



UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Elaboración de un Sistema Informático para el Control Estadístico del Proceso en la Fábrica de Tubos Plásticos Rival”

TESIS PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

José Miguel Zhunio Vega
C.I.: 030216856-2

DIRECTOR

Ing. James Marlon Arias Cisneros
C.I.: 010240714-5

CUENCA-ECUADOR

2015



RESUMEN

El trabajo realizado es un programa para el control de calidad, aplicado a las variables determinadas en la norma INEN 499 (diámetro exterior, espesor de pared, ovalamiento, diámetro interno de campana, profundidad de campana, peso), que se manejan en la fábrica de tubos Plásticos Rival, se realiza 100% en Excel, utilizando herramientas de programación básica, pero enfocada a la toma de decisiones a partir de datos recolectados diariamente de las variables.

La herramienta informática convierte datos puntuales a un sistema de información de fácil utilización e interpretación cuya aplicación será de gran utilidad para la toma de decisiones y así contribuir al mejoramiento continuo de toda la empresa.

La toma de decisiones e interpretación de los datos ha sido diseñada pasándolos de interpretaciones empíricas a un sistema lógico, mediante la elaboración de algoritmos con un orden cronológico determinado, a partir de la aplicación de las cartas de control y la división de los límites en cuartiles, la misma que tienen por límites los parámetros de cada una de las tuberías en cada variable, el programa utiliza herramientas visuales como son las gráficas de control y un velocímetro, también cuadros de mensajes de las posibles acciones a tomar a partir de los valores ingresados en el sistema de almacenamiento.

Los resultados que se obtendrán serán muy satisfactorios ya que mejoraran la interpretación de los datos y su toma de decisiones, además de ayudar a mejorar la comunicación entre el área de calidad y producción, y mantener un proceso totalmente controlado.

Palabras claves: Norma INEN, herramienta, variables, calidad, tubería.



ABSTRACT

Work is a program for quality control, applied to the variables identified in the INEN 499 (outside diameter, wall thickness, roundness, inner diameter bell, bell depth, weight) standard, which are handled in the factory Rival plastic tubes, 100% is done in Excel, using basic programming tools, but focused on making decisions from data collected daily from variables.

The software tool converts data points to an information system easy to use and interpretation whose application will be useful for decision-making and contribute to the continuous improvement of the entire company.

Decision making and interpretation of the data is designed empirical passing them to a logical interpretations, by developing algorithms with a certain chronological order, from the application of control charts and division into quartiles limits The same boundaries that have parameters for each of the pipes in each variable, the program uses visual tools such as control charts and a speedometer, message boxes also of possible actions to take based on the values entered in the storage system.

The results obtained are very satisfactory as it will improve the interpretation of data and decision-making, and help to improve communication between the area of quality and production, and maintain a fully controlled process.

Keywords: Standard INEN , tool, variables , quality, pipe



Contenido

CAPITULO I	8
DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	8
1.1 Antecedentes generales	9
1.2 Misión, Visión de la empresa	11
1.2.1 Misión:	11
1.2.2 Visión:.....	11
1.3 Estructura Organizativa del Departamento de Calidad.....	11
1.4 Situación Actual del Departamento de Calidad	12
1.5 Líneas de Producción, Parámetros de Medida y Productos	15
1.6 Alcance de la propuesta de mejora en el Departamento de Calidad	18
CAPITULO II:	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1 Materias Primas	20
2.2 El PVC	20
2.2.1. PVC rígido en la fábrica Tubos Rival	21
2.3 Proceso de mezcla para obtención del PVC rígido	23
2.4 Proceso de extrusión	24
2.5 Variables de Control	26
2.6 Causas de variación de las variables.....	29
2.7 Tratamiento de los Datos	30
2.8 Gráficos de Control	31
2.8.1 Construcción de una Gráfica Control	32
2.8.2. Calculo de los límites para la Gráfica de Control.....	33
2.8.3 Fases del Gráfico de Control	33
2.9 División de los límites de control en cuartiles	34
2.10 Síntomas de Anormalidad	34
2.11 Casos de Variabilidad en el Proceso Productivo de la Planta Tubos Rival, Causas.....	37
CAPITULO III	41
ELABORACIÓN DE UN SISTEMA INFORMÁTICO BASADO EN ALGORITMOS DE DECISIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO DE TUBERÍAS DE PVC DE PARED SÓLIDA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS DE CONTROL.....	41



3.1	Introducción	42
3.2	Requisitos de la Herramienta	42
3.3	Elaboración de la propuesta de mejora en el sistema de control de calidad	42
3.3.1	Algoritmos de Decisión	42
3.2.3	Cálculos para cada caso de variación.....	49
3.2.4	Orden Cronológico.....	50
3.3	Estructura del Sistema	51
3.3.4	Recolección de datos.....	51
3.4	Almacenamiento de Datos	53
3.4.1	Descripción del proceso de Almacenamiento de Datos	53
3.4.2	Descripción de la Base de Datos utilizada	54
3.5	Explorador del historial de registros	56
CAPITULO IV.....		58
MENSAJES DE SUGERENCIA DE LAS POSIBLES ACCIONES CORRECTIVAS BASADAS EN LOS ALGORITMOS DE DECISIÓN		58
4.1	Análisis de los Datos.....	59
CAPITULO V:.....		64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		64
5.1	CONCLUSIONES:	65
5.2	RECOMENDACIONES	67



CLÁUSULAS DE DERECHO DE AUTOR



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Fundada en 1867

Yo, José Miguel Zhunio Veja, autor de la tesis "Elaboración de un Sistema Informático para el Control Estadístico del Proceso en la Fábrica de Tubos Plásticos Rival", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi Título de Ingeniero Industrial. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afeción alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 25 de enero 2016

José Miguel Zhunio Veja

C.I.: 030216856-2

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



CLÁUSULAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Fundada en 1867

Yo, José Miguel Zhunio Veja, autor de la tesis "Elaboración de un Sistema Informático para el Control Estadístico del Proceso en la Fábrica de Tubos Plásticos Rival", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 25 de enero de 2016

José Miguel Zhunio Veja
C.I.: 030216856-2

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



CAPITULO I

DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA



1.1 Antecedentes generales

Plásticos Rival Cía. Ltda. es una empresa orgullosamente ecuatoriana que fue fundada en el año de 1980, por el Sr. José Román Cabrera, siendo inicialmente su principal objetivo la fabricación y comercialización de tubería de PVC para agua potable, uso sanitario, ducto telefónicos, eléctricos y alcantarillado. Con el tiempo creció nuestro mercado y en base a la permanente calidad de nuestros productos ahora también nos dedicamos a fabricar tubería de Polietileno para presión, alcantarillado y ducto para fibra óptica, respondiendo a la exigencias de grandes sectores del país tales como construcción, industria, agricultura y sistemas de conducción de agua potable y alcantarillado tanto del sector público y privado.

Contamos con una planta industrial ubicada en la ciudad de Cuenca en la parroquia de Ricaurte sector El Tablón que dispone de Oficinas Administrativas, naves industriales que incluyen áreas de producción con varias extrusoras, inyectoras y conformadora, áreas de servicio (Bodegas, Mantenimiento, Laboratorios de Calidad, Zona de Mezcla, etc.) perfectamente delimitados y apropiados para desarrollar sus actividades, además mantenemos oficinas comerciales en Quito y Guayaquil para cubrir todas las necesidades y demanda de los clientes a nivel nacional.

Todos nuestros productos poseen Sello de Calidad INEN pues cumplen con los requisitos especificados en las diferentes normas técnicas que corresponden, los cuales son verificados periódicamente por el INEN de acuerdo a los convenios que se mantienen.

Hemos incursionado en la fabricación de TUBERÍA DE PRFV (Poliéster reforzado con Fibra de Vidrio) para aplicaciones en redes de presión, alcantarillado e industriales, en una nueva planta industrial construida en la ciudad de Guayaquil para abastecer el mercado Andino, Centro América y nacional. Esta planta cuenta con dos naves industriales que incluyen áreas de producción con maquinaria de adecuada tecnología y el Know-How del Grupo Petroplast, áreas de servicio (Mantenimiento, Laboratorios de Calidad, Zona de



Mezcla, etc.) perfectamente delimitados y apropiados para desarrollar sus actividades.

Adicionalmente en la planta de Guayaquil venimos fabricando productos especiales con polietileno de media densidad mediante Roto moldeo, para lo cual adquirimos una licencia internacional.

Los logros de la empresa como unidad transformadora de productos plásticos no son producto del azar, sino el resultado del trabajo de un grupo de profesionales que creen en la calidad y la entienden no como una opción, sino como “un compromiso con el desarrollo del país”.

La Empresa sigue evolucionando de acuerdo a los avances tecnológicos, demanda de mercados, niveles de competencia, exigencias de los clientes, exigencia de la sociedad y de los requisitos normativos legales aplicables. Como consecuencia de este avance es necesario que todas las actividades realizadas en la empresa sean llevadas a cabo mediante el cumplimiento de un sistema.

Los manuales mantienen documentados el Sistema de gestión Integral “SGI” implementado en PLÁSTICOS RIVAL, siguiendo los lineamientos de la Norma ISO 9001, Norma ISO 140001 y Normas OHSAS 18001 y contiene la política Integral; Objetivos, Responsabilidades y procesos, necesarios para alcanzar las metas planteadas garantizando y normalizando las actividades de la organización.

1.2 Misión, Visión de la empresa

1.2.1 Misión:

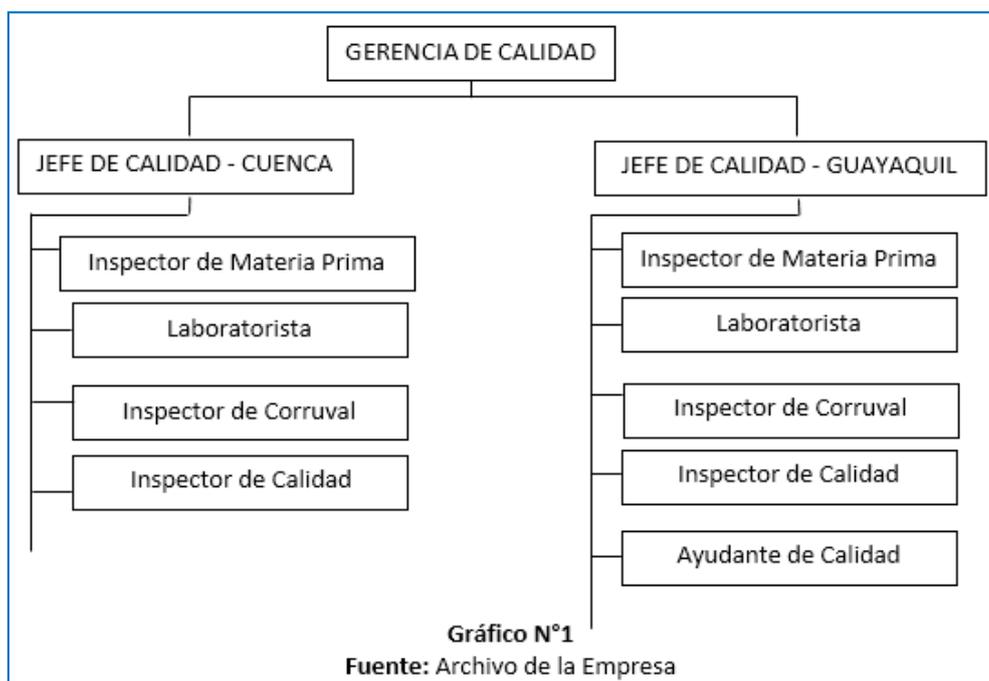
Producir y comercializar productos plásticos cumpliendo normas de calidad, cuidando el ambiente, y preservando la seguridad y salud ocupacional de nuestros colaboradores, fruto de un completo proceso de mejoramiento continuo, para satisfacer a nuestros clientes, aumentando día a día la participación en el mercado nacional e internacional”

1.2.2 Visión:

Liderar el camino, superando las expectativas de los grupos de interés, siempre con el compromiso con la calidad, ambiente, SSO, donde seremos recompensados con la fidelidad de nuestros clientes y fortalecidos con un equipo de trabajo con talento, pasión e innovación constante.¹

1.3 Estructura Organizativa del Departamento de Calidad

GRÁFICO 1. Gerencia de Calidad



¹ Archivos de la Empresa Plástico Rival Cía. Ltda.



1.4 Situación Actual del Departamento de Calidad

Al momento en la fábrica el departamento de calidad se encuentra conformado por una Gerencia de Calidad, Jefe de Calidad, 6 Inspectores de Calidad (en turnos rotativos), un Laboratorista quien se encarga de la inspección y control de calidad de la tubería Corruval.

Los inspectores que laboran en turnos rotativos de ocho horas, controlan las plantas de producción; Planta 1 y Planta 2 de la fábrica de tubos, “Plásticos Rival”, verificando que los productos que se fabriquen, cumplan con los requisitos y especificaciones necesarias para contribuir a la satisfacción de los clientes.

De las dos plantas mencionadas solo una será empleada para el estudio de este trabajo de titulación, el cual se centrará en la máquina extrusora o línea 4 y en los productos que se fabrican.

A continuación se describirá como se encuentra conformada esta planta de producción de tubería de PVC:

La Planta 1 cuenta con 17 líneas de producción o extrusoras las mismas que están a cargo de 3 Supervisores de producción; en dichas líneas se fabrican tuberías de pared sólida que son:

- Desagüe (INEN 1374)
- Ducto telefónico (INEN 1869)
- Roscable (INEN 2497)
- Tubería de presión y baja presión (INEN 1373)
- Ventilación (INEN 2474)
- Tubería TOM (ISO 16422) esta se produce en una sola línea
- En 2 líneas se fabrican tubería corruval de alcantarillado (INEN 2059) y ducto telefónico (INEN 2227)
- en 2 líneas de extrusión se realiza la fabricación de perfiles y con el mismo se fabrica tubería ri-bloc.



La función de los inspectores de calidad inicia desde el arranque de una línea de producción, verificando de manera visual aspectos como color; superficie de tubería la cual debe ser completamente lisa, sin presentar contaminación interna y externa, una vez que la tubería se encuentre normalizada, se procede a la medición del diámetro exterior, espesores y ovalamiento. En el momento que cumple con los parámetros establecidos para cada una de los tipos de tubería, el producto en proceso es cortado según las longitudes que nos indica el manual de calidad para proceder a la formación de la campana, de la cual se mide, profundidad y diámetro para la campana EC y para la campana UR, se mide solo la profundidad de campana o longitud de acoplamiento y se aprueba siempre y cuando cumpla con los requisitos o parámetros establecidos.

Durante el proceso productivo se presenta variaciones por tal motivo se realiza el control del producto con la siguiente frecuencia de acuerdo a lo descrito en el manual de calidad que se rige según la normativa INEN.

