidad de No conforme luego de reinspeccion (molino): \_\_\_\_\_ Unidades : \_\_\_\_\_ kg

\_\_\_\_\_  
Firma inspector de control de calidad

\_\_\_\_\_  
Firma Responsable Producción o Bodega

\_\_\_\_\_  
V° B° Jefe de control de calidad

### Anexo 5: Reporte de extrusión

Tipo Documento		Formulario		Documento		PE.GA.CP.40.1467		Versión		4.0.0															
Título		Reporte de control de extrusión y ensayos de laboratorio PVC ISO										Efectivo		10.02.2025											
REPORTE DE CONTROL DE EXTRUSION Y ENSAYOS DE LABORATORIO PVC ISO													DIMENSIONES DE CAMPANA (mm)												
FECHA Y TURNO	PRODUCTO NORMA TECNICA	EXTRUSORA	LOTE DEL COMPUUESTO	COLOR	HORA DE INSPECCION	ASPECTO INTERNO Y EXTERNO	ROTULADO	ESPEORES (mm)				DIAMETRO (mm)				CVALIDAD (mm)	LONGITUD DE TUBERIA (m)	DIMENSIONES DE CAMPANA (mm)							
								ESPESOR	PN	UIF	(E)	DIAMETRO	ESPESOR	PN	UIF			(E)	DIAMETRO	ESPESOR	PN	UIF	(E)	DIAMETRO	ESPESOR
REQUISITOS(min_max)													DIMENSIONES DE CAMPANA (mm)												
NTP ISO 1452	LOGO	iflaco	PRESION PVC-U 250 F2.5	DIAMETRO	ESPESOR	PN	UIF	(E)	NTP ISO 1452	FECHA	HORA	EXT.	PLANTA	EXT.	PLANTA	IND. PERUANA	IND. PERUANA								
NTP ISO 4435	LOGO	iflaco	PVC-U DN	DIAMETRO	ESPESOR	SDR	S	SN	UIF	NTP ISO 4435	FECHA	HORA	EXT.	PLANTA	EXT.	PLANTA	IND. PERUANA	IND. PERUANA							
NTP ISO 1452	LOGO	iflaco	PRESION PVC-U 250	DIAMETRO	ESPESOR	PN	UIF	(E)	NTP ISO 1452	FECHA	HORA	EXT.	PLANTA	EXT.	PLANTA	IND. PERUANA	IND. PERUANA								
NTP ISO 4435	LOGO	iflaco	PVC-U DN	DIAMETRO	ESPESOR	SDR	S	SN	UIF	NTP ISO 4435	FECHA	HORA	EXT.	PLANTA	EXT.	PLANTA	IND. PERUANA	IND. PERUANA							
REQUISITOS(min_max)													DIMENSIONES DE CAMPANA (mm)												
NTP ISO 1452	LOGO	iflaco	PRESION PVC-U 250	DIAMETRO	ESPESOR	PN	UIF	(E)	NTP ISO 1452	FECHA	HORA	EXT.	PLANTA	EXT.	PLANTA	IND. PERUANA	IND. PERUANA								
NTP ISO 4435	LOGO	iflaco	PVC-U DN	DIAMETRO	ESPESOR	SDR	S	SN	UIF	NTP ISO 4435	FECHA	HORA	EXT.	PLANTA	EXT.	PLANTA	IND. PERUANA	IND. PERUANA							
REQUISITOS(min_max)													DIMENSIONES DE CAMPANA (mm)												
NTP ISO 1452	LOGO	iflaco	PRESION PVC-U 250	DIAMETRO	ESPESOR	PN	UIF	(E)	NTP ISO 1452	FECHA	HORA	EXT.	PLANTA	EXT.	PLANTA	IND. PERUANA	IND. PERUANA								
NTP ISO 4435	LOGO	iflaco	PVC-U DN	DIAMETRO	ESPESOR	SDR	S	SN	UIF	NTP ISO 4435	FECHA	HORA	EXT.	PLANTA	EXT.	PLANTA	IND. PERUANA	IND. PERUANA							



