



**MAESTRÍA EN GERENCIA DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE SPOOLS PARA REDUCCIÓN DE COSTOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN LA EMPRESA FIMA INDUSTRIAL”**

**PRESENTADO POR:**

**Aynayanque Rodríguez Ángel Isidoro**

**Huillca Salas José Alberto**

**Peñafiel Navarro José Antonio**

**Zegarra Benites Ana Milagros**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN GERENCIA DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

**ASESOR: AUDREY YANETH MENDOZA DIAZ**

**LIMA - PERU**

**2018**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo principalmente a Dios, por habernos dado la vida  
y permitirnos haber llegado hasta este momento tan importante  
de nuestra formación Profesional.

A nuestros padres, por ser incondicional en nuestras vidas y alentarnos a seguir  
en este periodo y también por demostrarnos siempre el cariño y apoyo para concluir con  
éxito  
este trabajo de investigación, y poder alcanzar nuevas metas,  
tanto profesional como personales.

## **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a nuestros docentes de la Universidad  
Tecnológica del Perú, quienes nos

acompañaron durante la carrera, y de cada ellos aprendimos algo nuevo.

A todas las personas que de alguna manera han contribuido a la realización de  
este trabajo de investigación.

## RESUMEN

Las empresas metalmecánicas en la actualidad, están en constante mejora continua en cada una de sus operaciones para comprimir los costos de producción, ante los competidores que cada vez son más fuertes e incorporan nuevas tecnologías por el mercado que cada vez es más existente.

Uno de los productos demandados por el mercado y que presenta perspectivas futuras positivas son la fabricación de spools, dado que están muy fuertemente relacionadas al sector minero, donde el Perú es un referente mundial por la riqueza que albergan sus suelos.

Las pruebas de ensayos no destructivos (END) son una parte importante del proceso de fabricación de spools dado que representan un 10% del valor presupuestado en un proyecto, por lo tanto, es fundamental darle la importancia debida. Una demora en esta parte del proceso detiene el flujo de producción y se genera exceso de inventario de producto en proceso al no permitir pasar el producto a la siguiente etapa del ciclo productivo.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar una propuesta de mejora al proceso de control de calidad y documentación de certificados para la fabricación de spools en la empresa FIMA Industrial para mejorar la rentabilidad, a través de la aplicación de las herramientas de gestión de la calidad total, 5 S y el ciclo Deming aplicado a la mejora de procesos.

La propuesta de solución contempla la implementación de las 5 S para optimizar el layout operativo de la planta y mejorar el flujo del proceso de fabricación de spools, disminuyendo o eliminando con ello las demoras en entregas pactadas a clientes y los gastos por reprocesos en los ensayos no destructivos (END). Además se incluye la aplicación del Ciclo Deming en la 5ta S para garantizar que los cambios se mantengan en el tiempo.

La inversión requerida para la implementación de las mejoras es de \$320,000 dólares americanos los cuales contemplan capacitaciones, equipos de manipulación, cambio de layout de planta, herramientas y accesorios, rótulos y señalización, y otros gastos adicionales.

El proyecto contempla un ahorro anual promedio de \$106,296 dólares en su escenario normal o más probable, y un payback o periodo de recuperación de la inversión de 3.06 años.

Finalmente realizando un análisis de sensibilidad a la inversión propuesta se tiene una probabilidad de ganar de 96.701% y una probabilidad de perder de 3.29%.

El equipo que llevará a cabo el proyecto es el equipo de planeamiento y aseguramiento y control de calidad de la empresa Fima industrial S.A.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
CAPÍTULO I:	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes de la determinación del problema	3
1.2. Objetivos	10
1.2.1. Objetivo General	10
1.2.2. Objetivos específicos	10
1.3. Justificación	10
1.3.1. Justificación Técnica	12
1.3.2. Justificación Económica	12
1.4. Limitaciones	13
1.5. Alcance del estudio	13
CAPÍTULO II:	14
MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes de la investigación	14
2.2. Herramientas para medir la gestión de la calidad	14
2.2.1. Diagrama de Pareto	14
2.2.2. Ishikawa	17
2.2.3. ¿Cómo se elabora un diagrama de Ishikawa?	18
2.2.4. Árbol de Problemas	19
2.2.5. ¿Cómo se elabora el árbol de problemas?	20
2.2.6. Diagrama de Flujo	22
2.2.7. Método de las 5S	24
2.2.8. Ciclo de Deming	25
2.2.9. DOP	27
2.2.10. SIPOC	28
2.3. El Producto - Spools	30
2.4. Principales competidores en la fabricación de Spool	31
2.5. Ensayos No Destructivos	32
2.6. Ensayos No Destructivos en el Control De Calidad	33
2.7. Control de Calidad en Uniones Soldadas	33
2.8. Inspección de las Uniones Soldadas	34
2.9. Procedimiento de Inspección	35

2.10. Dossier de Calidad	36
2.11. Principios de Gestión de la calidad (Basado en la Norma ISO 9000)	36
2.12. Definiciones Clásicas de Calidad	37
2.13. Definiciones actuales de Calidad	38
2.14. Concepto de Calidad	38
2.15. Gestión de la calidad	39
2.16. Relación Calidad – Productividad	41
2.17. Sistema de Calidad	42
2.18. Dirección de la Calidad	42
2.19. Modelo CAPM - (Análisis Financiero)	44
CAPITULO III:	49
METODOLOGÍA	49
3.1. Elección de la Técnica	49
3.1.1 Técnica de recolección de datos y análisis de datos	49
3.2. Técnica entrevista estructurada	50
3.2.1 Cuestionario de preguntas base para la entrevista	50
3.3. Unidades de análisis	50
3.3.1. Unidades de estudio	50
3.3.2. Población	50
3.3.3. Muestra	51
3.4. Procedimientos	51
3.4.1. Visita a las instalaciones	51
3.4.2. Entrevistas	51
3.4.3. Búsqueda de información externa a la empresa	52
3.4.4. Selección de información	52
3.4.5. Elaboración de tablas comparativas	53
3.4.6. Integración de resultados	53
3.5. Levantamiento de información de la problemática	53
3.5.1. Evolución Ventas en FIMA Industrial	53
3.5.2. Principales Clientes	55
3.5.3. Presupuesto de Proyecto fabricación de spools para la Refinería de Talara.	57
3.5.4. Rentabilidad y sobrecostos del proyecto	60
CAPITULO IV:	63
LA EMPRESA	63
4.1. Descripción de la empresa	63
4.2. Sector y Actividad Comercial	64
4.2.1 Minería	64

4.2.2 ENERGÍA	67
4.3. Perfil Empresarial y Principios Organizacionales	67
4.3.1 Misión	67
4.3.2 Visión	68
4.3.3 Valores	68
4.3.4 Política de Calidad	68
4.3.5 Política de Seguridad y Salud Ocupacional	68
4.3.6 Organigrama de la empresa	69
4.4. Productos de la organización	69
4.4.1 Catálogos de productos	69
4.4.2 Proyecto Talara	73
4.4.3 Descripción del Producto (Spools)	75
4.4.4 Descripción del proceso productivo (Spools)	76
4.5. Cadena de Valor	80
4.6. Flujo del proceso	81
4.7. Diagrama de operaciones	82
4.8. Área del Problema	83
4.8.1 Aseguramiento y control	83
4.8.2 Pruebas de Calidad	84
CAPITULO V:	93
ANÁLISIS	93
5.1. Análisis de Resultados	93
5.1.2. Pareto de Sobrecostos	94
5.1.3. Espina de Pescado	96
5.1.3 Árbol del Problema	97
5.2. Priorización de causas a eliminar	98
5.2.1 Encuesta	98
5.2.2 Evaluación de causas de espina de pescado	99
5.2.3 Identificación de principales causas del problema	101
CAPITULO VI:	103
PROPUESTA DE SOLUCIÓN	103
6.1. Implementación De 5s	103
6.1.1 Aplicando la teoría de Clasificación (SEIRI)	103
6.1.2 Aplicando la teoría de organización (SEITON)	105
6.1.2 Aplicando la teoría de limpieza (SEISO)	109
6.1.3 Aplicando la teoría de Estandarización (SEIKETSU)	109
6.1.4 Aplicando la teoría de Disciplina (SHITSUKE)	110