Realizándose así para:

- El diámetro exterior 4 mediciones durante cada turno.
- Espesores de pared, 8 mediciones durante el turno tomando siempre el mínimo valor.
- Del ovalamiento se realizan 2 mediciones en todo el turno en este caso se registra y verifica que el valor no sea mayor a los parámetros.
- Del diámetro interior de campana y profundidad de campana se realizan una sola medición durante el turno.
- Del Peso se realiza dos pesajes durante el turno.

Si durante las pruebas se determinan valores de las variables que se encuentran fuera de especificación o cerca de los límites, se da aviso a las personas responsables (Operadores de línea o Supervisor a cargo) para que se den las correcciones debidas.



Al finalizar el turno se llena un registro en los formatos establecidos por la empresa, los cuales son de tipo manual y digital, dando así por terminado el turno del Inspector de calidad.

Es decir, estos registros quedan únicamente como datos que no son útiles, la información no reciben ningún tratamiento, tampoco se realiza un análisis estadístico de los datos, lo que imposibilita tomar acciones correctivas en el momento en que se necesite o con la antelación que se requiera, la herramienta que se usa actualmente dentro del área de calidad, no permite la toma de decisiones, convirtiéndose únicamente en un almacenamiento de datos que además no contribuye a una comunicación efectiva entre el área de calidad y producción.

Debido a estas falencias dentro del departamento de calidad, se ha visto la necesidad de elaborar una herramienta que contribuya al mejoramiento del control de la calidad y que se convierta en un apoyo para los inspectores de calidad, en la toma de decisiones, en el mejoramiento de la comunicación entre áreas, en el tratamiento de la información, dándonos así las acciones a tomar de manera oportuna, es decir, una herramienta que permita a cierto nivel automatizar el control de calidad, que principalmente esté basado en uno de las herramientas estadísticas básicas para el control de calidad, como son las cartas de control.

1.5 Líneas de Producción, Parámetros de Medida y Productos

Los productos que se fabrican en la empresa son los siguientes en la Planta 1.

TABLA N° 1. Productos de la Empresa

EXTRUSORA XTR	PARAMETROS DE MEDIDA	U	TIPO DE PRODUCTO	PRODUCTO					
				Ø	x	L	TIPO DE TUBERIA	NORMA	TIPO DE CAMPANA
1A	DIÁMETRO	mm	PARED SOLIDA	110	x	3 m	PREMIUM	P. RIVAL	EC
	ESPEJOR	mm		110	x	6 m	DETL (GRIS o TOMATE)	INEN 1869	EC
	OVALAMIENTO	mm		110	x	3 m	DESAGÜE	INEN 1374	EC
	Ø DE CAMPANA	mm		110	x	6 m	DESAGÜE	INEN 1374	EC
	PROFUNDIDAD DE CAMPANA	mm		110	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	EC
	PESO	kg							
1B	DIÁMETRO	mm	PARED SOLIDA	110	x	3 m	PREMIUM	P. RIVAL	EC
	ESPEJOR	mm		110	x	6 m	DETL (GRIS o TOMATE)	INEN 1869	EC
	OVALAMIENTO	mm		110	x	3 m	DESAGÜE	INEN 1374	EC
	Ø DE CAMPANA	mm		110	x	6 m	DESAGÜE	INEN 1374	EC
	PROFUNDIDAD DE CAMPANA	mm		110	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	EC
	PESO	kg							
2			PARED SOLIDA	200	x	6 m	0,5 MPa	INEN 1373	UR
				200	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
				200	x	6 m	DESAGÜE	INEN 1374	EC
	DIÁMETRO	mm		250	x	6 m	0,5 MPa	INEN 1373	UR
	ESPEJOR	mm		250	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
	OVALAMIENTO	mm		250	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	UR
	Ø DE CAMPANA	mm		315	x	6 m	0,5 MPa	INEN 1373	UR
	PROFUNDIDAD DE CAMPANA	mm		315	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
	PESO	kg		315	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	UR
				355	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
				400	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
				500	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	UR
3			PARED SOLIDA	50	x	6 m	DETL (GRIS o TOMATE)	INEN 1869	EC
				50	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	UR
				63	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	EC
				63	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	EC
				63	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	EC
				75	x	3 m	PREMIUM	P. RIVAL	EC
				75	x	3 m	DESAGÜE	INEN 1374	EC
	DIÁMETRO	mm		75	x	6 m	0,5 MPa	INEN 1373	EC
	ESPEJOR	mm		75	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	EC
	OVALAMIENTO	mm		75	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	EC
	Ø DE CAMPANA	mm		75	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	EC
	PROFUNDIDAD DE CAMPANA	mm		90	x	6 m	DETL (GRIS o TOMATE)	INEN 1869	EC
	PESO	kg		90	x	6 m	0,5 MPa	INEN 1373	EC
				90	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
				90	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	EC/UR
				90	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	EC
				90	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	EC
				110	x	6 m	0,5 MPa	INEN 1373	EC
				110	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	EC/UR



EXTRUSORA XTR	PARAMETROS DE MEDIDA	U	TIPO DE PRODUCTO	PRODUCTO					
				Ø	x	L	TIPO DE TUBERIA	NORMA	TIPO DE CAMPANA
4	DIÁMETRO mm ESPESOR mm OVALAMIENTO mm Ø DE CAMPANA mm PROFUNDIDAD DE CAMPANA mm PESO kg		PARED SOLIDA	50	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
				50	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	UR
				63	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
				63	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	UR
				63	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	UR
				63	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	UR
				75	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
				75	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	UR
				90	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
				90	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	UR
				110	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	UR
				110	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	UR
				110	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	UR
				140	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
				90	x	6 m	1,25 MPa	ISO 16422	PREFORMA
110	x	6 m	1,25 MPa	ISO 16422	PREFORMA				
5	DIÁMETRO mm ESPESOR mm OVALAMIENTO mm Ø DE CAMPANA mm PROFUNDIDAD DE CAMPANA mm PESO kg		PARED SOLIDA	90	x	6 m	1,25 MPa	ISO 16422	PREFORMA
				110	x	6 m	1,25 MPa	ISO 16422	PREFORMA
				160	x	6 m	1,25 MPa	ISO 16422	PREFORMA
				200	x	6 m	1,25 MPa	ISO 16422	PREFORMA
				250	x	6 m	1,25 MPa	ISO 16422	PREFORMA
				315	x	6 m	1,25 MPa	ISO 16422	PREFORMA
				400	x	6 m	1,25 MPa	ISO 16422	PREFORMA
8A	DIÁMETRO mm ESPESOR mm OVALAMIENTO mm Ø DE CAMPANA mm PROFUNDIDAD DE CAMPANA mm PESO kg		PARED SOLIDA	20	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	EC
				20	x	6 m	2 MPa	INEN 1373	EC
				25	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	EC
				25	x	6 m	1,6 MPa	INEN 1373	EC
				32	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	EC
				40	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	EC
				40	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	EC
				50	x	3 m	PREMIUM	P. RIVAL	EC
				50	x	6 m	DETL (GRIS o TOMATE)	INEN 1869	EC
				50	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	EC
				50	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	EC/UR
				50	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	EC/UR
				50	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	EC
8B	DIÁMETRO mm ESPESOR mm OVALAMIENTO mm Ø DE CAMPANA mm PROFUNDIDAD DE CAMPANA mm PESO kg		PARED SOLIDA	20	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	EC
				20	x	6 m	2 MPa	INEN 1373	EC
				25	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	EC
				25	x	6 m	1,6 MPa	INEN 1373	EC
				32	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	EC
				40	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	EC
				40	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	EC
				50	x	3 m	PREMIUM	P. RIVAL	EC
				50	x	6 m	DETL (GRIS o TOMATE)	INEN 1869	EC
				50	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	EC
				50	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	EC/UR
				50	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	EC/UR
				50	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	EC
9A	DIÁMETRO mm ESPESOR mm OVALAMIENTO mm Ø DE CAMPANA mm PROFUNDIDAD DE CAMPANA mm PESO kg		PARED SOLIDA	110	x	3 m	DESAGÜE	INEN 1374	EC
				110	x	3 m	VENTILACIÓN	INEN 2474	EC
				110	x	6 m	DETL (GRIS o TOMATE)	INEN 1869	EC
				110	x	6 m	0,5 MPa	INEN 1373	EC
				110	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	EC



EXTRUSORA XTR	PARAMETROS DE MEDIDA	U	TIPO DE PRODUCTO	PRODUCTO					
				Ø	x	L	TIPO DE TUBERIA	NORMA	TIPO DE CAMPANA
9B	DIÁMETRO	mm	PARED SOLIDA	110	x	3 m	DESAGÜE	INEN 1374	EC
	ESPEJOR	mm		110	x	3 m	VENTILACIÓN	INEN 2474	EC
	OVALAMIENTO	mm		110	x	6 m	DETL (GRIS o TOMATE)	INEN 1869	EC
	Ø DE CAMPANA	mm		110	x	6 m	0,5 MPa	INEN 1373	EC
	PROFUNDIDAD DE CAMPANA	mm		110	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	EC
	PESO	kg							
10			PARED SOLIDA	160	x	3 m	DESAGÜE	INEN 1374	EC
				160	x	6 m	DESAGÜE	INEN 1374	EC
				160	x	6 m	0,5 MPa	INEN 1373	EC/UR
				160	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	EC
				160	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	EC/UR
	DIÁMETRO	mm		160	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	UR
	ESPEJOR	mm		160	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	UR
	OVALAMIENTO	mm		200	x	6 m	DESAGÜE	INEN 1374	EC
	Ø DE CAMPANA	mm		200	x	6 m	0,5 MPa	INEN 1373	EC/UR
	PROFUNDIDAD DE CAMPANA	mm		200	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	EC
	PESO	kg		200	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	EC
				200	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	UR
				200	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	EC
				250	x	6 m	DESAGÜE	INEN 1374	EC
				250	x	6 m	0,5 MPa	INEN 1373	UR
				250	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
		250	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	UR		
11			CORRIVAL	110	x	6 m	ALCANTARILLADO	INEN 2059	EC
	DIÁMETRO	mm		110	x	6 m	DTE (TOMATE-BLANCO)	INEN 2227	EC
	ESPEJOR (e1-e2)	mm		125	x	6 m	ALCANTARILLADO	INEN 2059	EC
	Ø DE CAMPANA	mm		125	x	6 m	DTE (TOMATE-BLANCO)	INEN 2227	EC
	PROFUNDIDAD DE CAMPANA	mm		160	x	6 m	ALCANTARILLADO	INEN 2059	EC
	PESO	mm		160	x	6 m	DTE (TOMATE-BLANCO)	INEN 2227	EC
12			CORRIVAL	175	x	6 m	ALCANTARILLADO	INEN 2059	EC
				175	x	6 m	DTE (TOMATE-BLANCO)	INEN 2227	EC
	DIÁMETRO	mm		200	x	6 m	ALCANTARILLADO	INEN 2059	EC
	ESPEJOR (e1-e2)	mm		200	x	6 m	DTE (TOMATE-BLANCO)	INEN 2227	EC
	Ø DE CAMPANA	mm		220	x	6 m	ALCANTARILLADO	INEN 2059	EC
	PROFUNDIDAD DE CAMPANA	mm		220	x	6 m	DTE (TOMATE-BLANCO)	INEN 2227	EC
	PESO	kg		280	x	6 m	ALCANTARILLADO	INEN 2059	EC
				335	x	6 m	ALCANTARILLADO	INEN 2059	EC
				440	x	6 m	ALCANTARILLADO	INEN 2059	EC
14	DIÁMETRO	mm	POLIETILENO	40	x	500m	MONDUCTO	P. RIVAL	ROLLOS
	DIÁMETRO	mm		40	x	500m	BIDUCTO	P. RIVAL	ROLLOS
	ESPEJOR	mm		40	x	500m	TRIDUCTO	P. RIVAL	ROLLOS
	OVALAMIENTO	mm							
		kg							
15			PARED SOLIDA	1/2"	x	6 m	SCH-40		EC
				1/2"	x	6 m	ROSCABLE	INEN 2497	NA
				3/4"	x	6 m	SCH-40		EC
	DIÁMETRO	mm		3/4"	x	6 m	ROSCABLE	INEN 2497	NA
	ESPEJOR	mm		1"	x	6 m	SCH-40		EC
	OVALAMIENTO	mm		1"	x	6 m	ROSCABLE	INEN 2497	NA
	Ø DE CAMPANA	mm		1 1/2"	x	6 m	SCH-40		EC
	PROFUNDIDAD DE CAMPANA	mm		2"	x	6 m	SCH-40		EC
	PESO	kg		3"	x	6 m	SCH-40		EC
				4"	x	6 m	SCH-40		EC
16	DIÁMETRO	mm	PARED SOLIDA	1/2"	x	6 m	ROSCABLE	INEN 2497	NA
	ESPEJOR	mm		75	x	3 m	PREMIUM	P. RIVAL	EC
	OVALAMIENTO	mm							
	Ø DE CAMPANA	mm							
	PROFUNDIDAD DE CAMPANA	mm							
PESO	kg								

Fuente: Elaboración Propia



1.6 Alcance de la propuesta de mejora en el Departamento de Calidad

La propuesta que se va a desarrollar en este trabajo de titulación, es la elaboración de un sistema informático para el control estadístico del proceso, basado en un algoritmo de decisión que permita, sugerir las acciones que se deben tomar durante el proceso productivo, en función de las desviaciones que presentan las variables consideradas, toda la información que generará el sistema está basado en la teoría de las gráficas de control.

El sistema desarrollado se aplicará únicamente a la Línea 4 de la Planta 1 de la cual se obtendrá una base de datos que permita el análisis posterior con el adecuado manejo de la herramienta.

Los productos que se fabrican en la maquina 4 son:

TABLA N° 2. Productos de la línea 4

EXTRUSORA XTR	PARAMETROS DE MEDIDA	U	TIPO DE PRODUCTO	PRODUCTO					
				∅	x	L	TIPO DE TUBERIA	NORMA	TIPO DE CAMPANA
4			PARED SOLIDA	50	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
				50	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	UR
				63	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
				63	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	UR
				63	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	UR
				63	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	UR
	DIÁMETRO	mm		75	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
	ESPEJOR	mm		75	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	UR
	OVALAMIENTO	mm		90	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
	∅ DE CAMPANA	mm		90	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	UR
	PROFUNDIDAD DE CAMPANA	mm		110	x	6 m	0,8 MPa	INEN 1373	UR
	PESO	kg		110	x	6 m	1 MPa	INEN 1373	UR
				110	x	6 m	1,25 MPa	INEN 1373	UR
				140	x	6 m	0,63 MPa	INEN 1373	UR
				90	x	6 m	1,25 MPa	ISO 16422	PREFORMA
				110	x	6 m	1,25 MPa	ISO 16422	PREFORMA

Fuente: Elaboración Propia



CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO



2.1 Materias Primas

En la empresa de tubos, Plásticos Rival existen varios tipos de materiales para formación de tuberías como son:

- PVC, (utilizado en las 2 plantas)
- Polipropileno (utilizado en la planta 2)
- Polietileno, (utilizado en planta 1)

Del total de las máquinas extrusoras en la planta 1 que son 17, el 95% de ellas utiliza PVC rígido y el 5% utiliza polietileno.