ENSAYOS DE LABORATORIO TUBERIAS PVC-U ISO													
FECHA Y HORA DEL LOTE	TEMPERATURA DE AMBIENTE	RESISTENCIA A LA PRESION INTERNA	RESISTENCIA A LA PRESION INTERNA DE CAMPANA	RESISTENCIA AL IMPACTO	VICAT	REVERSION LONGITUDINAL	RESISTENCIA AL DCLOROMETANO	IMPERMEABILIDAD DE LAS JUNTAS	DENSIDAD	CODIGO DE INSTRUMENTOS	SUPERVISOR DE TURNO	MAQUINISTA DE TURNO	INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD
		1) -20°C a 2 x PN NTP ISO 1167 2) 21mm-168mm: Tuloimo 2200mm: Míximo "realizar"	1) -20°C NTP ISO 1167 4.2 x PN 090mm 3.36 x PN=90mm NTP ISO 1167	A: RV debajo del 10% B: No decidido C: RV mayor al 10 %	3 piezas por lote (dos muestras por pieza de tubo) ≥ 80°C, agua ≥ 79°C, alcant. Probete: 50mm x 20mm NTP ISO 2607	NTP ISO 2505	15°C ± 0.5°C 30min con biseñ NTP ISO 9852	Diel Espiga ≥ 10% camp: 2.5%. Presion agua: 0.05 bar y 0.5bar Presion aire: -0.3bar EN 1277	1.350 kg/m3 a 1.460 kg/m3	LABCC	LABCC	LABCC	LABCC
		C: Sin rotura NC: Presenta falla	C: Sin rotura NC: Presenta falla				C: Sin ataque NC: Presenta falla	C: Sin gases NC: Presenta falla		LABCC	LABCC	LABCC	LABCC
										LABCC	LABCC	LABCC	LABCC
										LABCC	LABCC	LABCC	LABCC

OBSERVACIONES:

---



---

LEYENDA:  
C: CONFORME  
NC: NO CONFORME


\_\_\_\_\_  
JEFE CONTROL DE CALIDAD



Anexo 7: Tarjeta de Producción

*Nicoll* **Nº 157910**  
**INGRESO DE PRODUCCIÓN**  
 PE-SC-AL-40.3333 V.1.0.0  
**EXTRUSIÓN C. CALIDAD**  
 Fecha: 06/08/25 Turno: A.  
 Ord. Producción: \_\_\_\_\_  
 Cod. Artículo: 20/672B.  
 Descripción: 200m C.5 0/15  
6/05wms  
 Cantidad: 30  
 Máquina: 2-03  
 Nombre: Timone  
 Peso: 811

Anexo 8: Lista de Verificación segura para equipos

Tipo Documento	Formulario	# Documento	PE.MF.EX.40.1155	Versión	1.0.0																	
Título	LISTA DE VERIFICACIÓN SEGURA PARA EQUIPOS			Efectivo	25/07/2024																	
Dueño Documento	Manuel Zapata Encalada	Aprobado por:	Albaro Saravia Vega	Página #	1 de 1																	
MÁQUINA:	FECHA:			FECHA:			FECHA:			FECHA:			FECHA:			FECHA:						
TURNO	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Marcar con un X	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	¿Guardas de seguridad completa?																					
2	¿Tableros eléctricos cerrados?																					
3	¿botoneras de emergencia operativa? (Se realiza unicamente en arranque de línea)																					
4	¿Área limpia y ordenada?																					
5	¿Conexiones eléctricas aisladas y bien instaladas?																					
Nombre de maquinista																						
Nombre y firma del supervisor del supervisor																						
Si la opción marcada fuera (NO),la máquina se paraliza "NO NEGOCIABLE"																						