6.2. Ciclo de Deming	110
6.2.1 Plan de acción, basado teoría Deming	111
6.2.2 Puesta en marcha según planificación hacer (Do)	113
6.2.3 Analizando resultados revisión (Check)	115
6.2.4 Despliegue del proyecto actuar (ACT)	115
6.3. Propuesta Económica	116
6.4. Capacitación	116
6.5. Equipos de manipulación	116
6.6. Cambio de Layout	117
6.7. Herramientas y Accesorios	117
6.8. Rotulado y Señalización	117
6.9. Otros gastos	117
6.10. Escenarios propuestos	117
CAPITULO VII:	122
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES	124
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	126
REFERENCIAS WEB	128
GLOSARIO DE TÉRMINOS	129

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Tabulación para Grafico Pareto .....	16
Tabla N° 2 Fabricación Spools .....	31
Tabla N° 3 Tasa Libre de Riesgo .....	46
Tabla N° 4 Recolección de información.....	49
Tabla N° 5 Procesamiento de información .....	49
Tabla N° 6 Principales Clientes FIMA INDUSTRIAL detallado. ....	55
Tabla N° 7 Presupuesto de fabricación de Spools para Refinería de Talara .....	57
Tabla N° 8 Presupuesto de fabricación de Spools para Refinería de Talara. ....	58
Tabla N° 9 Presupuesto de fabricación de Spools para Refinería de Talara. ....	59
Tabla N° 10 Valores económicos del proyecto. Creación Propia.....	60
Tabla N° 11 Rentabilidades y Sobrecostos del Proyecto.....	61
Tabla N° 12 Variaciones entre Presupuesto y Costo Real.....	93
Tabla N° 13 Matriz de confrontación. Creación Propia .....	99
Tabla N° 14 Ponderación de causas del problema.....	100
Tabla N° 15 Principales causas y la herramienta de solución propuesta.....	102
Tabla N° 16 Propuesta económica.....	116
Tabla N° 17 Escenario de data histórica .....	117
Tabla N° 18 Escenario de ahorros .....	118
Tabla N° 19 COK .....	118
Tabla N° 20 Resumen de escenarios.....	119
Tabla N° 21 Probabilidades.....	120
Tabla N° 22 Estimación de COK utilizando CAPM (US).....	121

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1 Evolución de inversión minera Global en exploraciones .....	4
Figura Nº 2 Inversión Minera por Región .....	5
Figura Nº 3 Inversión Minera en exploraciones en América Latina.....	5
Figura Nº 4 Presupuestos de exploración de minerales no Ferrosos. ....	6
Figura Nº 5 Evolución de la inversión minera en el Perú. ....	7
Figura Nº 6 Evolución de las inversiones en Hidrocarburos en el Perú. ....	7
Figura Nº 7 Presupuesto versus costo real. ....	8
Figura Nº 8 Parte de la carta de adjudicación entregada a FIMA Industrial. ....	9
Figura Nº 9 Participación del presupuesto del proyecto. ....	11
Figura Nº 10 Variación en porcentaje del presupuesto por actividades. ....	12
Figura Nº 11 Análisis de Pareto .....	17
Figura Nº 12 Ejemplo de estructura de Ishikawa .....	18
Figura Nº 13 Estructura Árbol Problemas.....	21
Figura Nº 14 Estructura Diagrama de Flujo .....	22
Figura Nº 15 Fases del Ciclo de Deming.....	27
Figura Nº 16 Símbolos de las operaciones e inspecciones .....	28
Figura Nº 17 Relación de Calidad .....	38
Figura Nº 18 Norma ISO 9000 .....	39
Figura Nº 19 Fundamentos de Calidad .....	40
Figura Nº 20 Relación de Calidad con Productividad .....	41
Figura Nº 21 Enfoques de Calidad .....	41
Figura Nº 22 Enfoques de Calidad .....	42
Figura Nº 23 Etapas del programa de Calidad .....	43
Figura Nº 24 Etapas del programa de Calidad .....	43
Figura Nº 25 Etapas del programa de Calidad .....	45
Figura Nº 26 Tasa de Rendimiento .....	47
Figura Nº 27 Rendimiento total .....	47
Figura Nº 28 Prima de riesgo .....	47
Figura Nº 29 Indicadores de riesgo .....	47
Figura Nº 30 Tasa anual .....	48
Figura Nº 31 Evolución de las ventas en FIMA Industrial. ....	54
Figura Nº 32 Evolución de ventas de Spools en FIMA INDUSTRIAL. ....	55
Figura Nº 33 Principales Clientes en FIMA INDUSTRIAL.....	56
Figura Nº 34 Valor de Proyecto, Presupuesto y Costo Real.....	60
Figura Nº 35 Rentabilidad Esperada, Real y Sobrecostos.....	61
Figura Nº 36 Rentabilidad Real vs Sobrecostos en porcentaje. ....	62
Figura Nº 37 FIMA Industrial en el mundo.....	63
Figura Nº 38 Organigrama Firma Industrial. ....	69
Figura Nº 39 Chutes – Tolvas – Celdas – Liners. ....	70
Figura Nº 40 Spools en fierro negro. ....	71
Figura Nº 41 Tanques. ....	71
Figura Nº 42 Tanques ASME .....	72
Figura Nº 43 Secador de Discos. ....	72
Figura Nº 44 Cascada de Turbina. ....	73
Figura Nº 45 Spool en fierro negro.....	76
Figura Nº 46 Zona de Calderería y Soldadura.....	78
Figura Nº 47 END – Tratamiento térmico – Rayos X.....	79
Figura Nº 48 Cadena de valor .....	80

Figura N° 49 Flujo del proceso .....	81
Figura N° 50 Diagrama de operaciones .....	82
Figura N° 51 END Tratamiento Térmico.....	85
Figura N° 52 Prueba de Dureza .....	85
Figura N° 53 Prueba RX.....	86
Figura N° 54 Plano aprobado de construcción de spool.....	88
Figura N° 55 Documento de Inspección Visual (VT).....	89
Figura N° 56 Reporte PMI .....	90
Figura N° 57 Documentación de ensayo de Tratamiento Térmico.....	91
Figura N° 58 Registro de control de temperatura .....	92
Figura N° 59 Costos presupuestados y reales por actividades.....	94
Figura N° 60 Pareto de sobrecostos. ....	94
Figura N° 61 Sobre costos por actividad en porcentaje.....	95
Figura N° 62 Sobre costos críticos. ....	95
Figura N° 63 Espina de pescado.....	96
Figura N° 64 Árbol del Problema.....	97
Figura N° 65 Principales causas del problema. ....	101
Figura N° 66 Pareto Principales causas del problema.....	101
Figura N° 67 Nuevo layout propuesto.....	107
Figura N° 68 Layout inicial. ....	108
Figura N° 69 Flujo inicial y Flujo actual.....	112
Figura N° 70 Secuencia inicial vs cambio agregando el proceso END .....	114

# **CAPÍTULO I:**

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad las empresas se enfrentan a un dilema fundamental para su subsistencia, ser más competitivas o se quedan fuera del mercado.