2.2 El PVC

PVC es la denominación por la cual se conoce el **policloro de vinilo**, un plástico que surge a partir de la **polimerización** del **monómero de cloro etileno** (también conocido como **cloruro de vinilo**).²

Gráfico 2. Formula del PVC o Poli cloruro de vinilo



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/pvc.html>

Características: ³

- Tiene una elevada resistencia a la abrasión, buena resistencia mecánica y al impacto, lo que lo hace común e ideal para la edificación y construcción.

² Extraído de: <http://definicion.de/pvc/#ixzz3uOtc9gJh>; Fecha de consulta: 9/12/2015.

³ Extraído de: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/pvc.html>; Fecha de consulta: 9/12/2015



- Al utilizar aditivos tales como estabilizantes, plastificantes entre otros, el PVC puede transformarse en un material rígido o flexible.
- Es estable e inerte por lo que se emplea extensivamente donde la higiene es una prioridad, por ejemplo los catéteres y las bolsas para sangre y hemoderivados están fabricadas con PVC, así como muchas tuberías de agua potable.
- Es un material altamente resistente, los productos de PVC pueden durar hasta más de sesenta años como se comprueba en aplicaciones tales como tuberías para conducción de aguas potables y sanitarios.
- Debido a los átomos de cloro que forman parte del polímero PVC, no se quema con facilidad ni arde por si solo y cesa de arder una vez que la fuente de calor se ha retirado. Se emplea eficazmente para aislar y proteger cables eléctricos en el hogar, oficinas y en las industrias debido a que es un buen aislante eléctrico.
- Se vuelve flexible y moldeable sin necesidad de someterlo a altas temperaturas (basta unos segundos expuestos a una llama) y mantiene la forma dada y propiedades una vez enfriado a temperatura ambiente, lo cual facilita su modificación.
- Rentable. Bajo costo de instalación.

2.2.1. PVC rígido en la fábrica Tubos Rival

En la empresa la materia prima utilizada son los polímeros termoplásticos, (derivación de los polímeros que se forman según el comportamiento que presentan al elevar la temperatura), de éstos se puede obtener el pvc rígido y el pvc flexible.



PVC flexible: Llamado PVC plastificado. Los plásticos de poli cloruro de vinilo flexible incluyen una gran variedad de compuestos para moldeo, con una gran diversidad de propiedades y aplicaciones y que se procesan con casi todas las técnicas de transformación.

PVC rígido: Fusión y moldeo a temperatura adecuada de poli cloruro de vinilo con aditivos sin plastificantes,

Para el proceso de producción en la empresa se emplea el pvc rígido por las ventajas que presenta como son;

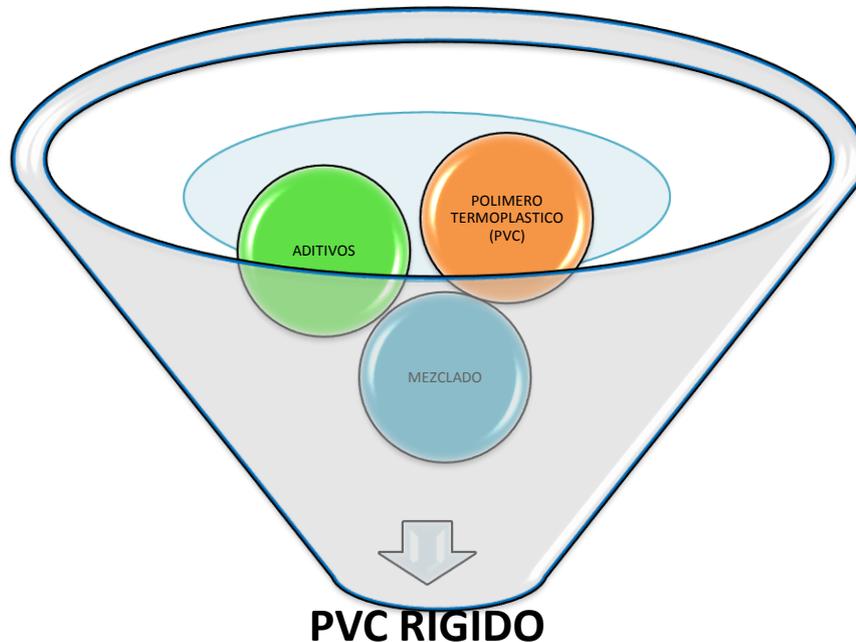
- Bajo precio
- Alta resistencia mecánica
- Buena resistencia química
- Baja absorción de agua
- Alta resistencia al impacto (debidamente formulado)
- Notables características de los tubos.
- Buena resistencia a la intemperie
- No es combustible
- Buena rigidez
- Excelentes propiedades eléctricas.
- Buena apariencia superficial
- Puede ser reprocesado.

Mientras que algunas de sus desventajas son:

- Dificultades en el procesamiento por su inestabilidad
- Baja deflexión térmica
- Mala resistencia a la deformación bajo carga estática a temperaturas altas

2.3 Proceso de mezcla para obtención del PVC rígido

GRÁFICO 3. Proceso de mezcla para obtención del PVC rígido



FUENTE: Elaboración Propia

El proceso de mezclado que se realiza para la obtención del PCV rígido es un proceso catalítico, el cual se hace para obtener un material más homogéneo y seco (PVC rígido), lo que se logra al complementar el PVC con aditivos, los cuales serán agregados en un orden adecuado, a una temperatura entre 100 y 120 grados centígrados. El proceso de mezclado se debe realizar en un tiempo que no excede a los ocho minutos incluido el tiempo de enfriamiento de la mezcla conseguida a una temperatura de 50 grados.



Tipos de aditivos:

Los aditivos que se utilizan en la fábrica para la obtención del PVC rígido, y la función que realizan se presentan en la siguiente tabla:

TABLA N° 3. Tipos de Aditivos

TIPO DE ADITIVO	FUNCIÓN DEL ADITIVO
Estabilizantes-Lubricantes	Aditivos que facilitan procesado
Plastificantes-Cargas reforzantes- Modificadores de impacto	Aditivos que modifican las propiedades mecánicas
Cargas Diluyentes y expendedoras	Aditivos que disminuyen costos de las formulaciones
Agentes antiestáticos-Aditivos antideslizamientos-Aditivos anti desgaste- Promotores de adhesión	Modificadores de propiedades superficiales
Pigmentos y colorantes-Agentes de meleación	Modificadores de propiedades ópticas
Estabilizantes contra luz UV Fungicidas	Aditivo contra el envejecimiento
Otros	Agentes espumantes-Retardantes de llama

Fuente: Archivos de la Empresa Plásticos Rival

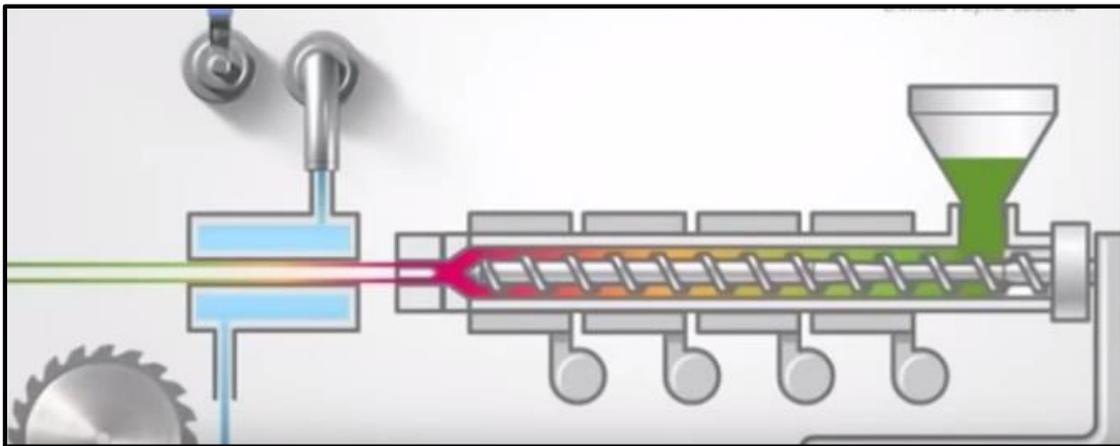
2.4 Proceso de extrusión

Al finalizar el proceso de mezclado, el material obtenido es llevado en los carros transportadores a cada una de las máquinas extrusoras, para así comenzar con el proceso de formación o extrusión de la tubería donde se tendrán en cuenta, variables propias del proceso como son presión y temperatura.

La máquina extrusora consiste en un tornillo sinfín dentro de un barril, en cuyo extremo se encuentra un dado que da forma a perfiles rígidos, tubos rígidos dentro de Plásticos Rival.

EL pvc rígido, obtenido de la mezcla, es colocado en la tolva de la máquina extrusora, al iniciar el proceso de extrusión, el material gira al interior del barril a temperaturas elevadas, hasta llegar al cabezal en donde durante el proceso de extrusión la tubería toma la forma y el tamaño del recipiente que lo contiene, luego pasa a la sección de enfriamiento donde el tubo se vuelve rígido, para poder ser cortado.

FIGURA N° 1. Proceso de Extrusión



FUENTE: <https://www.youtube.com/watch?v=5llul4mj6zA>

Una vez fabricada (enfriada) y cortada la tubería, los inspectores de calidad deberán medir y registrar las variables como son: diámetro exterior, espesor de pared y ovalamiento que son las que analizaremos en este trabajo de titulación de las cuales la frecuencia con la que se debe medir es:

TABLA N° 4. Frecuencia de medida de cada variable

VARIABLE	FRECUENCIA	NORMA
DIÁMETRO	4 POR TURNO	INTERNA
ESPESOR	8 POR TURNO	INTERNA
OVALAMIENTO	2 POR TURNO	INTERNA
Ø CAMPANA	1 POR TURNO	INTERNA
PROFUNDIDAD DE CAMPANA	1 POR TURNO	INTERNA
PESO	2 POR TURNO	INTERNA

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 5. Número de mediciones para cada variable

TUBERIAS DE DIÁMETROS	DIÁMETRO	ESPESOR	OVALAMIENTO	Ø CAMPANA	PROFUNDIDAD DE CAMPANA	PESO	NORMA
Menor o Igual A 110mm	2	4	$\text{Ø}_{ext Max} - \text{Ø}_{ext Min}$	2	Por lo menos 4	Se registra 1 valor de cada pesaje según la frecuencia un mínimo y un máximo	499
Mayor de 110mm a 250mm	4	8		4			
Mayor de 250mm a 630mm	8	16		8			
Mayor de 630mm a 1000mm	16	32		16			
REGISTRO DE LAS MEDICIONES	Se registra 1 valor de cada medición según la frecuencia	Se registrará solo el valor mínimo de cada medición según la frecuencia	Se registra valor de cada medición según la frecuencia	Se registra 1 valor de cada medición según la frecuencia	Se registrará solo el valor promedio de cada medición según la frecuencia		

Fuente: Información de la tabla Norma INEN 499-diseño Elaboración Propia

2.5 Variables de Control

Dentro de Plásticos Rival se tiene definidas algunas variables a controlarse como son:

1. Diámetro exterior.
2. Espesor de pared.
3. Ovalamiento.
4. Diámetro interior de campana.
5. Profundidad de campana o Longitud de acoplamiento.
6. Peso.

A continuación definiremos cada una de las variables de control.

- **Diámetro exterior:**

Es el resultado de medir en cualquier sección transversal del tubo, para medir el diámetro exterior utilizamos un equipo llamado cinta PI o cinta milimétrica (Gráfico 6).

FIGURA N° 2. Representación gráfica del diámetro exterior



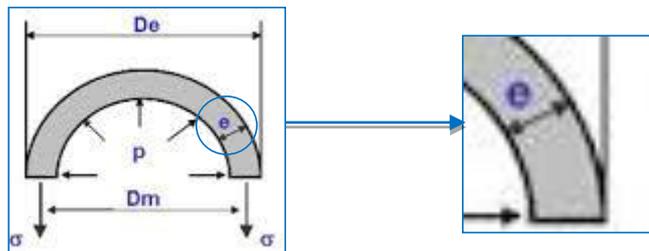
Fuente: <http://www.lotusmallorca.com/aplicaciones2.htm>

FIGURA N° 3. Cinta Pi

Fuente: <http://medicion.mx/tienda/p1-pi-tape-spring-steel-2-12/>

- **Espesor de pared solida:**

Diferencia entre diámetro exterior máximo y diámetro interior mínimo, para medir los espesores se utiliza un equipo llamado micrómetro.

FIGURA N° 4. Representación de la medición del espesor

Fuente: <http://www.lotusmallorca.com/aplicaciones2.htm>

FIGURA N° 5. Micrómetro

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Micr%C3%B3metro_%28instrumento%29

- **Ovalamiento:**

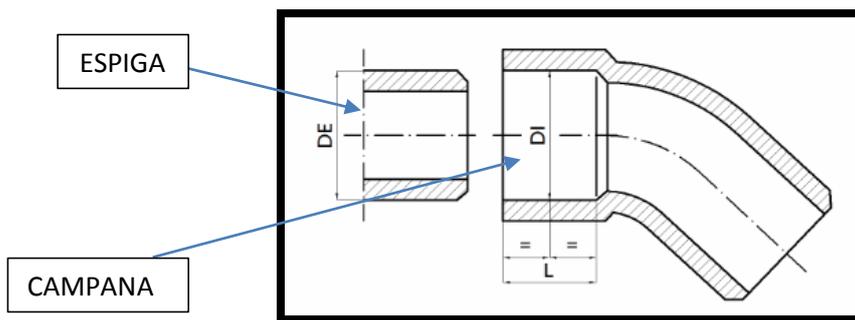
Diferencia entre diámetro exterior máximo y diámetro exterior mínimo.

$$\text{Ovalamiento} = \varnothing_{\text{Exterior Max}} - \varnothing_{\text{Exterior Min}}$$

- **Diámetro interior de campana:**

Es la medida interna del tubo donde deberá colocarse la espiga.

FIGURA N° 6. Representación del diámetro interior de campana

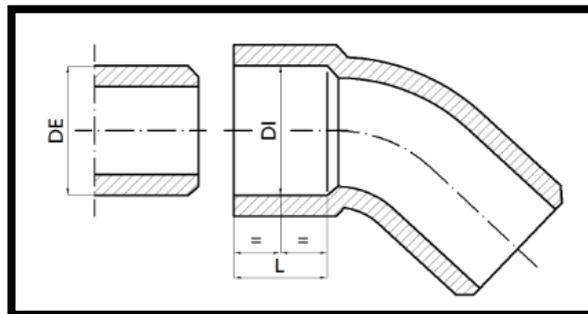


Fuente: NORMA INEN

- **Profundidad de campana (L) o Longitud de Acoplamiento:**

Valor mínimo de la longitud entre los extremos de la campana de acuerdo a la figura.