La industria metalmecánica no es la excepción y cada vez la competencia se torna más intensa buscando obtener mayor participación de mercado sacrificando rentabilidad. Ante este escenario mejorar los procesos y ser más eficientes se torna en casi una obligación, y es por ello la presentación de este trabajo de investigación.

El presente trabajo busca encontrar los motivos de los sobrecostos en las pruebas de ensayos no destructivos (END) que se dan en los procesos de fabricación de spools de la empresa FIMA Industrial y proponer soluciones aplicables al caso para minimizar o eliminar estos.

Este trabajo de investigación está desarrollado en siete capítulos que se describen a continuación:

En primer capítulo describe la problemática que se presenta en el proceso de fabricación de spools en la Empresa FIMA Industrial y cómo ello afecta a la rentabilidad presente y futura del negocio.

En el segundo capítulo se describen las bases teóricas de las herramientas de gestión de la calidad total (TQM), las 5 S y el ciclo Deming aplicados en la mejora de procesos. También se describen las ventajas de su aplicación en la industria.

En el tercer capítulo se describe la metodología a aplicar para la realización de la investigación y en función a ello planificar los recursos necesarios para el desarrollo de la misma.

En cuarto capítulo se presenta la descripción general de la empresa “FIMA INDUSTRIAL”, describiendo su rubro, productos que ofrece, tipo de negocio que tiene en el mercado, áreas que integran dentro del área de producción, asimismo todos los procesos que intervienen en la producción de spools. Donde se desarrolla de forma específica la fabricación e spools, por ser el tema de estudio.

En el quinto capítulo se analiza la información recopilada sobre el problema haciendo uso de las herramientas de calidad y mejora de proceso, y se realiza la priorización de las causas más relevantes que impactan en mayor medida la rentabilidad en el proceso de fabricación de spools.

En el sexto capítulo se presentan las propuestas de solución aplicables al problema y las evaluaciones financieras proyectadas en tres escenarios positivo, negativo y normal o más probable. Además las conclusiones, y recomendaciones finales para la implementación eficaz de las propuestas planteadas.

## **1.1. Antecedentes de la determinación del problema**

El sector metalmeccánico es un sector fundamental en una economía por sus grandes posibilidades de generar desarrollo, riqueza, bienestar y empleos en un país. Se ha llegado a convertir en una de principales actividades económicas en el mundo por su estrecha vinculación con el desarrollo de las actividades industriales.

En general los países con un desarrollo industrial avanzado cuentan con sectores metalmeccánicos consolidados, desde países desarrollados hasta países en vías de desarrollo buscan fortalecer sus políticas para alcanzar altos niveles de competitividad y productividad que ha adquirido el sector en los últimos años producto del avance tecnológico.

En el Perú el sector metalmeccánico es de vital importancia para el crecimiento económico, dado que este sector está íntimamente vinculado al desarrollo de las actividades mineras, donde el país es un referente mundial por la dotación de riqueza minera que albergan sus suelos.

Según datos del Ministerio de la Producción en el sector metalmeccánica operan más de 45 mil empresas formales, de las cuales el 98.7% (44,918) son Mype's y el 1.3% (297) mediana y gran empresa.

La industria metalmeccánica es uno de los sectores que genera y dinamiza el empleo en la industria nacional.

Regionalmente el país tiene un potencial de crecimiento bastante alto en el sector respaldado por la ventaja de contar con menores costos de energía respecto a otros países de Latinoamérica como Brasil, Chile y Colombia. Este factor se convierte en una fuerte ventaja competitiva sobre sus principales competidores en Sudamérica. Los costos de energía son menores dado la fácil disponibilidad de recursos hidroenergéticos y térmicos (Gas Natural).

El sector involucrado en los usos de spools son principalmente la minería, petróleo y energía. La evolución del sector es un parámetro importante a seguir para vislumbrar el potencial del negocio en los próximos años.

Figura N° 1 Evolución de inversión minera Global en exploraciones



Fuente: S&P Global Market Intelligence.

Según muestra la figura N°1. La evolución de las inversiones mineras en exploraciones se tornan positivas o negativas en función del precio de los minerales en el mercado internacional, los últimos cuatro años presentó una caída marcada, sin embargo a partir del año 2017 se presenta un cambio en la tendencia global de inversión en exploraciones mineras lo cual es bastante positivo para el sector metalmeccánico.

La inversión por región en exploraciones mineras muestra a América Latina como destino favorito de las inversiones con un 30% de participación y a Norteamérica con un 22% como se muestra en la figura N°2. Inversión minera por región.



Figura N° 2 Inversión Minera por Región



Fuente: S&P Global Market Intelligence.

Figura N° 3 Inversión Minera en exploraciones en América Latina



Fuente: S&P Global Market Intelligence.

Disgregando los detalles de la inversión en exploraciones mineras en América latina podemos observar que los principales destinos de exploración son Chile, Perú y México con un 70 % de participación.

Esto se puede visualizar en la figura N°3. Inversión en exploraciones mineras Latinoamérica.

Figura N° 4 Presupuestos de exploración de minerales no Ferrosos.

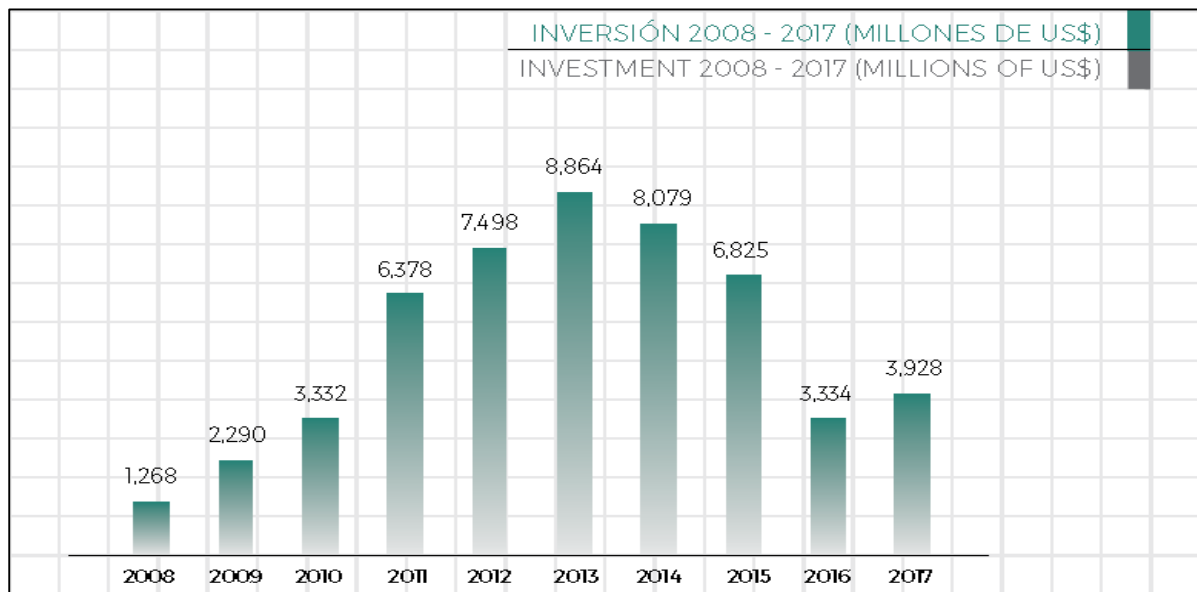


Fuente: S&P Global Market Intelligence.

Los presupuestos de inversión detallada por países para el año 2017 se muestran en la figura N°4. Presupuesto para exploraciones de minerales no ferrosos.

A nivel local la evolución de las inversiones en minería de los últimos 10 años muestran periodos de alta y baja inversión, esto se debe a que las decisiones de inversión están relacionadas al precio de los minerales, en la figura N°5. Evolución de la inversión minera en el Perú. Se muestra el comportamiento a nivel local de las inversiones en este sector.