FIGURA N° 7. Representación de la profundidad de campana



Fuente: NORMA INEN



- **Peso:**

Es el valor que se obtiene al pesar el tubo al final del proceso, está dado en Kg, este viene determinado por los espesores, longitud.

A pesar de tener seis variables controlables en el proceso, en este trabajo de titulación se han tomado en cuenta, las variables del diámetro exterior y espesor de pared, por la frecuencia de registro y el ovalamiento, por tener un tratamiento diferente, al ser su parámetro mínimo cero (0).

2.6 Causas de variación de las variables.⁴

Plásticos Rival es una empresa con triple certificación es decir, tiene y mantiene implementado un sistema integral en el que consta con la Norma ISO 9001:2008 Norma ISO 140001 y Normas OHSAS 18001, y dentro de la ISO 9001 se menciona en uno de sus puntos sobre el Análisis de los Datos, donde dice:

*“La organización debe determinar, recopilar y analizar los datos apropiados para demostrar la idoneidad y la eficacia del sistema de gestión de la calidad, para evaluar dónde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión de la calidad. Esto debe incluir los datos generados del resultado del seguimiento y medición y de cualesquiera otras fuentes pertinentes”.*⁵

Besándonos en este principio y conscientes de lo necesario que es el análisis de las causas de variación del proceso producidas por una combinación de equipos, materiales, ambiente y operador, que influyen en la calidad del producto tenemos las siguientes fuentes:

⁴ Dale H. Besterfield. Control de la Calidad. Pearson. Ed. Octava. México 2009.

⁵ Norma ISO 9001: 2008



- 1. EQUIPO O MÁQUINA:** Esta comprende desgaste, vibraciones de la máquina, posicionamiento de las piezas que lo conforman, y fluctuaciones hidráulicas y eléctricas.
- 2. EL MATERIAL:** como hay variación en el producto terminado, también debe existir en la materia prima (que es el producto terminado de alguien más). Todo esto afecta a las características de la calidad ya sea espesor, resistencia del producto, contenido de humedad-
- 3. EL AMBIENTE:** La temperatura, iluminación, descarga electrostática, tamaño de la partícula presión humedad pueden contribuir a las variaciones del producto.
- 4. EL OPERADOR:** Este tipo de variación comprende el método con el que el operador efectúa la operación. El bienestar físico y emocional del operador también puede contribuir a la variación.

Estas cuatro fuentes juntas provocan una variación real, aunque existe también una variación al momento de realizar la actividad de inspección, por ejemplo un equipo defectuoso, la aplicación incorrecta de la norma de calidad, o demasiada presión en un micrómetro pueden ser la causa de un informe incorrecto de variación.

2.7 Tratamiento de los Datos

Para el análisis de los datos registrados utilizaremos como herramienta base las gráficas de control y para realizar un control anticipado de la posible causa de variación, la división de los límites de control en cuartiles. La base de los gráficos de control, es que la variación de una característica de calidad puede cuantificarse ya que muchas características de la calidad se pueden expresar en términos de una medida numérica, obteniendo muestras de las salidas de un proceso y estimando los parámetros de su distribución estadística. Por ejemplo, se puede medir el diámetro exterior de una tubería de PVC mediante una cinta



Pi y expresare en milímetros a esta característica de calidad se le atribuye el nombre de variable.

Las causas de variación que son de gran magnitud, y en consecuencia son fácilmente identificables se clasifican como causas imputables o asignables, normalmente no deben estar presentes en el proceso y de estarlo provocan variaciones significativas.⁶

Por tanto para el control y tratamiento de los datos, es importante el desarrollo de la herramienta informática en función de la calidad, que efectúe operaciones muy sencillas con gran rapidez, con capacidad de dar a conocer las posibles soluciones a los problemas y que ejecute las operaciones sencillas en el orden correcto para lograr la determinada tarea, es decir debe ser programada para controlar un proceso, analizar datos y para obtener información a voluntad.⁷

2.8 Gráficos de Control

Cuando se trata con una característica de calidad que es una variable, es una práctica estándar controlar el valor medio de la característica de la calidad y su variabilidad, pero para nuestro caso realizaremos el control de los datos numéricos tomados en distintos casos de comportamiento, para tener una alerta más temprana y evitar futuras pérdidas en la calidad de los productos.

Los gráficos de control constituyen una herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso de producción e identificar posibles inestabilidades y circunstancias anómalas.

⁶ Bertrand L. Hasen. Control de Calidad, Hispano Europea, Barcelona-España, 1980

⁷ Dale H. Besterfield. Control de la Calidad. Pearson. Ed. Octava. México 2009.

2.8.1 Construcción de una Gráfica Control

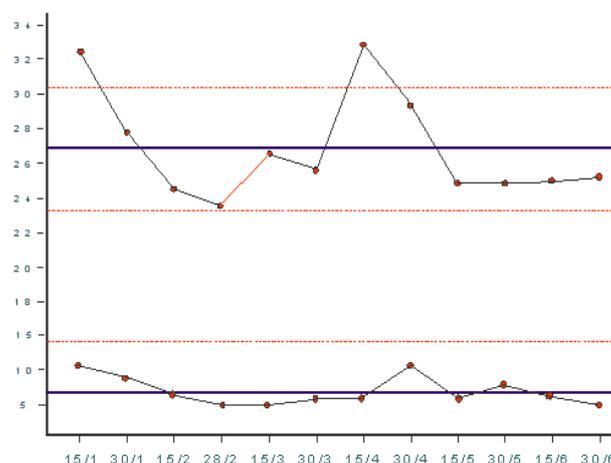
La representación de esos parámetros en un gráfico, en función del tiempo, permitirá la comprobación de los cambios en la distribución.

El gráfico cuenta con una línea central y con dos límites de control, uno superior (LCS) y otro inferior (LCI), que se establecen a ± 3 desviaciones típicas (sigma) de la media (la línea central). El espacio entre ambos límites define la variación aleatoria del proceso. Los puntos que exceden estos límites indicarían la posible presencia de causas específicas de variación.

Este tipo de diagramas de control son un mecanismo para detectar si el proceso está funcionando correctamente. Si la gran mayoría de los puntos mostrados de la gráfica están dentro de los límites se considera que el proceso está controlado o si uno o varios puntos aparecen fuera de los límites establecidos o no representan una distribución estadística gaussiana, se considera que el proceso está descontrolado es decir se están produciendo situaciones anómalas.

Cuando una gráfica muestra una situación fuera de control, se puede iniciar una investigación para identificar las causas de su mal funcionamiento y tomar una decisión que corrija las desviaciones.

FIGURA N° 8. Gráficos de Control



Fuente: www.aiteco.com/el-control-de-calidad-herramientas-basicas



2.8.2. Cálculo de los límites para la Gráfica de Control

Para el cálculo de los límites de las gráficas de control se emplean las siguientes fórmulas:

- Línea central (LC) = \bar{x}
- Límite control superior (LCS) = $\bar{x} + A2R'$
- Límite control inferior (LCI) = $\bar{x} - A2R'$

TABLA N° 6. Datos de constantes para el cálculo de los límites de control

n	A ₂	D ₄	D ₃
2	1.880	3.267	
3	1.023	2.575	
4	0.729	2.282	0.076
5	0.577	2.115	
6	0.483	2.004	
7	0.419	1.924	

Fuente: Documentos de la Universidad de Cuenca

$$\bar{x} = \frac{\sum x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

La fórmula de \bar{x} se usa para cada uno de los subgrupos.

R: Rango es la diferencia entre el mínimo y el máximo de cada subgrupo.

$$R = x \text{ valor mayor} - x \text{ valor menor}$$

2.8.3 Fases del Gráfico de Control

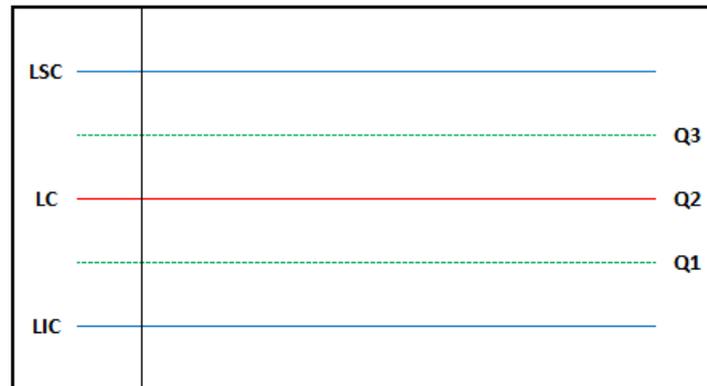
Para desarrollar un gráfico de control existen dos fases:

- a) Análisis de periodo-base: comprende el análisis de los datos recopilados para obtener medidas de la tendencia central y de la dispersión, con objeto de fijar estándar y límites de control realistas.
- b) Fijación de normas para el control futuro: Ingreso de un estándar y unos límites de control para un periodo definido de producción futura.

2.9 División de los límites de control en cuartiles

Para este trabajo de estudio se realiza la aplicación de cuartiles que son medidas de posición que dividen en cuatro partes porcentuales iguales a una distribución ordenada de datos.

FIGURA N° 9. Representación gráfica de los cuartiles dentro de la carta de control



Fuente: Elaboración propia

$$Q_3 = \left(\frac{LSC - LIC}{4} \right) + Q_2$$

$$Q_2 = \left(\frac{LSC - LIC}{4} \right) + Q_1$$

$$Q_1 = \left(\frac{LSC - LIC}{4} \right) + LIC$$

Los mismos que ayudarán para el control de calidad más temprano y de acuerdo a los cada uno de los casos que se presente.

2.10 Síntomas de Anormalidad ⁸

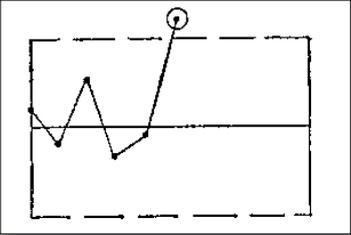
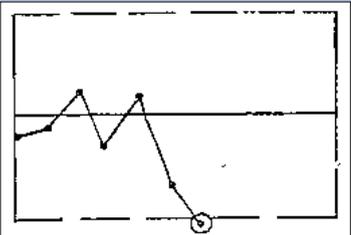
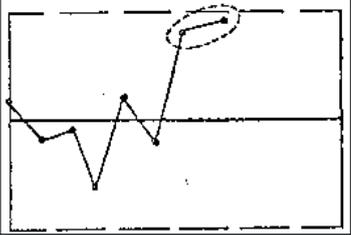
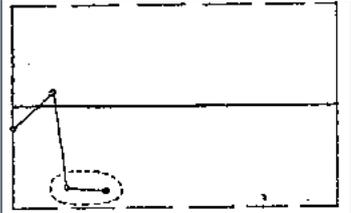
Este tipo de herramienta exige una toma de decisiones a corto o largo plazo. La decisión a corto plazo se da cuando la acción de la investigación se ha tomado como resultado de un síntoma indicador de anormalidad en el gráfico de

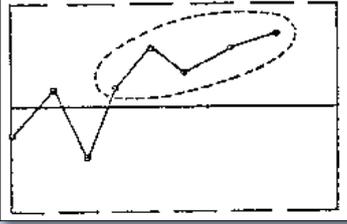
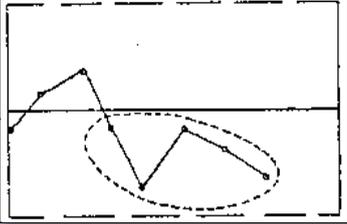
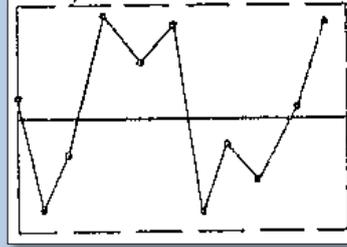
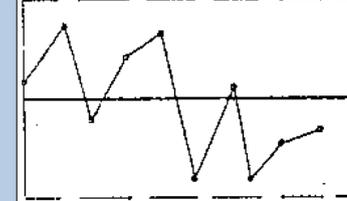
⁸ Bertrand L. Hasen. Control de Calidad, Hispano Europea, Barcelona-España, 1980

control. La decisión a largo plazo tiene por objeto el incluir o excluir ciertos datos en los estándares y límites de control futuros.

A pesar de que los límites de control permiten poner en evidencia situaciones de desviación y gozan notablemente de un efecto psicológico beneficioso. Las que se presentan a continuación son situaciones en las que se sugiere iniciar una investigación.

TABLA N° 7. Gráficos de desviación

 <p>Un gráfico de control con una línea central y límites superior e inferior. Una línea de datos fluctúa, pero el último punto está claramente por encima del límite superior y está circulado.</p>	<p>Un punto fuera, por arriba. Investigación de la causa de baja calidad.</p>
 <p>Un gráfico de control con una línea central y límites superior e inferior. Una línea de datos fluctúa, pero el último punto está claramente por debajo del límite inferior y está circulado.</p>	<p>Un punto fuera, por debajo. Investigación de la causa de baja calidad.</p>
 <p>Un gráfico de control con una línea central y límites superior e inferior. Una línea de datos fluctúa, pero los dos últimos puntos están muy cercanos al límite superior y están circunscritos por un óvalo.</p>	<p>Dos puntos cerca del LS. Investigación de la causa de baja calidad.</p>
 <p>Un gráfico de control con una línea central y límites superior e inferior. Una línea de datos fluctúa, pero los dos últimos puntos están muy cercanos al límite inferior y están circunscritos por un óvalo.</p>	<p>Dos puntos cerca del LI. Investigación de la causa de mejora.</p>

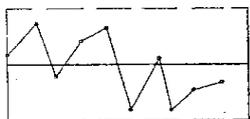
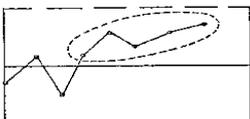
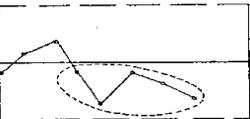
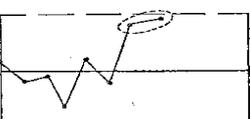
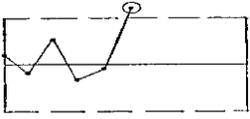
	<p>Sucesión de cinco puntos por encima de la línea central. Investigación de la persistencia de calidad precaria.</p>
	<p>Sucesión de cinco puntos por debajo de la línea central. Investigación de la mejora sostenida.</p>
	<p>Comportamiento Errático. Investigación</p>
	<p>Cambio brusco en el nivel. Investigación de la causa.</p>

Fuente: Bertrand L. Hasen. Control de Calidad

2.11 Casos de Variabilidad en el Proceso Productivo de la Planta Tubos Rival, Causas

A continuación se describen los casos de desviación que se pueden presentar con sus causas, esta información se obtuvo a través de entrevistas realizadas al personal de producción (Supervisores y operadores de línea), quienes tienen el Know How del proceso productivo.