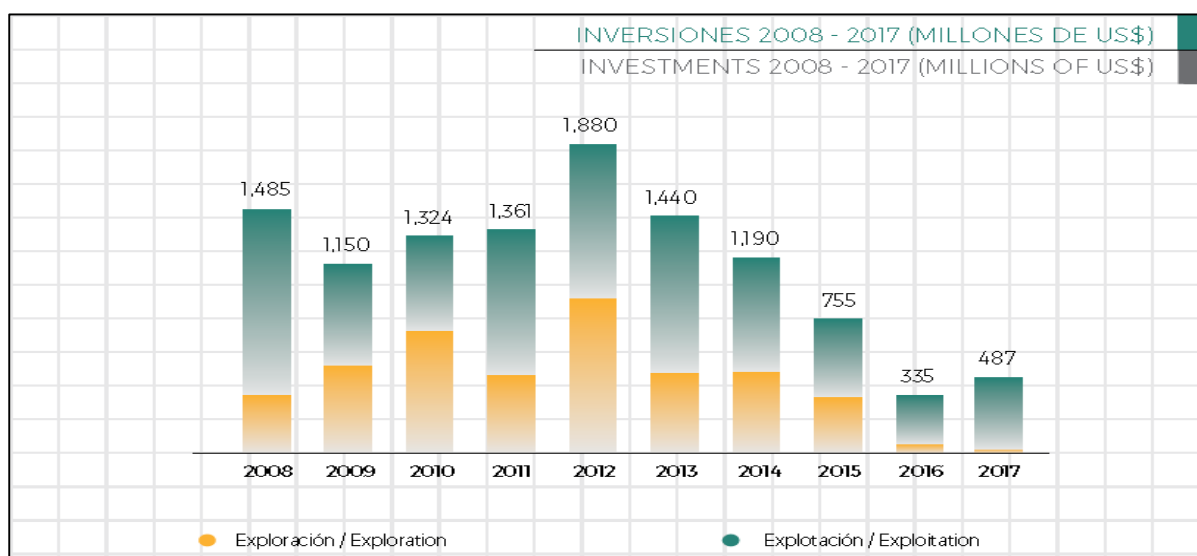
Figura N° 5 Evolución de la inversión minera en el Perú.



Fuente: MINEM

Otro sector que también requiere uso de spools para sus operaciones es el sector de hidrocarburos líquidos y gas natural. La evolución de las inversiones en exploraciones y explotaciones se muestra a continuación en la figura N°6. Evolución de las inversiones en Hidrocarburos en el Perú.

Figura N° 6 Evolución de las inversiones en Hidrocarburos en el Perú.

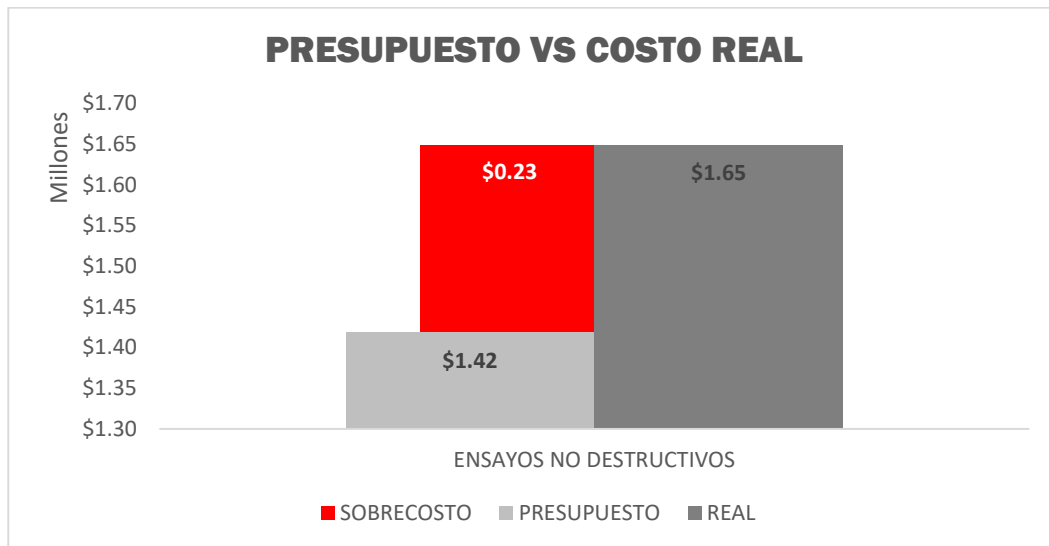


Fuente: Perupetro S.A.

El presente trabajo de investigación muestra los problemas detectados en el proceso de fabricación de spools en la empresa FIMA Industrial reflejado en los sobrecostos excesivos

en las actividades de ensayo no destructivo (END) que se evidenciaron al comparar valores presupuestados respecto los valores reales incurridos como se puede observar en la figura N° 7.

Figura N° 7 Presupuesto versus costo real.



Fuente: Elaboración propia

El objetivo de este trabajo de investigación es realizar una propuesta de mejora al proceso de control de calidad para reducir los costos de ensayos no destructivos.

Para ello se tendrán en cuenta las herramientas de calidad para el análisis de los datos y se utilizara una metodología de mejora de procesos como las 5 S y el ciclo Deming.

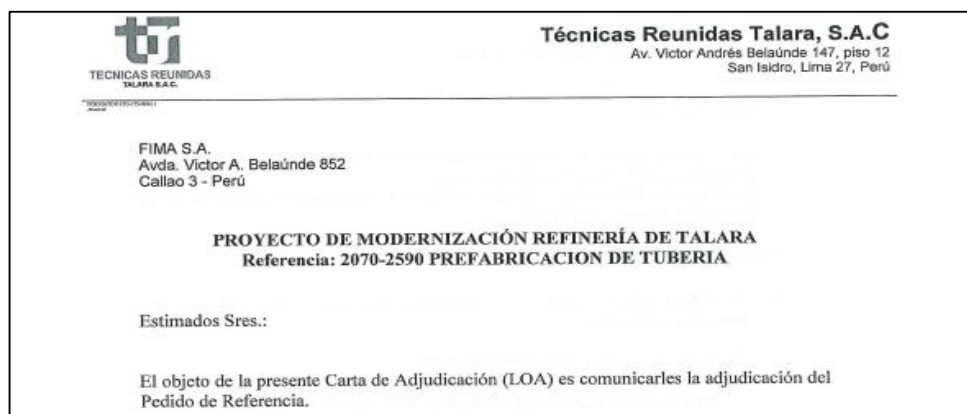
Con base en esto se presentan varias propuestas con el fin de resolver la problemática detectada y así lograr eliminar o minimizar las pérdidas por sobrecostos en los procesos de fabricación de spools en proyectos futuros y alcanzar con ello altos niveles de eficiencia y efectividad, necesarios para mantenerse competitivo en el sector, donde la competencia es cada vez más intensa.

Las consecuencias de no tomar acción ante los sobre costos presentados en la realización de proyectos de fabricación de spools son la disminución de los márgenes de rentabilidad, pérdida de competitividad para hacer frente a futuras licitaciones, daño a la imagen de la empresa al presentar incumplimiento en las entregas pactadas tanto en tiempo como en

cantidades, pagos de penalidad por incumplimiento de contratos y por último la cancelación de proyectos.

FIMA Industrial, ganó la adjudicación para la fabricación de spool para el proyecto PMRT de PETROPERÚ, realizado por TECNICAS REUNIDAS. Esta entregó el plan de producción en cantidad y tipo de spool a fabricar, tiempo de entrega y los requisitos para cumplir la adjudicación.