TABLA N° 8. Gráficas de desviaciones de la variable Diámetro con sus causas

DIÁMETRO		
Casos	COMPORTAMIENTO	CAUSAS
<i>Cambio brusco en el nivel</i>		Presión en el interior de tubería no es la adecuada
<i>3 puntos tienden hacia el límite de especificación Superior</i>		Cambio de material
		Presión de aire dentro del tubo en exceso
		Cantidad de agua en el tanque de refrigeración
<i>3 puntos tienden hacia el límite de especificación Inferior</i>		Cauchos de calibración desgastados
		Muy baja la temperatura del agua en el tanque de enfriamiento
		Contra presión del material mayor a la normal
<i>¿Cerca de límite de especificación Superior? O ¿En el límite de especificación Superior?</i>		Tubería aún caliente
		Presión de aire dentro del tubo en exceso
		Cantidad de agua en el tanque de refrigeración
<i>¿Cerca del límite de especificación Inferior? O ¿En el límite de especificación Inferior?</i>		Suministro de presión de aire en el interior del tubo
		Cauchos de calibración desgastados
		Muy baja la temperatura del agua en el tanque de enfriamiento
		Contra presión del material mayor a la normal
<i>¿Fuera del límite de especificación Superior?</i>		Tubería aún caliente
		Cantidad de agua en el tanque de refrigeración



		Calibrador sobre dimensionado
		Presión de aire dentro del tubo en exceso
DIÁMETRO		
Casos	COMPORTAMIENTO	CAUSAS
¿Fuera del límite de especificación Inferior?		Suministro de presión de aire en el interior del tubo
		Cauchos de calibración menor que la medida del diámetro o desgastados
		Muy baja la temperatura del agua en el tanque de enfriamiento
		Contra presión del tubo mayor a la normal

Fuente: Elaboración Propia



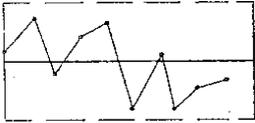
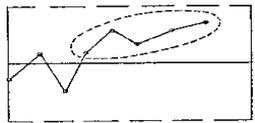
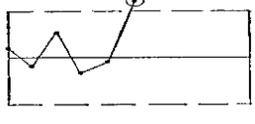
TABLA N° 9. Gráficas de desviaciones de la variable Espesor con sus causas

ESPESOR		
CASOS	COMPORTAMIENTO	CAUSAS
<i>Cambio brusco de nivel</i>		Cambio de material (material particulado)
<i>3 puntos tienden hacia el límite de especificación Superior</i>		Falla del motor principal
		Falla del motor de alimentación
		Bandas de calentamiento
<i>3 puntos tienden hacia el límite de especificación Inferior</i>		Falla del motor principal
		Velocidad del motor de alimentación
		Bandas de calentamiento
<i>¿Cerca de límite de especificación Superior? O ¿En el límite de especificación Superior?</i>		Calibración de dado y mandril
		Deslizamiento en el puller
		Velocidad del puller
		Falla del motor principal
		Falla del motor de alimentación
		Bandas de calentamiento
<i>¿Cerca del límite de especificación Inferior? O ¿En el límite de especificación Inferior?</i>		Velocidad del puller
		Velocidad del motor de alimentación
		Calibración de dado y mandril
<i>¿Fuera del límite de especificación Superior?</i>		Calibración de dado y mandril
		Deslizamiento en el puller
		Velocidad del puller
		Falla del motor principal
		Falla del motor de alimentación
		Bandas de calentamiento
<i>¿Fuera del límite de especificación Inferior?</i>		Velocidad del puller
		Velocidad del motor de alimentación
		Calibración de dado y mandril

Fuente: Elaboración Propia



TABLA N° 10. Gráficas de desviaciones de la variable Ovalamiento con sus causas

OVALAMIENTO		
CASOS	COMPORTAMIENTO	CAUSAS
<i>Cambio brusco de nivel</i>		Enfriamiento inadecuado
<i>3 puntos tienden hacia el límite de especificación Superior</i>		Presión de aire en el Puller
		Exceso de presión de aire en el Puller
		Presión de aire que sale del mandril
		Cauchos del calibrador desgastados
<i>¿Cerca de límite de especificación Superior? O ¿En el límite de especificación Superior?</i>		Presión de aire en el Puller
		Exceso de presión de aire en el Puller
		Presión de aire que sale del mandril
		Cauchos del calibrador desgastados
<i>¿Fuera del límite de especificación Superior?</i>		Presión de aire en el Puller
		Exceso de presión de aire en el Puller
		Presión de aire que sale del mandril
		Cauchos del calibrador desgastados

Fuente: Elaboración Propia

Debido a todas estas causas importantes a controlar para obtener un producto de calidad, se propone el trabajo de tesis basado en una herramienta informática realizada en Excel, misma que se describe en el siguiente capítulo.



CAPITULO III

ELABORACIÓN DE UN SISTEMA INFORMÁTICO BASADO EN ALGORITMOS DE DECISIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO DE TUBERÍAS DE PVC DE PARED SÓLIDA CON LA APLICACIÓN DE CARTAS DE CONTROL



3.1 Introducción

Para el tratamiento de la información (Datos dimensionales) obtenidas como se explica en capítulos anteriores se vuelve difícil el manejo e interpretación de los mismos, por lo que se considera necesario la elaboración de un sistema que de información que ayude al control y toma de decisiones precisa y en el momento indicado para ello se realizara un programa informático elaborado al 100% en Excel 2013 con la utilización de programación básica sin la aplicación de componentes más complejos en lo que a programación respecta.

3.2 Requisitos de la Herramienta

- El ingreso de los datos debe realizarse de una manera dinámica y segura.
- El almacenamiento de los datos debe ser muy segura y fuera del alcance de personas no autorizadas.
- Debe brindar una visión global del estado de Control de calidad de la tubería de PVC de pared sólida.
- Debe incluir un respaldo histórico de la evolución de los datos medidos.
- Debe contar con sistema de toma de decisiones basado en los datos ingresados.
- Económico.

3.3 Elaboración de la propuesta de mejora en el sistema de control de calidad

Para la elaboración de este sistema fue primordial determinar en primera instancia las variables a analizar (Diámetro exterior, espesor de pared y ovalamiento), luego la recolección de la información para la realización de los algoritmos de decisión para cada variable, que son el eje central de este tema de titulación.

3.3.1 Algoritmos de Decisión

Para la determinación de los algoritmos se realizó entrevistas a los operadores de línea y supervisores de producción, además se hizo el seguimiento respectivo del proceso de extrusión desde la llegada de la materia



prima a la tolva hasta el corte de la tubería y formación de las campanas, del cual se obtiene por observación cuáles son las desviaciones que influyen en las variables.

Las desviaciones que se pueden presentar son:

TABLA N° 11. Casos de desviación para cada variable

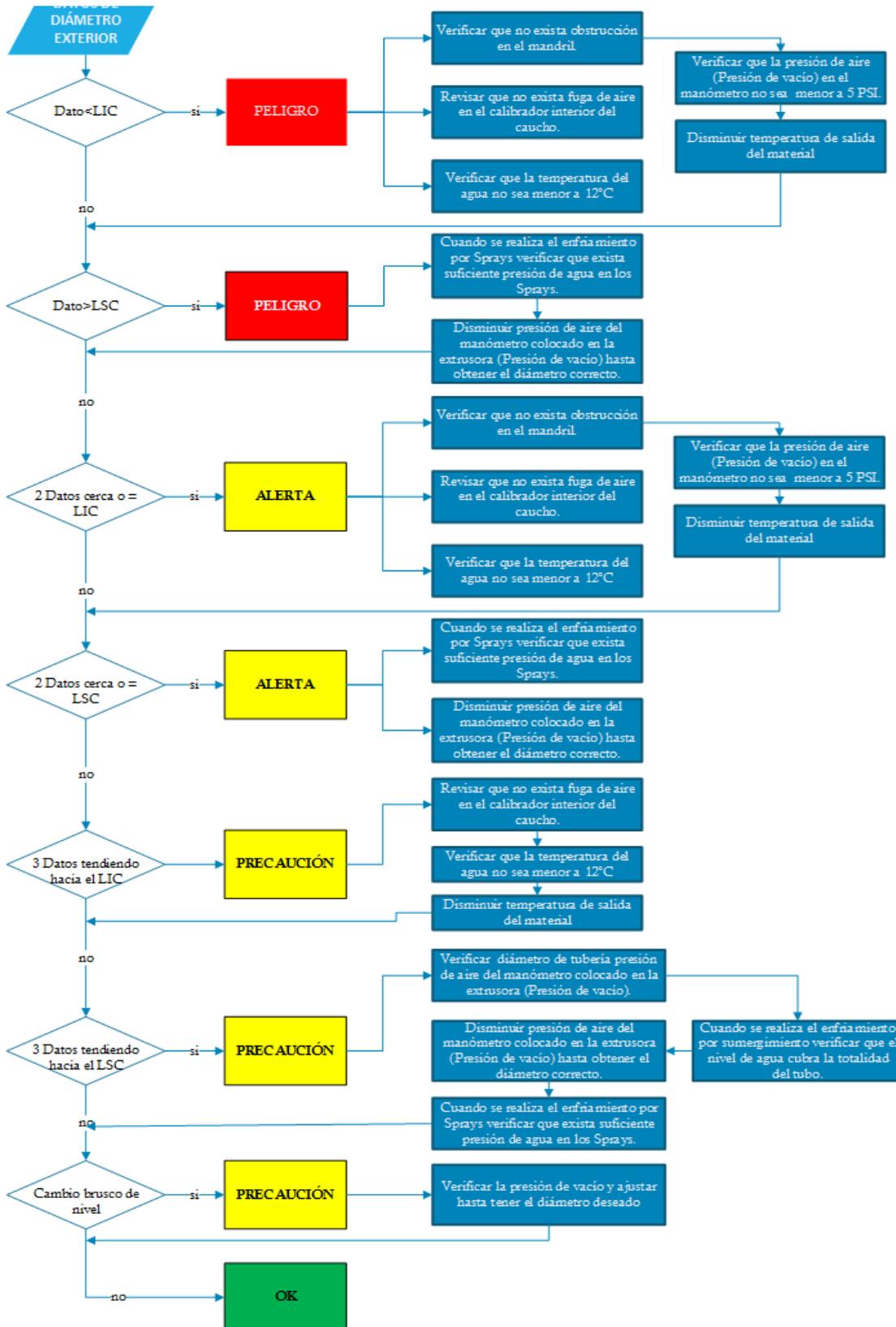
	DESVIACIONES	DIAMETRO	ESPEJOR	OVALAMIENTO
1	Fuera del límite de especificación Inferior	APLICA	APLICA	NO APLICA
2	Fuera del límite de especificación Superior	APLICA	APLICA	APLICA
3	Cerca del límite de especificación Inferior	APLICA	APLICA	NO APLICA
4	Cerca del límite de especificación Superior	APLICA	APLICA	APLICA
5	En el límite de especificación Inferior	APLICA	APLICA	NO APLICA
6	En el límite de especificación Superior	APLICA	APLICA	APLICA
7	3 puntos tienden hacia el límite de especificación Inferior	APLICA	APLICA	NO APLICA
8	3 puntos tienden hacia el límite de especificación Superior	APLICA	APLICA	APLICA
9	Cambio brusco de nivel	APLICA	APLICA	NO APLICA

Fuente: Elaboración Propia

En el caso del ovalamiento existen algunas de las desviaciones que NO APLICA esto se debe a que dicha variable tienen como Límite de especificación Inferior el valor de cero.

A continuación se presenta los algoritmos elaborados:

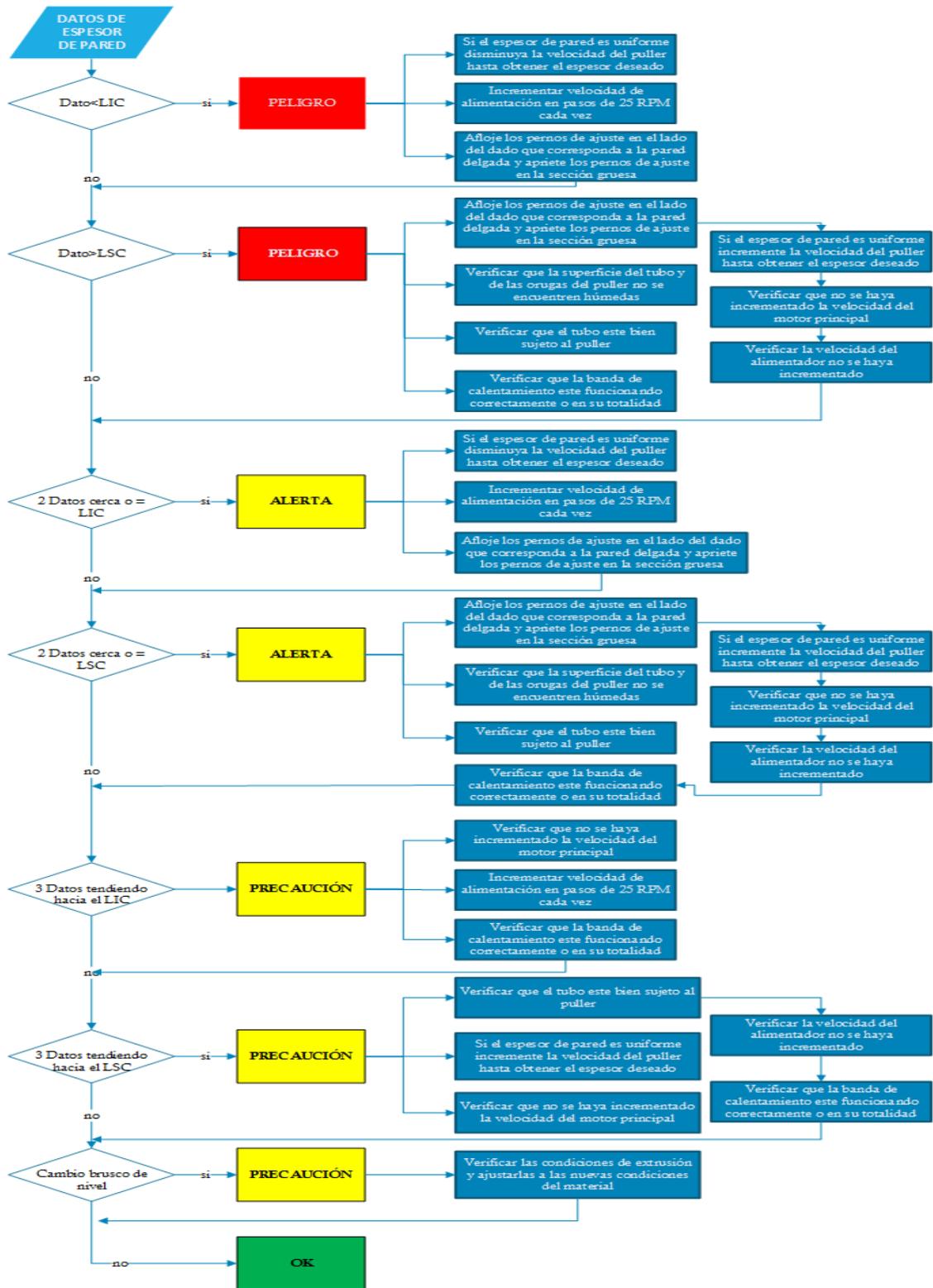
FIGURA N° 10. Algoritmo de decisión Variable diámetro permite tomar acciones según las desviaciones que se presenten.