Figura N° 8 Parte de la carta de adjudicación entregada a FIMA Industrial.



Fuente: FIMA

Se estimó un presupuesto de proyecto de \$ 13.7M y se esperaba obtener una rentabilidad mínima de 17%.

FIMA Industrial priorizó la producción de spools de mayor costo para que la facturación sea mayor desde un inicio y obtener ganancias rápidamente.

Esto originó que se tenga sobre producción de spools y los ensayos no destructivos se acumularon al nivel que estos se perdían en el proceso de producción.

Esto evidenció que no existía un proceso de planificación de producción de spools, ni existía un control en la documentación de ensayos no destructivos (Dossier de calidad). Debido a esto, existe mucha información dispersa por varias áreas y no hay una trazabilidad del progreso de los trabajos en tiempo real. Esto genera que la planificación de entregas se vea afectada y no se cumplan con los plazos de entrega comprometidos con el cliente.

Adicionalmente, se incurre en sobre costos al realizar ensayos que no corresponden a los spools y estos tienen que volver a procesarse por la pérdida de documentación.

Estos problemas presentados en el proceso de fabricación de spools no son exclusivos de la empresa FIMA Industrial que es objeto del estudio, sino que es una problemática del sector que desarrolla proyectos similares, como las empresas Haugh, Imecon, Técnicas Metálicas, Fiansa, etc. Los impactos sin embargo no son de la misma magnitud dado que los proyectos de fabricación de spools que desarrolla la competencia son menores en volumen en relación a los que atiende FIMA Industrial.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Diseñar una propuesta de mejora al proceso de control de calidad y documentación de certificados para spools en la empresa FIMA Industrial para mejorar la rentabilidad de la empresa.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Minimizar las demoras en entregas al cliente por falta de documentación.
- Eliminar o reducir drásticamente el gasto por reprocesos.
- Establecer un procedimiento para el control de calidad de producto terminado.

## **1.3. Justificación**

Las pruebas de ensayos no destructivos (**END**), son una parte importante del proceso de fabricación de spools dado que representan un 10% del valor presupuestado en un proyecto, por lo tanto, es fundamental darle la importancia debida.

Al formar parte del flujo del proceso de fabricación de spools, una demora en esta parte del proceso detiene el flujo de producción y se genera exceso de inventario de producto en proceso, y por consiguiente no permite pasar el producto a la siguiente etapa del proceso.

Todos estos inconvenientes generados por una deficiente gestión y control de calidad de los END, generan desorden por exceso de inventario en productos de proceso, reprocesos por pérdida de producto fabricado, reproceso de pruebas de END por pérdida de documentos y afectan el cumplimiento de las entregas acordadas con el cliente.

Figura N° 9 Participación del presupuesto del proyecto.

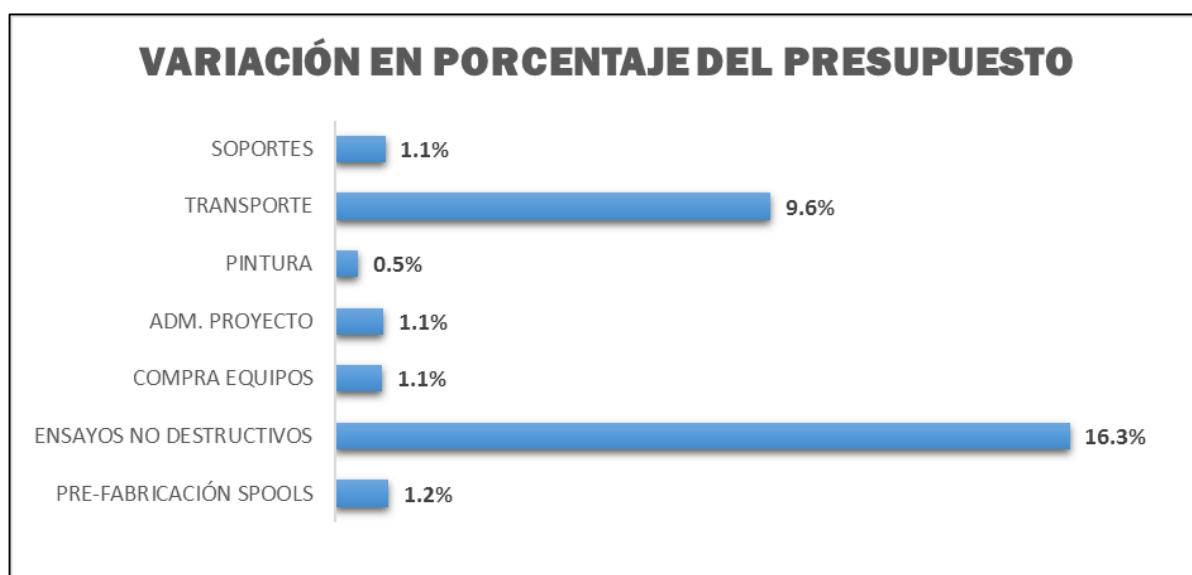


Fuente: Elaboración propia

En el proceso de fabricación de spools para la empresa Técnicas Reunidas (Proyecto modernización de la refinería de Talara) se observó un sobrecosto significativo respecto al presupuestado y es motivo de la investigación planteada el encontrar las causas raíz y proponer una solución que logre minimizar o eliminar tales diferencias para proyectos posteriores.

En la figura 10. Se observa las variaciones por actividades que se presentaron.

Figura N° 10 Variación en porcentaje del presupuesto por actividades.



Fuente: Elaboración propia

### 1.3.1. Justificación Técnica

La presente investigación contribuirá a mejorar el proceso de control de calidad en la fabricación de spools reduciendo con ello los reprocesos y sus costos asociados en las pruebas de ensayos no destructivos (END), ya que actualmente la empresa por una falta de planificación adecuada, desorganización de sus áreas de trabajo y gestión deficiente de documentos de calidad ha incurrido en pruebas redundantes adicionales por falta de certificados que acrediten las pruebas realizadas.

### 1.3.2. Justificación Económica

Los proyectos de fabricación de spools representan aproximadamente el 60% de las ventas en FIMA Industrial, por tal razón los sobrecostos generados representan una pérdida importante para la empresa.

La presente investigación contribuirá a disminuir o eliminar los sobrecostos por pruebas de ensayos no destructivos (END) en el proceso de fabricación de spools y a evitar el pago de penalidades por incumplimiento en los plazos de entregas pactadas, generando con ello un impacto financiero positivo para la empresa para proyectos futuros.



#### **1.4. Limitaciones**

Las limitaciones que debemos afrontar para presentar este trabajo de investigación es la restricción de información interna de la empresa, que por política de seguridad de la información no es de libre acceso.

El proyecto de investigación se limita al área de Control de Calidad donde se evidencian las diferencias negativas respecto a lo planificado.

#### **1.5. Alcance del estudio**

El alcance del presente trabajo de investigación se enfocará en el área de producción de spools de la empresa FIMA Industrial.

## **CAPÍTULO II:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

De acuerdo a (Ushiñahua, 2017), realizo una investigación en la tesis titulada “Aplicación del TPM, para mejorar la productividad de sppols FIMA Industrial, 2017”, para optar el título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad Cesar Vallejo, Lima. Con el objetivo de mejorar la productividad de FIMA S.A. Para ello señalo que su investigación se basa en eliminar los tiempos muertos y esperas de producción, esto le permitió determinar estándares de producción, que son de eficiencia y eficacia, esto le permitió mejorar la producción de forma apropiada y oportuna. El desarrollo del proceso de implementar una mejora consistió en la metodología TPM (Mantenimiento Autónomo y mantenimiento planificado en el área de producción de spools), para ello aplico la técnica de muestreo en el área de producción. Finalmente concluye que su investigación permitió demostrar que la implementación del TPM, permite mejorar la productividad en la línea de producción de spools de la empresa FIMA S.A. Para ello presento evidencias sobre la metodología que aplico de la eficiencia y eficacia, que son factores importantes para mejorar la productividad de sppols. Donde la producción de spools creció en un 15% después de la implementación del TPM, en la empresa FIMA Industrial.