Fuente: Elaboración Propia

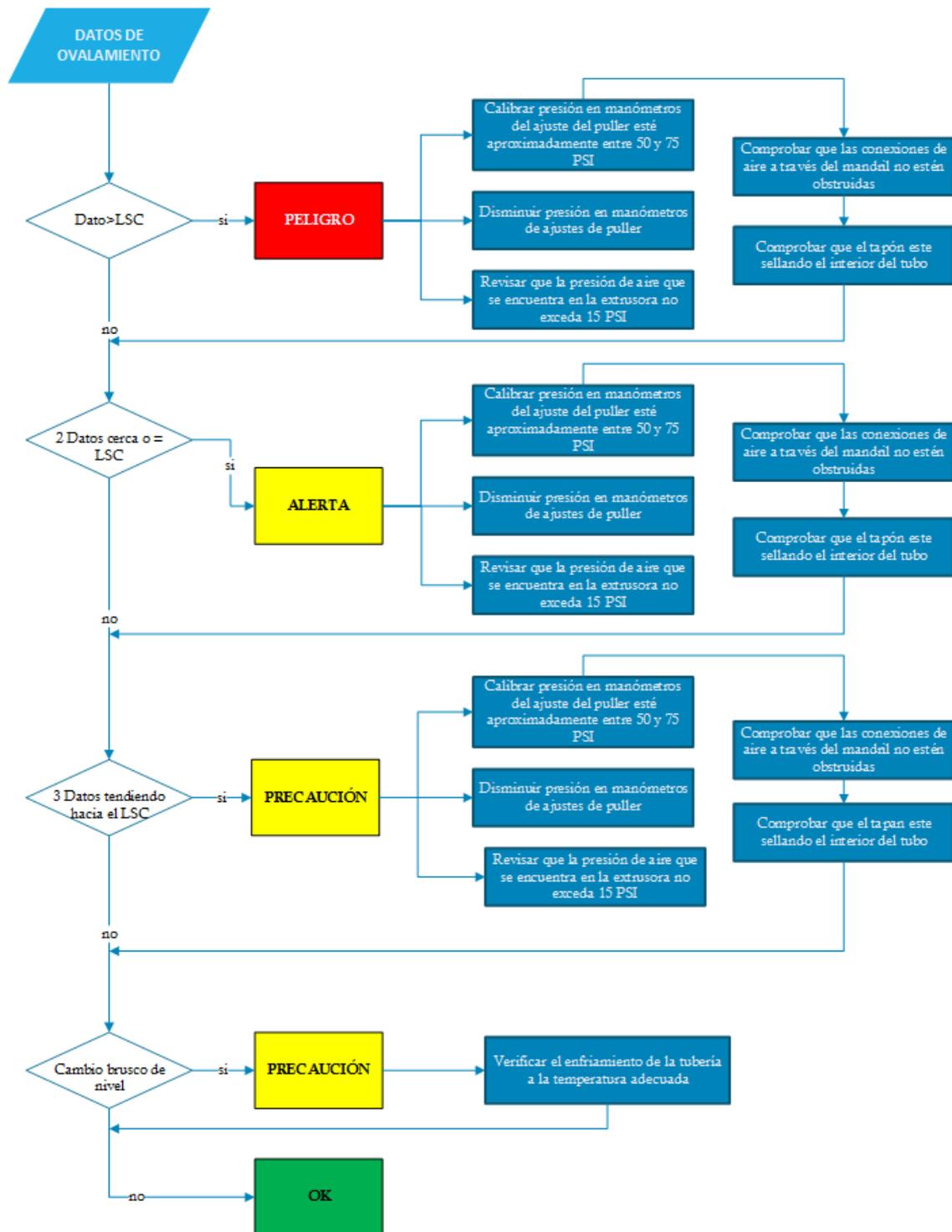


FIGURA N° 11. Algoritmo de decisión Variable espesor permite tomar acciones según las desviaciones que se presenten.



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N° 12. Algoritmo de decisión Variable ovalamiento permite tomar acciones según las desviaciones que se presenten



Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Acciones a Tomar

TABLA N° 12. Acciones a tomar según las desviaciones variable Diámetro

DIÁMETRO		
VARIACIONES	POSIBLES CAUSAS	ACCIONES A TOMAR
<i>Dentro de los límites de especificación</i>	OK	OK
<i>Cambio brusco en el nivel</i>	Presión en el interior de la Tubería inadecuada	Verificar la presión de vacío y ajustar hasta obtener el diámetro correcto
<i>3 puntos tienden hacia el límite de especificación Superior</i>	Presión de aire dentro del tubo en exceso	Disminuir presión de aire del manómetro colocado en la extrusora (Presión de vacío) hasta obtener el diámetro correcto.
	Cantidad de agua en el tanque de refrigeración	<p>Cuando se realiza el enfriamiento por Sprays verificar que exista suficiente presión de agua en los Sprays.</p> <p>Cuando se realiza el enfriamiento por sumergimiento verificar que el nivel de agua cubra la totalidad del tubo.</p>
<i>3 puntos tienden hacia el límite de especificación Inferior</i>	Cuchos de calibración desgastados	Revisar que no exista fuga de aire en el calibrador interior del caucho.
	Muy baja la temperatura del agua en el tanque de enfriamiento	Verificar que la temperatura del agua no sea menor a 12°C
	Contra presión del material mayor a la normal	Disminuir temperatura de salida del material
<i>¿Cerca de límite de especificación Superior? O ¿En el límite de especificación Superior?</i>	Tubería aun caliente	Esperar hasta que la tubería a medir se enfrie.
	Cantidad de agua en el tanque de refrigeración	<p>Cuando se realiza el enfriamiento por Sprays verificar que exista suficiente presión de agua en los Sprays.</p> <p>Cuando se realiza el enfriamiento por sumergimiento verificar que el nivel de agua cubra la totalidad del tubo.</p>
	Presión de aire dentro del tubo en exceso	Disminuir presión de aire del manómetro colocado en la extrusora (Presión de vacío) hasta obtener el diámetro correcto.
<i>¿Cerca del límite de especificación Inferior? O ¿En el límite de especificación Inferior?</i>	Suministro de presión de aire en el interior del tubo	<p>Verificar que la presión de aire (Presión de vacío) en el manómetro no sea menor a 5 PSI.</p> <p>Verificar que no exista obstrucción en el mandril.</p>
	Cuchos de calibración desgastados	Revisar que no exista fuga de aire en el calibrador interior del caucho.
	Muy baja la temperatura del agua en el tanque de enfriamiento	Verificar que la temperatura del agua no sea menor a 12°C
	Contra presión del material mayor a la normal	Disminuir temperatura de salida del material
<i>del límite de especificación Superior</i>	Tubería aun caliente	Esperar hasta que la tubería a medir se enfrie.
	Cantidad de agua en el tanque de refrigeración	<p>Cuando se realiza el enfriamiento por Sprays verificar que exista suficiente presión de agua en los Sprays.</p> <p>Cuando se realiza el enfriamiento por sumergimiento verificar que el nivel de agua cubra la totalidad del tubo.</p>
	Calibrador sobre dimensionado	Verificar diámetro interior del calibrador al inicio de la producción.
	Presión de aire dentro del tubo en exceso	Disminuir presión de aire del manómetro colocado en la extrusora (Presión de vacío) hasta obtener el diámetro correcto.
<i>del límite de especificación Inferior</i>	Suministro de presión de aire en el interior del tubo	<p>Verificar que la presión de aire (Presión de vacío) en el manómetro no sea menor a 5 PSI.</p> <p>Verificar que no exista obstrucción en el mandril.</p>
	Cuchos de calibración menor que la medida del diámetro o desgastados	Revisar que no exista fuga de aire en el calibrador interior del caucho.
	Muy baja la temperatura del agua en el tanque de enfriamiento	Verificar que la temperatura del agua no sea menor a 12°C
	Contra presión del tubo mayor a la normal	Disminuir temperatura de salida del material

Fuente: Elaboración Propia


TABLA N° 13. Acciones a tomar según las desviaciones variable Espesor

ESPESOR		
VARIACIONES	POSIBLES CAUSAS	ACCIONES A TOMAR
<i>¿Dentro de los límites de especificación?</i>	OK	OK
<i>Cambio brusco en el nivel</i>	Cambio de material (material particulado)	Verificar las condiciones de extrusion y ajustarlas a las nuevas condiciones del material
<i>3 puntos tienden hacia el límite de especificación Superior</i>	Velocidad del puller	Verificar que el tubo este bien sujeto al puller Si el espesor de pared es uniforme incremente la velocidad del puller hasta obtener el espesor deseado
	Falla del motor principal	Verificar que no se haya incrementado la velocidad del motor principal
	Falla del motor de alimentación	Verificar la velocidad del alimentador no se haya incrementado
	Bandas de calentamiento	Verificar que la banda de calentamiento este funcionando correctamente o en su totalidad
<i>3 puntos tienden hacia el límite de especificación Inferior</i>	Falla del motor principal	Verificar que no se haya incrementado la velocidad del motor principal
	Velocidad del motor de alimentación	Incrementar velocidad de alimentacion en pasos de 25 RPM cada vez
	Bandas de calentamiento	Verificar que la banda de calentamiento este funcionando correctamente o en su totalidad
<i>¿Cerca de límite de especificación Superior? O ¿En el límite de especificación Superior?</i>	Calibración de dado y mandril	Afloje los pernos de ajuste en el lado del dado que corresponda a la pared delgada y aprete los pernos de ajuste en la sección gruesa
	Deslizamiento en el puller	Verificar que la superficie del tubo y de las orugas del puller no se encuentren húmedas
	Velocidad del puller	Verificar que el tubo este bien sujeto al puller Si el espesor de pared es uniforme incremente la velocidad del puller hasta obtener el espesor deseado
	Falla del motor principal	Verificar que no se haya incrementado la velocidad del motor principal
	Falla del motor de alimentación	Verificar la velocidad del alimentador no se haya incrementado
	Bandas de calentamiento	Verificar que la banda de calentamiento este funcionando correctamente o en su totalidad
<i>¿Cerca del límite de especificación Inferior? O ¿En el límite de especificación Inferior?</i>	Velocidad del puller	Si el espesor de pared es uniforme disminuya la velocidad del puller hasta obtener el espesor deseado
	Velocidad del motor de alimentación	Incrementar velocidad de alimentacion en pasos de 25 RPM cada vez
	Calibración de dado y mandril	Afloje los pernos de ajuste en el lado del dado que corresponda a la pared delgada y aprete los pernos de ajuste en la sección gruesa
<i>del límite de especificación Superior</i>	Calibración de dado y mandril	Afloje los pernos de ajuste en el lado del dado que corresponda a la pared delgada y aprete los pernos de ajuste en la sección gruesa
	Deslizamiento en el puller	Verificar que la superficie del tubo y de las orugas del puller no se encuentren húmedas
	Velocidad del puller	Verificar que el tubo este bien sujeto al puller Si el espesor de pared es uniforme incremente la velocidad del puller hasta obtener el espesor deseado
	Falla del motor principal	Verificar que no se haya incrementado la velocidad del motor principal
	Falla del motor de alimentación	Verificar la velocidad del alimentador no se haya incrementado
	Bandas de calentamiento	Verificar que la banda de calentamiento este funcionando correctamente o en su totalidad
<i>del límite de especificación Inferior</i>	Velocidad del puller	Si el espesor de pared es uniforme disminuya la velocidad del puller hasta obtener el espesor deseado
	Velocidad del motor de alimentación	Incrementar velocidad de alimentacion en pasos de 25 RPM cada vez
	Calibración de dado y mandril	Afloje los pernos de ajuste en el lado del dado que corresponda a la pared delgada y aprete los pernos de ajuste en la sección gruesa

Fuente: Elaboración Propia



OVALAMIENTO		
VARIACIONES	POSIBLES CAUSAS	ACCIONES A TOMAR
¿Dentro de los límites de especificación?	OK	OK
Cambio brusco en el nivel	Enfriamiento inadecuado	Verificar el enfriamiento de la tubería
3 puntos tienden hacia el límite de especificación Superior	Presión de aire en el Puller	Calibrar presión en manómetros del ajuste del pulle esté aproximadamente entre 50 y 75 PSI
	Exceso de presión de aire en el Puller	Disminuir presión en manómetros de ajustes de puller
	Presión de aire que sale del mandril	Revisar que la presión de aire que se encuentra en la extrusora no exceda 15 PSI
		Comprobar que las conexiones de aire a través del mandril no esten obstruidas
	Cauchos del calibrador desgastados	Comprobar que el tapon este sellando el interior del tubo
¿Cerca de límite de especificación Superior? O ¿En el límite de especificación Superior?	Presión de aire en el Puller	Calibrar presión en manómetros del ajuste del pulle esté aproximadamente entre 50 y 75 PSI
	Exceso de presión de aire en el Puller	Disminuir presión en manómetros de ajustes de puller
	Presión de aire que sale del mandril	Revisar que la presión de aire que se encuentra en la extrusora no exceda 15 PSI
		Comprobar que las conexiones de aire a través del mandril no esten obstruidas
	Cauchos del calibrador desgastados	Comprobar que el tapon este sellando el interior del tubo
del límite de especificación Superior	Presión de aire en el Puller	Calibrar presión en manómetros del ajuste del pulle esté aproximadamente entre 50 y 75 PSI
	Exceso de presión de aire en el Puller	Disminuir presión en manómetros de ajustes de puller
	Presión de aire que sale del mandril	Revisar que la presión de aire que se encuentra en la extrusora no exceda 15 PSI
		Comprobar que las conexiones de aire a través del mandril no esten obstruidas
	Cauchos del calibrador desgastados	Comprobar que el tapon este sellando el interior del tubo

Tabla N° 13 Acciones a tomar según las desviaciones variable Ovalamiento

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3 Cálculos para cada caso de variación

Los cálculos de cada una de las desviaciones está realizado según los límites o parámetros y su respectivos cuartiles (Q1, Q2, Q3), el sistema informático analizara automáticamente los datos ingresados de las variables.

Esquemáticamente los cálculos se realizarán según la siguiente tabla:



DESVIACIONES O TIPOS DE GRÁFICAS	CÁLCULO
1 Fuera del límite de especificación Inferior	$x \rightarrow Dato1 < LEI$
2 Fuera del límite de especificación Superior	$x \rightarrow Dato1 > LES$
3 Cerca del límite de especificación	$x \rightarrow Q1 < Dato2 > LIC \wedge Q1 < Dato1 > LIC$
4 Cerca del límite de especificación Superior	$x \rightarrow LSC < Dato2 > Q3 \wedge LSC < Dato1 > Q3$
5 En el límite de especificación Inferior	$x \rightarrow Q1 = Dato2 = LIC \wedge Q1 = Dato1 = LIC$
6 En el límite de especificación Superior	$x \rightarrow LSC = Dato2 = Q3 \wedge LSC = Dato1 = Q3$
7 3 puntos tienden hacia el límite de especificación Inferior	$x \rightarrow Q2 < (Dato3 < Dato2 < Dato1) > LIC$
8 3 puntos tienden hacia el límite de especificación Superior	$x \rightarrow LSC < (Dato3 > Dato2 > Dato1) > Q3$
9 Cambio brusco de nivel	1) $x \rightarrow [LSC \leq D1 \geq Q3 \wedge Dato2 < (Q3 \wedge Q2 \wedge Q1) \wedge \geq LIC] \vee [Q1 \leq D1 \geq LIC \wedge Dato2 > (Q3 \wedge Q2 \wedge Q1) \wedge \leq LSC]$ 2) $x \rightarrow [Q3 \leq D1 \geq Q2 \wedge Q1 < Dato2 \geq LIC] \vee [Q2 \leq D1 \geq Q1 \wedge LSC \leq Dato2 > Q3]$

Tabla N° 14 Cálculos para las desviaciones
Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Orden Cronológico

En el momento del ingreso de los datos se tiene un orden establecido para la realización de cada uno de los cálculos de las diferentes desviaciones presentadas anteriormente:



GRÁFICA N° 14 Orden cronológico del análisis de las desviaciones.

Fuente: Elaboración propia

3.3 Estructura del Sistema

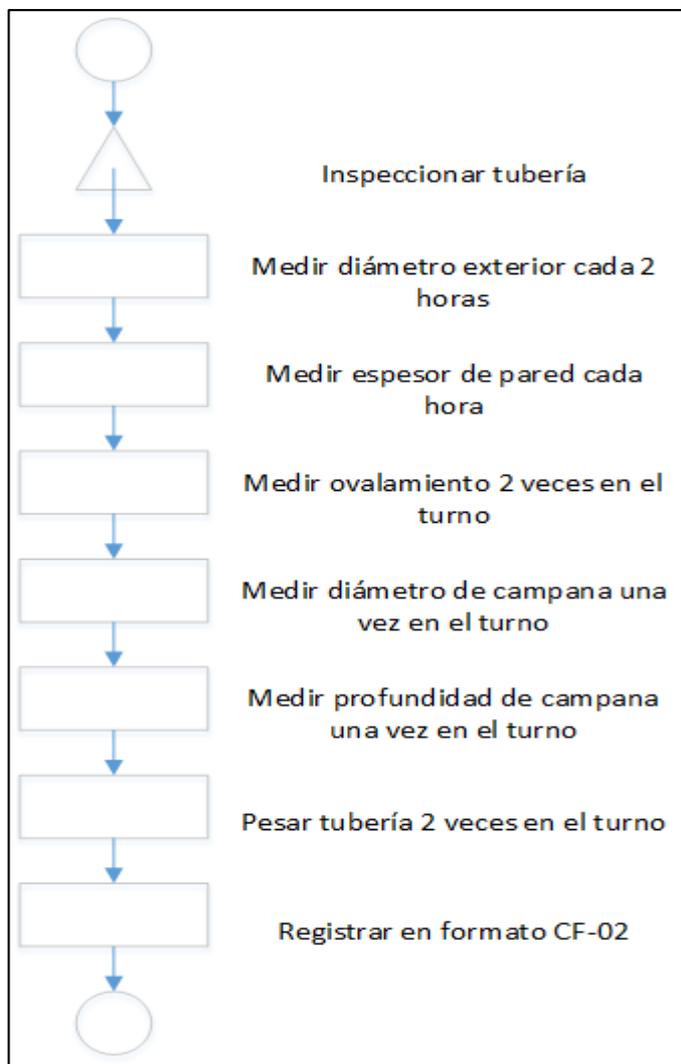
El sistema cuenta con:

- Una Pantalla de ingreso de datos.
- 3 hojas de gráficos cada una de ella muestra las variables analizadas.
- Bases de datos para cada máquina y otra para el registro de los consejos y el estado de cada dato ingresado.
- Buscador del historial.

Para el desplazamiento entre ventanas se insertaron hipervínculos.

3.3.4 Recolección de datos

La recolección de los datos se la realiza desde el inicio del turno hasta finalizar el mismo de la siguiente manera:



Gráfica N° 15 Diagrama de operaciones del Inspector de calidad.

Fuente: Elaboración propia



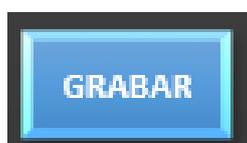
3.4 Almacenamiento de Datos

El almacenamiento de los datos se realiza con la ayuda de una macro que realiza una serie de pasos o instrucciones copiando los datos introducidos, clasificándolos y guardándolos en 2 hojas de Excel (generación simultanea de dos bases de datos), para luego tener estas bases de datos que van a ser utilizadas para su posterior análisis

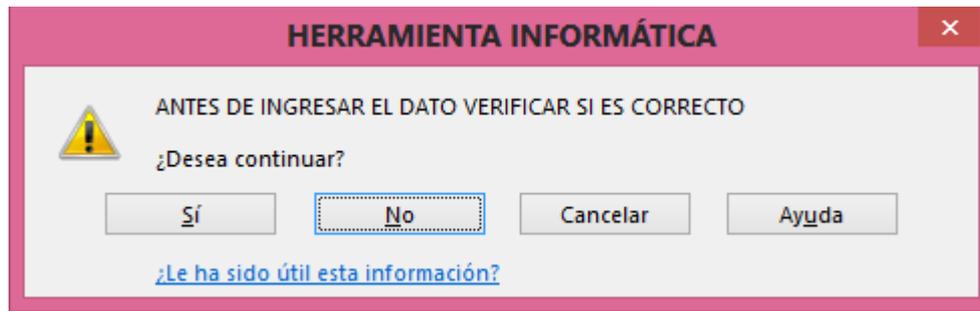
3.4.1 Descripción del proceso de Almacenamiento de Datos

El almacenamiento de datos se realiza de la siguiente manera:

Base de datos 1: Se escoge el tipo de tubería para que se habilite los productos de cada tipo, se ingresa la fecha, luego se selecciona las iniciales del supervisor de grupo de producción, el turno y las iniciales del inspector de turno, como siguiente paso se ingresa o registra el dato medido en la celda correspondiente a cada variable, un dato a la vez, según la frecuencia de las variables como se menciona en la **Tabla 3**, al finalizar el ingreso de los datos de la primera hora de registro se procede a guardar en la base de datos, para esto hay que pulsar el botón de:



Al pulsar el botón se ejecuta una macro que almacena los datos ingresados en una hoja oculta de Excel para evitar la manipulación de los mismos, por lo que se recomienda verificar que los datos estén correctamente ingresados antes de grabarlos, cada celda en donde se ingresan los datos se encuentra validada según los parámetros de cada producto, esto nos servirá como apoyo para la verificación de los datos que estamos ingresando ya que al ingresar un dato erróneo o fuera del parámetro nos mostrara en la pantalla un mensaje:



En este mensaje debemos escoger la opción correcta y continuar con la ejecución de la macro, debemos escoger “SI” si el dato ingresado es el correcto y no si desea corregir el dato.

Base de datos 2: Esta base de datos se crea simultáneamente con la base de dato 1, con la diferencia que esta graba o guarda información de las desviaciones que se generan a partir del análisis de cada uno de los datos que se ingresan.

3.4.2 Descripción de la Base de Datos utilizada

Base de dato 1: Esta base de datos (4 pertenece a la máquina 4) está diseñada de tal manera que en una sola hoja de Excel se disponga de todas las variables dimensionales con sus respectivos datos registrados. Esta base de datos se generaría de igual manera para las otras líneas de extrusión.

El encabezado de la base de datos consta de lo siguiente:

- Código
- Máquina (XTR)
- Fecha
- Turno
- Grupo
- Inspector
- Producto
- Tipo de tubería

Variables

- Diámetro mínimo
- Diámetro Máximo
- Diámetro Ingresado
- Espesor mínimo
- Espesor máximo
- Espesor Ingresado
- Ovalamiento Máximo
- Ovalamiento ingresado

Y así para cada variable mencionada.



CODIGO	S	XTR	HORA	AÑO	MESES	DÍA	FECHA INICIO	TURNO	GRUPO	INSPECTOR	PRODUCTO	TIPO DE TUBERÍA	DIAMETRO MIN	DIAMETRO MAX	DIAMETRO ING	ESPESES OR MIN	ESPESES OR MAX	LESOR ING	OY MIN	OY Max	OY ING	DC MIN	DC MAX	DC ING	PC MIN	PC MAX	PC ING	LONG MIN	LONG MAX	LONG ING	PESO MIN	PESO MAX	PESO ING	OBSERVACIONES
23-4	23	4	12:25:03 PM	2015	11	27	#####	1	RC	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3	63,2	2	2,4	2,23	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
22-4	22	4	11:46:35 AM	2015	11	27	#####	1	RC	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3		2	2,4	2,21	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03	3,9	
21-4	21	4	10:51:27 AM	2015	11	27	#####	1	RC	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3	63,2	2	2,4	2,19	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D	66,2	6	6,14		3,29	4,03		
20-4	20	4	09:27:15 AM	2015	11	27	#####	1	RC	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3		2	2,4	2,21	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
19-4	19	4	08:18:00 AM	2015	11	27	#####	1	RC	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3	63,2	2	2,4	2,19	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
18-4	18	4	07:13:02 AM	2015	11	27	#####	1	RC	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3		2	2,4	2,24	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
17-4	17	4	06:43:27 AM	2015	11	27	#####	1	RC	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3	63,2	2	2,4	2,21	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
16-4	16	4	06:05:37 AM	2015	11	26	#####	3	GS	FA	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3		2	2,4	2,21	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
15-4	15	4	06:05:25 AM	2015	11	26	#####	3	GS	FA	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3		2	2,4	2,22	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
14-4	14	4	06:05:11 AM	2015	11	26	#####	3	GS	FA	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3		2	2,4	2,2	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
13-4	13	4	06:05:01 AM	2015	11	26	#####	3	GS	FA	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3		2	2,4	2,21	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
12-4	12	4	06:04:48 AM	2015	11	26	#####	3	GS	FA	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3	63,2	2	2,4	2,23	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
11-4	11	4	06:04:33 AM	2015	11	26	#####	3	GS	FA	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3	63,2	2	2,4	2,24	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
10-4	10	4	06:04:10 AM	2015	11	26	#####	3	GS	FA	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3	63,2	2	2,4	2,2	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03	3,86	
9-4	9	4	06:03:32 AM	2015	11	26	#####	3	GS	FA	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3	63,2	2	2,4	2,22	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D	67,8	6	6,14		3,29	4,03	3,92	
8-4	8	4	03:20:26 PM	2015	11	26	#####	2	LG	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3		2	2,4	2,25	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03	3,96	
7-4	7	4	08:07:43 PM	2015	11	26	#####	2	LG	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3	63,2	2	2,4	2,22	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
6-4	6	4	06:50:53 PM	2015	11	26	#####	2	LG	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3		2	2,4	2,23	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
5-4	5	4	05:53:58 PM	2015	11	26	#####	2	LG	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3	63,2	2	2,4	2,25	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
4-4	4	4	05:13:36 PM	2015	11	26	#####	2	LG	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3		2	2,4	2,22	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03	3,94	
3-4	3	4	04:26:37 PM	2015	11	26	#####	2	LG	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3	63,2	2	2,4	2,25	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D	67,3	6	6,14		3,29	4,03		
2-4	2	4	03:50:25 PM	2015	11	26	#####	2	LG	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3		2	2,4	2,23	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		
1-4	1	4	03:02:04 PM	2015	11	26	#####	2	LG	JZ	3mm x 6m 0,8MPa L	PRESIÓN	63	63,3	63,2	2	2,4	2,25	VO APLIC/VO APLIC/				JO APLIC,JO APLIC,		64	N/D		6	6,14		3,29	4,03		

Gráfica N° 17 Formato de Base de dato 1 en Excel

Fuente: Elaboración Propia



los usuarios la navegación de los datos obtenidos e interpretación de los datos que se encuentra en la herramienta.

Además cuenta con una tabla resumen de la base de datos de la variable que estamos revisando, de igual manera que las gráficas esta tabla es controlada por la barra de desplazamiento es decir se tiene un movimiento simultaneo de los datos y de las gráficas.