Tomando esta investigación como desarrollo y tomando la casuística actual, podemos determinar que la continua actualización y mejora del proceso de producción de spool, determinan la mejora de las operaciones de FIMA Industrial.

#### **2.2. Herramientas para medir la gestión de la calidad**

##### **2.2.1. Diagrama de Pareto**

Según (Gonzales, 2017), en 1909 Wilfredo Pareto, publico un estudio de la distribución de la riqueza, en ello determino que el 80% de la población se encontraba dentro del 20%.

De acuerdo con el libro Ebook: “Métodos y herramientas de mejora aplicados en la administración pública”, el Diagrama de Pareto, se describe en un simple grafico que tiene la finalidad de determinar las causas que afectan un factor, donde describe los problemas potenciales y simples.

Según (Gonzales, 2017):

Las ventajas del Diagrama de Pareto pueden resumirse en:

- Se centra en los puntos importantes, para mejorar su impacto, optimizando los esfuerzos.
- Determina una visión simple y rápida de la importancia del problema o causa relativa.
- Facilita tomar decisiones y empeorar alguna causa detectada, para dar una solución.
- Como visión de la gráfica, tiene la finalidad de hacer entender de forma práctica y fácil para la mejora continua.

#### **2.2.1.1. Elaboración del Diagrama de Pareto**

Para la elaboración del diagrama Pareto, es necesario considerar lo siguiente:

- a) Seleccionar los datos que se requiere analizar, asimismo agregar el periodo (año) según los datos.
- b) Agrupar los datos en categorías, según la selección del criterio.
- c) Tabular los datos de selección.

Iniciar por la categoría que tenga mayores elementos, después poner de forma descendente, para calcular las frecuencias:

- Absoluta.
- Absoluta acumulada.
- Relativa unitaria.

- Relativa acumulada.

A continuación se presenta un ejemplo de tabulación en la figura 11.

Tabla N° 1 Tabulación para Grafico Pareto

Nº	CATEGORÍA	Frecuencia absoluta	Frecuencia Absoluta acumulada	Frecuencia relativa unitaria %	Frecuencia relativa acumulada
1	Reponer papel	56	56	30,60	30,60
2	Requiere limpieza	35	91	19,13	49,73
3	Falta tóner	25	116	13,66	63,39
4	Papel atascado	23	139	12,57	75,96
5	Máquina averiada	19	158	10,38	86,34
6	Reponer tóner	16	174	8,74	95,08
7	Apoyo técnico	9	183	4,92	100,00

Fuente: Elaboración propia

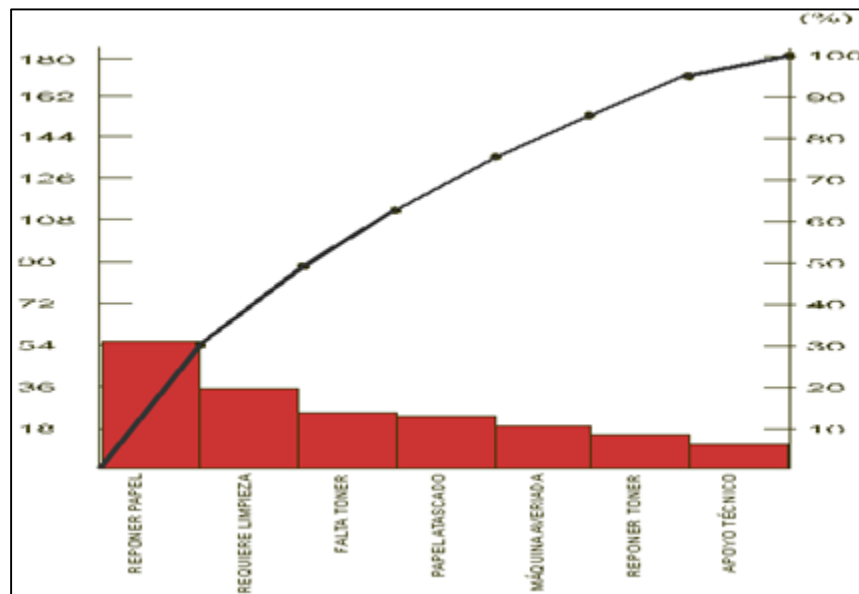
- Dibujar el diagrama de Pareto.
- Formar el grafico con barras en eje horizontal, para que aparezca de forma descendente.
- Delinear la curva acumulativa.

Dibujar desde el punto que agrupe el total de cada categoría, mediante la conexión de todos los puntos se formara una línea poligonal.

- Identificar el diagrama, etiquetándolo con datos como: título, fecha de realización, periodo o año de estudio.
- Analizar el diagrama de Pareto.

En el diagrama de Pareto de la figura 12, puede observarse como dos tipos de incidencias comprenden el 49,73% de los requerimientos de asistencia: Reponer papel (30,60%) y Requiere limpieza (19,13%).

Figura N° 11 Análisis de Pareto



Fuente: Elaboración propia

### 2.2.2. Ishikawa

Para (Camison & Gonzales, 2016), el diagrama Ishikawa o también conocido como el diagrama de causa – efecto, tiene la finalidad de representar en una gráfica las causas que explican una determinada causa o efecto, lo cual es utilizada mayormente como una herramienta de gestión de calidad, que permite orientar sobre una problemática, para tomar una decisión o acciones para el desempeño eficiente de un factor. Asimismo este diagrama es necesario para identificar los posibles problemas que se pueden presentar.

Para (Rojas, 2014):

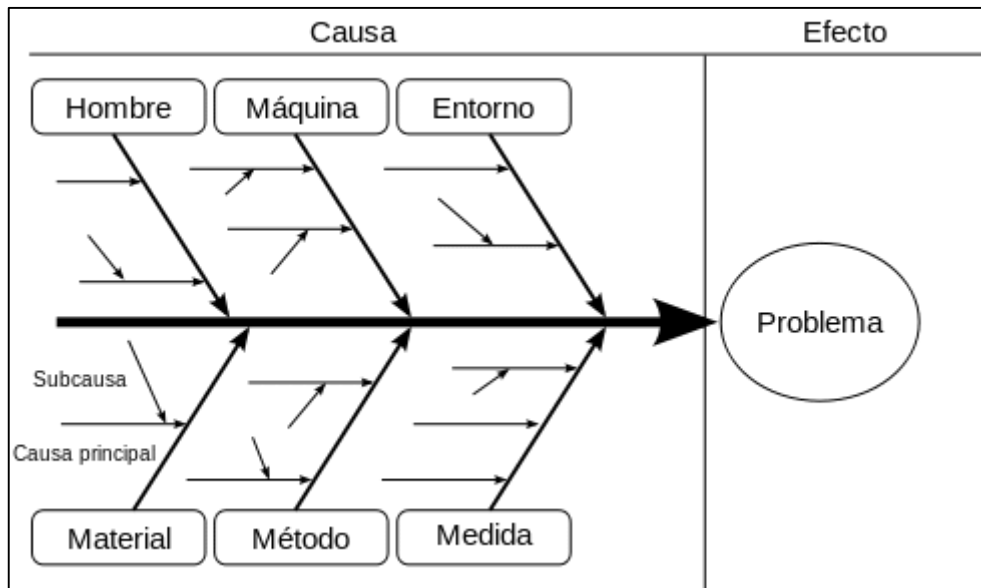
El manejo del diagrama Ishikawa, es una herramienta que se complementa con el Diagrama Pareto, que permiten priorizar todas las medidas de acción de las causas detectadas o que mayor presente problemas y usualmente en términos nominales son reducidos.

“La estructura del diagrama Ishikawa, tiene tipo intuitiva, que permite identificar los problemas o efectos. Después enumera cada una de las causas que representan mayor impacto. Asimismo cada causas se puede dividir en sub causas. Sobre las sub causas son importantes pue permiten

tomar una decisión desde la raíz del problema detectado, para precisar el fenómeno o comportamiento no deseado”. (GEO, 2017, p.05)

En ese contexto del diagrama causa – efecto o diagrama de espina de pescado, se presenta la siguiente figura:

Figura N° 12 Ejemplo de estructura de Ishikawa



Fuente: MORA (2003)

### 2.2.3. ¿Cómo se elabora un diagrama de Ishikawa?

Para elaborar el diagrama Ishikawa es necesario, contar con herramientas que guíen a la mejora continua de un proceso, según (Mora, 2006), recomienda seguir estos pasos:

- Determinar el equipo de colaboradores que sean multi disciplinados.
- El diagrama debe estar en blanco, para ir llenándolo.
- Ingresar datos de forma específica para que este se vaya produciendo mediante la técnica de 5w + 2h, que se desarrolla según la redacción, de la investigación a realizar.

- d) Identificar todas las categorías necesarias para poder clasificar los efectos y causas de un proceso de producción, o de la: máquina, método, materiales, mediciones, otros.
- e) Para la identificación de las causas, es necesario contar con una lluvia de ideas, según las clasificaciones planteadas, esto permitirá que el equipo de colaboradores, pueda buscar e identificar la sub causa de la causa o efecto. Estos aspectos permiten identificar desde el punto inicial una causa o efecto, las cuales se colocan en las espigas principales del pescado (Ishikawa), que servirán para determinar el estado y mejora.
- f) Asimismo se debe repasar 1 a 3 veces cada proceso, para identificar y averiguar la técnica de los 5 porqués, que permiten constituir una causa o efecto anterior.
- g) Finalmente se obtiene el diagrama Ishikawa, reflejando las causas o efectos que estarán constituidos en espiga principales y menores.

#### **2.2.4. Árbol de Problemas**

Por su parte (Presencia, 2004), considera que:

“El árbol de problemas, es una de las técnicas que en la actualidad tienen mayor uso, por la facilidad que tiene de identificar una situación de riesgo o problema, el cual intenta dar una solución a la problemática, mediante el análisis de causa - efecto. Mediante a formulación del problema central, que permita especificar distintas soluciones”. (PRESENCIA, 2004, p.02)

Luego de definir la problemática principal, se pasa a determinar las causas o efectos negativos que afectan. Asimismo se relaciona el problema con los específicos de forma gráfica, para interrelacionar.

Una de las técnicas óptimas para relacionar las causas y efectos de una problemática, es la lluvia de ideas. Esta técnica permite hacer un listado de todas las posibles

causas y efectos que se podrían presentar, para luego hacer un diagnóstico de la situación a resolver.

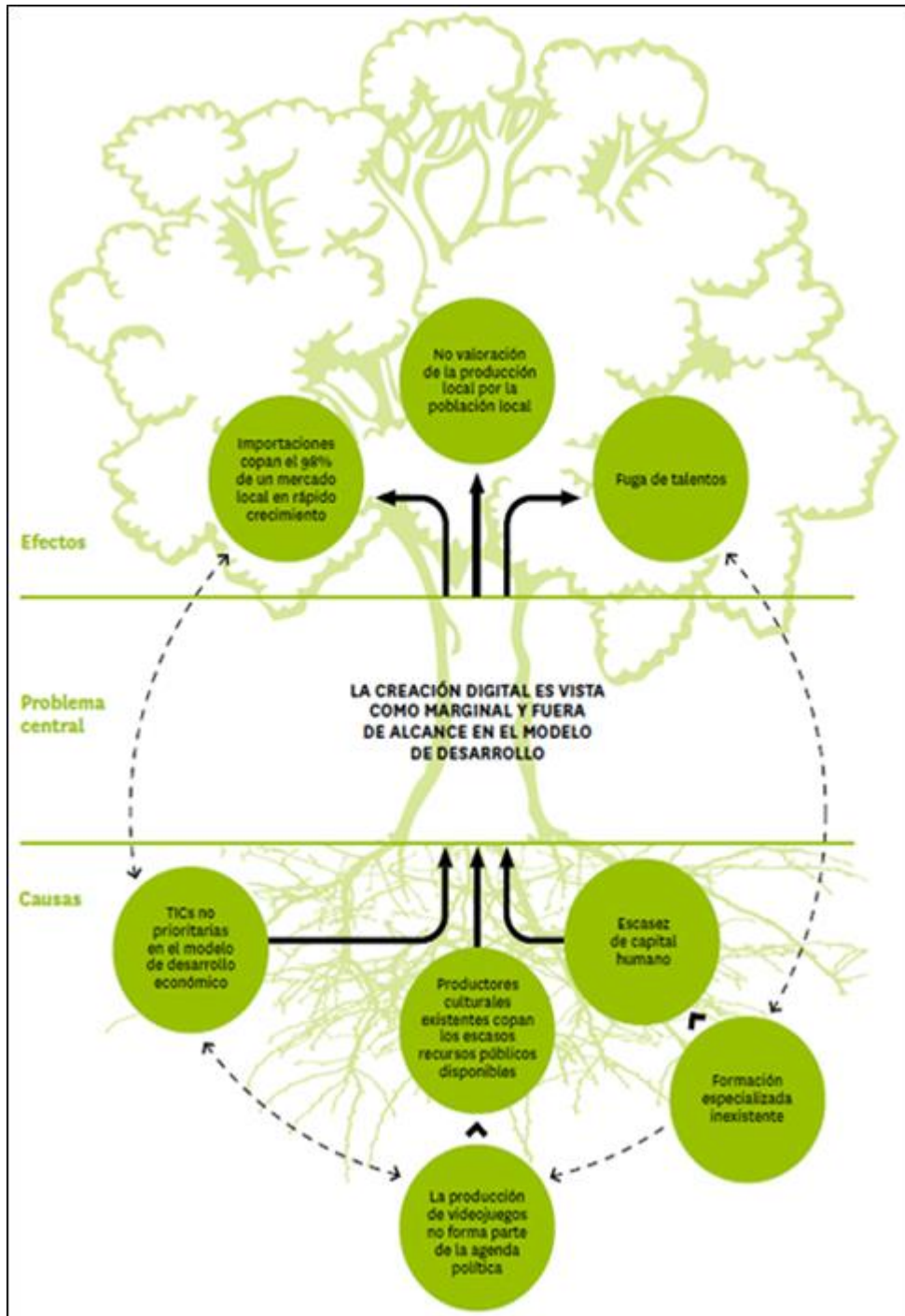
#### **2.2.5. ¿Cómo se elabora el árbol de problemas?**

- a) Definir el problema principal (tronco)
- b) Todas las causas directas que afectan el problema se describen en las (raíces). Estas causas son las que afectan o determinan el problema. Por ello es importante verificar la relación que tiene cada raíz con el problema principal realizado.
- c) Sobre los efectos están considerados sobre el problema principal que es la (copa o frutos) del árbol. Estos son el resultado de las referencias o del problema producido
- d) Es necesario examinar cada una de las relaciones de causa – efecto, para determinar la lógica e integridad del árbol completo.

En la siguiente imagen se presenta una guía de su estructura.