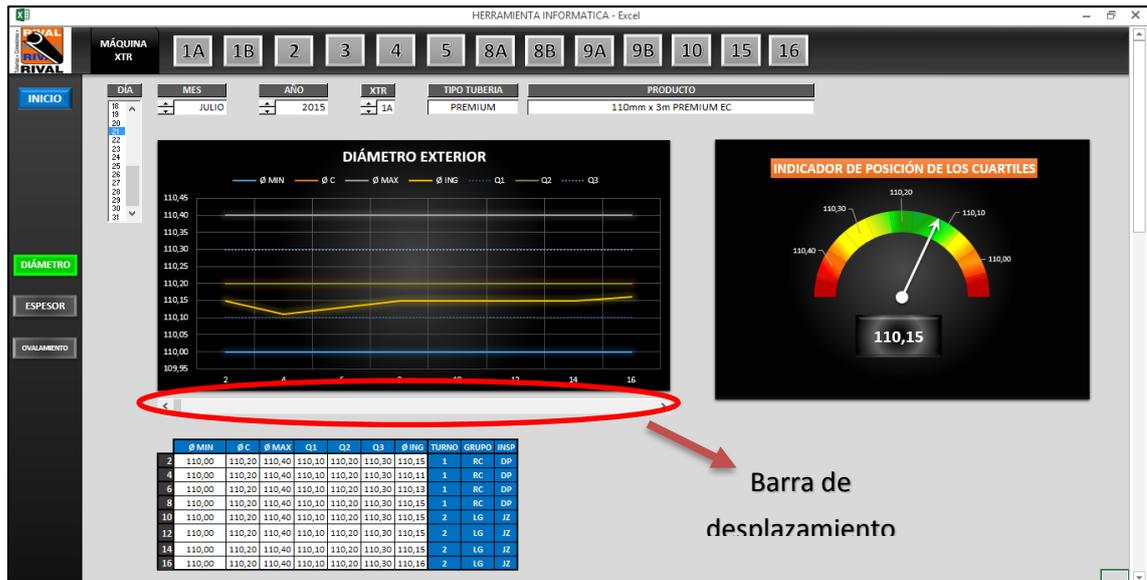


Gráfico N° 19 Gráfica para la lectura de los datos

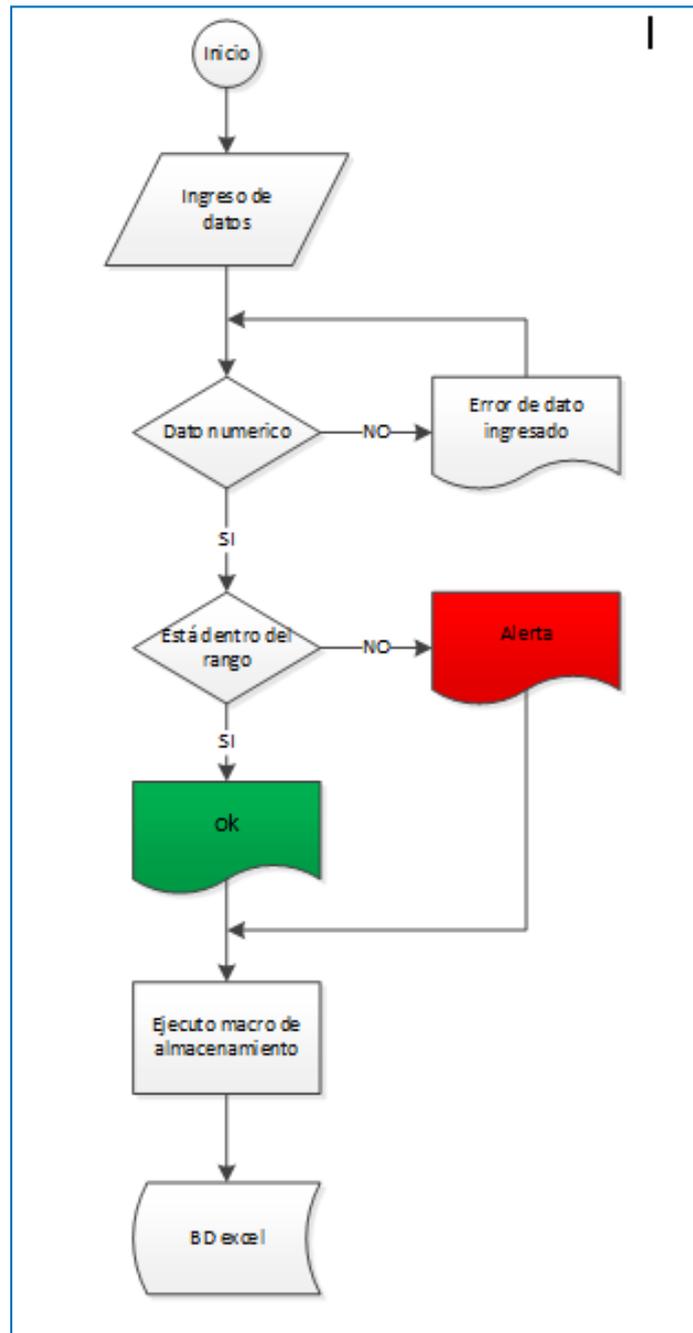
Fuente: Elaboración Propia



CAPITULO IV

MENSAJES DE SUGERENCIA DE LAS POSIBLES ACCIONES CORRECTIVAS BASADAS EN LOS ALGORITMOS DE DECISIÓN

4.1 Análisis de los Datos



Gráfica N° 20 Algoritmo de análisis.

Fuente: Elaboración Propia

En la herramienta informática el análisis de los datos se realizará a partir del ingreso de datos, el cual se confirma primero si es un dato numérico, si es así se procede al análisis y gráfica (generación de las bases de datos 1 y 2) de los mismos, obteniendo como resultado la desviación de las variables y las posibles acciones a tomar; caso contrario de no ser numérico o fuera de rango el sistema solicita un nuevo ingreso.



Para iniciar el funcionamiento de la herramienta se procede a escoger el tipo de tubería y el producto que desea ingresar, el dato recolectado en la planta de producción en la máquina extrusora 4.

TIPO DE TUBERIA	PRESIÓN	OBSERVACIONES
PRODUCTO	63mm x 6m 1MPa UR	
XTR	4	07:30:48 PM

Gráfica N° 22 Tipo de tubería y producto de la extrusora 4

Fuente: Elaboración Propia

Una vez realizada esta acción se coloca la fecha, grupo de producción, turno, y el inspector, luego se ingresa los datos en las celdas correspondientes para cada variable según la frecuencia que corresponda.

FECHA DE LOTE DE PRODUCCIÓN		DIÁMETRO		DIÁMETRO DE CAMPANA	
AÑO MES DÍA		MÍNIMO	63	MÍNIMO	NO APLICA
FECHA	2015 12 17	MÁXIMO	63,3	MÁXIMO	NO APLICA
		INGRESAR	<input type="text"/>	INGRESAR	<input type="text"/>
VARIABLES		ESPESOR		PROFUNDIDAD DE CAMPANA	
GRUPO	GS	MÍNIMO	2,5	MÍNIMO	64
TURNO	3	MÁXIMO	3	MÁXIMO	N/D
INSPECTOR	JZ	INGRESAR	<input type="text"/>	INGRESAR	<input type="text"/>
LONGITUD		OVALAMIENTO			
LONGITUD MIN	6	MÍNIMO	0	MÍNIMO	3,93
LONGITUD MAX	6,14	MÁXIMO	1,5	MÁXIMO	4,71
INGRESAR	<input type="text"/>	INGRESAR	<input type="text"/>	INGRESAR	<input type="text"/>

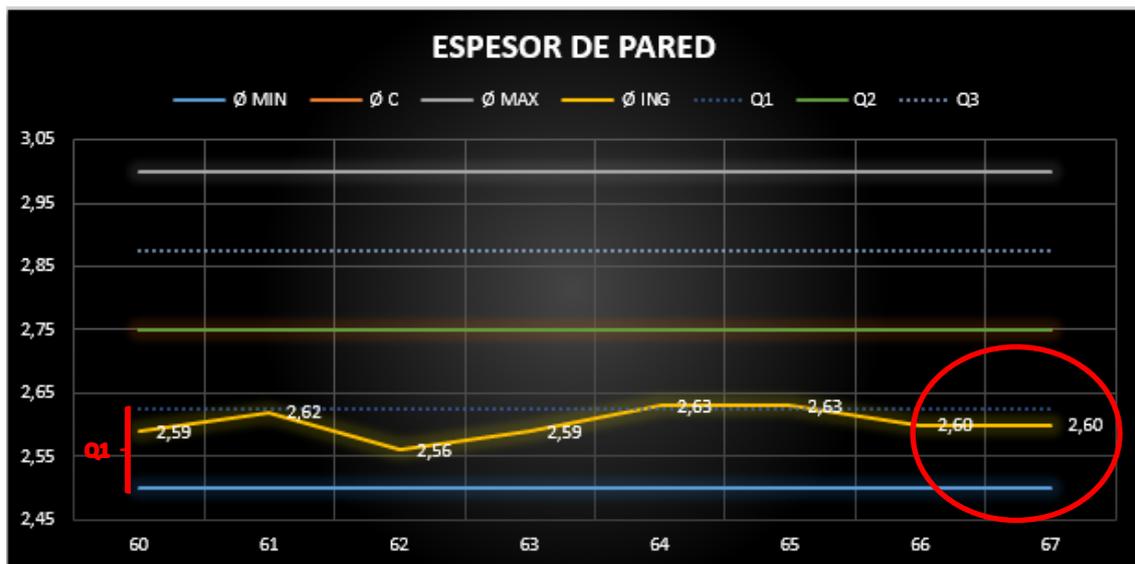
Gráfica N° 23 Ingreso de los datos para cada variable

Fuente: Elaboración Propia

Al finalizar el ingreso de los datos se ejecuta la macro para grabar en las Base de datos 1 y Base de datos 2, los ocho últimos datos grabados en la base de datos 1, como se muestra en la **gráfica 25**; iniciando el proceso de análisis a través de los algoritmos de decisión, (según el orden cronológico que se explicó en el capítulo anterior), este analizará cada dato ingresado y en el momento que encuentre una desviación, lanzará un mensaje de las posibles acciones a tomar, para mantener controlado el proceso.

Ejemplo:

Ingresamos el dato de espesor: 2,6 que corresponde al producto **63 mm x 6 m 1 MPa UR** y al mismo tiempo se genera un código que está formado por el número de dato ingresado – extrusora (67- 4), el primer análisis que el sistema realiza es si el dato ingresado **es menor que el límite inferior (LI=2,5)**, en este caso la respuesta lógica es **no**, el siguiente análisis que realiza es si es **mayor que el límite superior (LS=3)**, para el ejemplo la respuesta sigue siendo **no**, continua con el siguiente caso, comparando el dato anterior con el dato actual, realizando la pregunta **¿están los datos 2,6 (código 66-4) y 2,6 (código 67-4) cerca o igual al LI?**, la respuesta del sistema es afirmativa (**si**), por el siguiente razonamiento: los límites de control están divididos en cuartiles, por tanto el sistema evalúa cada punto en los cuartiles que le corresponda; para este caso tenemos que **Q1= 2,63** y **LI=2,50** observando que los dos puntos ingresados están cerca del **LI** así:



Gráfica N° 24 Nos muestra 2 puntos cerca del límite inferior

Fuente: Elaboración Propia

TABLA DE DATOS INGRESADOS												
CODIGO	PRODUCTO	DIAMETRO	ESPESOR	OV	DC	PC	LONG	PESO ING	TURNO	GRUPO	INSP	
67-4	63mm x 6m 1MPa UR	63,1	2,6	1					3	GS	JZ	
66-4	63mm x 6m 1MPa UR		2,6						3	GS	JZ	
65-4	63mm x 6m 1MPa UR	63,1	2,63						3	GS	JZ	
64-4	63mm x 6m 1MPa UR		2,59						3	GS	JZ	
63-4	63mm x 6m 1MPa UR	63,1	2,56					4,76	3	GS	JZ	
62-4	63mm x 6m 1MPa UR		2,62						3	GS	JZ	
61-4	63mm x 6m 1MPa UR	63,1	2,59	1		67,1			3	GS	JZ	
60-4	63mm x 6m 0,8MPa UR		2,23						2	LG	FA	

Gráfica N° 25 Nos muestra los datos ingresados dentro de la tabla
Fuente: Elaboración Propia

Y como resultado de esta desviación nos lanza el siguiente mensaje:

VARIABLE	ACCIONES A TOMAR	ESTADO
ESPESOR	Afloje los pernos de ajuste en el lado del dado que corresponda a la pared delgada y aprete los pernos de ajuste en la sección gruesa - Incrementar velocidad de alimentación en pasos de 25 RPM cada vez - Si el espesor de pared es uniforme disminuya la velocidad del puller hasta obtener el espesor deseado	←

Gráfica N° 26 Mensaje de las acciones a tomar junto con el estado representado con una flecha apuntando hacia la izquierda

Menor al límite	↓
Mayor al límite	↑
Cerca o = al límite Inferior	←
Cerca o = al límite Superior	→
Tiende al Límite Inferior	↙
Tiende al Límite Superior	↗
Cambio Brusco	↕

Tabla N° 17 Descripción de cada estado
Fuente: Elaboración Propia

La presente tabla describe los diferentes estados que se presentarán según las desviaciones que se analizan con la herramienta.



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



5.1 CONCLUSIONES:

- La culminación de este trabajo de graduación, aplicado en el área de calidad de la fábrica Plásticos Rival, permitirá un control estadístico mediante las cartas de control, aplicándolas de manera que permitan obtener información y control durante el proceso, sin dejar que las desviaciones producidas en las variables ocasionen pérdidas en la calidad del producto.
- La herramienta informática elaborada, permitirá mantener un producto siempre controlado, a través de la aplicación de los cuartiles que se emplean en las gráficas de control, que reducen aún más la probabilidad de que el producto no cumpla con las especificaciones requeridas por la normativa INEN, ya que automatiza la toma de decisiones al momento que se presenten la desviaciones de las variables.
- Al poseer un sistema que automatice la toma de decisiones, la comunicación entre el departamento de calidad y el área de producción será más efectiva ya que el conocimiento que se tiene en el área de producción podrá ser trasladado al personal de calidad quienes necesariamente deben conocer el proceso para realizar un trabajo mucho más eficiente.
- La herramienta elaborada, será un aporte extra al control de calidad que se realiza en la fábrica, ya que la Norma ISO 9001:2008 exige que se realice un análisis de los datos en nuestro caso de los datos de la tubería, la cual se convertiría en un valor agregado de la empresa, para los clientes quienes siempre recibirán un producto centrado y controlado, a través de una herramienta autónoma.



- Durante la elaboración del trabajo se realizó una prueba con el personal del área (inspectores de calidad), realizando una inducción básica del funcionamiento de la herramienta, se observó que no existen inconvenientes para el ingreso de datos, ni rechazo al cambio que se generaría con el uso de la misma.



5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una mayor recolección de datos en las variables: ovalamiento, diámetro de campana, profundidad de campana y peso las cuales no se pudo analizar debido a su baja frecuencia de registro de datos. En el caso de los espesores se recomienda no registrar únicamente el valor mínimo, sino el valor máximo también ya que esto ayudará a conocer la excentricidad del producto.
- Se podría realizar un estudio de métodos y tiempos de trabajo de los inspectores de calidad, para la estandarización de los mismos, lo que permitirá conocer y establecer cuantos registros se podrían realizar de las variables mencionadas y descartar actividades innecesarias.
- Para el almacenamiento de los datos se recomienda que se encuentren almacenados ya sea en un portal, en una nube o en alguna plataforma que la empresa maneje, para tener siempre disponible un histórico que pueda ser manejado desde la misma herramienta, como una protección y respaldo de los datos de la empresa.
- Se recomienda que la herramienta elaborada se encuentre conectada en línea con el ordenador de producción, ya supervisores y operadores de línea deberán tener acceso a las partes gráficas de la herramienta para coordinar con el departamento de calidad, la toma de acciones.
- Se recomienda la implementación del sistema para lo cual se requiere un computador con un Excel 2013, ya que el sistema podría en fases posteriores, realizar análisis de la frecuencia de aparición de una misma desviación y la comparación entre grupos de trabajo, debido a que por la estructura de la herramienta informática se genera una base simultánea es decir una base de datos 2 en donde se graban las desviaciones y las acciones a tomar.



- Se recomienda a la alta dirección que para el cumplimiento del ingreso de datos, se cree una política de almacenamiento de datos la misma que ayudará, a obtener un control estadístico actualizado de los datos de la tubería para contribuir a la mejora continua de la empresa.



BIBLIOGRAFIA

- Extraído de: <http://definicion.de/pvc/#ixzz3uOtc9gJh>; Fecha de consulta: 9/12/2015.
- Extraído de: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/pvc.html>; Fecha de consulta: 9/12/2015
- Dale H. Besterfield. Control de la Calidad. Pearson. Ed. Octava. México 2009.
- Norma ISO 9001: 2008
- Bertrand L. Hasen. Control de Calidad, Hispano Europea, Barcelona-España, 1980
- Archivos de la Empresa Plástico Rival Cía. Ltda.