Figura N° 13 Estructura Árbol Problemas



Fuente: PRESENCIA (2004)

## 2.2.6. Diagrama de Flujo











El diagrama de flujo, es la representación gráfica de un determinado proceso. Consta de pasos que está representado por símbolos de flujo distinto, que tiene una breve definición de la etapa de los procesos. Estos símbolos gráficos del flujo de procesos, tienen una relación entre sí con flechas que indican la dirección del flujo.

Para (Cueto, 2015):

“Este diagrama de flujo, presenta una variedad visual de actividades de cada proceso. Asimismo muestra la relación que tiene entre ellas, esto permite facilitar la comprensión de cada actividad. Donde los símbolos guían al lector entender con facilidad, también el flujo de información y material. Donde su uso también es usado en disciplinas como la programación, procesos industriales, psicología cognitiva y economía”. (Cueto, 2015, p.02).

Facilita también la selección de indicadores de proceso.

Figura N° 14 Estructura Diagrama de Flujo

SÍMBOLO	REPRESENTA	SÍMBOLO	REPRESENTA
	<b>Terminal:</b> Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso.		<b>Actividad:</b> Representa una actividad llevada a cabo en el proceso.
	<b>Decisión:</b> Indica un punto en el flujo en que se produce una bifurcación del tipo "SI" – "NO"		<b>Documento:</b> Se refiere a un documento utilizado en el proceso, se utilice, se genere o salga del proceso.
	<b>Multidocumento:</b> Refiere a un conjunto de documentos. Un ejemplo es un expediente que agrupa a distintos documentos.		<b>Inspección / Firma:</b> Empleado para aquellas acciones que requieren una supervisión (como una firma o "visto bueno").
	<b>Conector de proceso:</b> Conexión o enlace con otro proceso diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.		<b>Archivo Manual:</b> Se utiliza para reflejar la acción de archivo de un documento y/o expediente.
	<b>Base de datos/aplicación:</b> Empleado para representar la grabación de datos.		<b>Línea de Flujo.</b> Proporciona indicación sobre el sentido de flujo del proceso.

Fuente: Aiteco Consultores

Para (Duran, 1992), refiere:

Los procesos de análisis y el diagrama de proceso, permite a las empresas entender cómo se desarrollan todos sus procesos industriales, el que permite que pueda mejorar cada una de las prácticas de la empresa. El diagrama ayuda establecer una representación visual sobre los procesos y sub procesos industriales, para obtener una información preliminar sobre la amplitud de los mismos, tiempos de cada una de las actividades.

“La representación grafica ayuda a analizar y cumplir los objetivos organizacionales, de cada proceso de trabajo. También facilita adoptar un mejor mecanismo en cada uno de los procesos de producción. Esta grafica muestra y crea la diferenciación de la productividad y la baja de resultados deseados”. (Onate, 2018, p.03)

En ese contexto, cabe precisar que no todas actividades requieren este diagrama, sino tienen mayor utilidad en los procesos industriales o en los que se requiere aumentar la producción. Ya que si se mantiene una política de eficacia la función y dirección del control de procesos será siempre mejor de lo esperado.

#### **2.2.6.1. Elaboración del Diagrama de Flujo**

El diagrama de flujo es elaborado por un gerente o responsable de un área de producción, asimismo requiere que personas aporten sus ideas y perspectivas de procesos de producción.

Para la elaboración del diagrama de flujo se tiene que:

- a) Elegir el proceso necesario a diagramar
- b) Detallar o definir el grado del diagrama de flujo, junto a sus procesos que debe presentar, para la obtención de los datos sobre el flujo general.
- c) Seguidamente identificar la correlación de cada paso durante un proceso, para ello se debe colocar símbolos que representen cada actividad.

- d) Pasar a desarrollar un diagrama de flujo, iniciando con símbolos de cada proceso o actividad. Cabe recordar que todos los procesos estarán conectados mediante el “conector de procesos”, que es un círculo representado como símbolos. Para ello el diagrama de flujo debe estar compuesto por símbolos estándares, según el American National Estándar Institute (ANSI)
- e) Finalmente revisar todo el diagrama de flujo, iniciando por la conectividad de cada proceso con sus símbolos, esto para asegurar su corrección y validez.

### **2.2.7.Método de las 5S**

#### **2.2.7.1. Origen del método de las 5 S**

La historia del método 5 S, conocido como 5S, versa de Japón, inicio con Toyota en los años 60, esto con el fin de mejorar sus lugares de trabajo, ordenado y tener organizado. Surgió tras la segunda guerra mundial, conformado por un la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros, que tuvo el objetivo de mejorar la calidad y eliminar los obstáculos que se pudieran producir durante el proceso de producción.

Donde en principio estuvo aplico solo para el montaje de automóviles, pero hoy en día su aplicación es aplicada en todos los sectores de las empresas. Varios estudios señalan que el manejo de las primeras 3S en un área de trabajo, ayuda a crecer hasta en un 15% del tiempo, asimismo su uso mejora en un 10% de crecimiento a nivel de recursos humanos y reduce el 70% del número de accidentes de la empresa, finalmente ayuda ahorrar hasta en un 40 de los costos de mantenimiento (Tari, 2000)

### 2.2.7.2. Cuáles son las 5s

Las 5S, están conformadas por el mantenimiento integral de una organización en todos sus aspectos, no solo en las herramientas de trabajo que son en ingles housekeeping. Indican:

1. **Seiri (clasificación).** Separar elementos innecesarios, eliminar lo que no es útil.
2. **Seiton (orden).** Situar elementos necesarios, organizar el espacio de trabajo eficazmente.
3. **Seiso (limpieza).** Eliminar la suciedad, mejorando la limpieza
4. **Seiketsu (normalización).** Señalizar anomalías, prevenir que aparezca desorden y suciedad.
5. **Shitsuke (mantener la disciplina).** Mejorar, fomentar esfuerzos para mejorar. (Gonzales L. , 2017)

Estas 5 etapas en la actualidad, son fáciles de implementar para cualquier organización, ya sea en productos o servicios. Para su implementación solo requiere aplicar una metodología disciplinaria y rigurosa en todas las etapas de calidad de procesos.

### 2.2.8. Ciclo de Deming

Este ciclo de Deming o también conocido como el círculo PDCA, es una herramienta que permite realizar de manera correcta la mejora continua en una organización. Este ciclo en la actualidad es usado en la mayoría de las empresa.

#### 2.2.8.1. Las fases del Ciclo de Deming o Círculo PDCA:

(Rojas, 2014), refiere que las fases del Círculo PDCA o Ciclo de Deming son: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.

Según su teoría, está representado de modo habitual por un círculo que representa los procesos y evolución continua del ciclo Deming. Este círculo debe estar en movimiento según cada uno de sus pasos que se alimenta de forma continua.

Las fases o acciones son las siguientes:

- a) **Planificar (Plan):** esta etapa consiste en planificar todos los cambios que se requiere hacer. Desde el inicio que es establecer el papel para valorar y seguir una serie de procesos que permitan conseguir el objetivo planteado desde el momento de planificar.
- b) **Hacer (Do):** comprende ejecutar todos lo planeado, para ello se pasa a realizar todos los pases planificados, según el orden que se planteó en el plan.
- c) **Verificar (Check):** consiste en verificar todos los procesos o pasos planteados, esto con el fin de verificar que se siga lo correcto en el diseño planidicado.
- d) **Actuar (Act):** finalmente este paso consiste en medir los resultados obtenidos para recopilar lo aprendido y ponerlo en marcha. O también ponerlo como recomendaciones y observaciones para la nueva planificación que se requiera desarrollar.

A continuación, se representa las fases del ciclo de Deming. (Mora, 2006)

Figura N° 15 Fases del Ciclo de Deming



Fuente: [www.s bqconsultores.es](http://www.s bqconsultores.es)

### 2.2.9. DOP

El diagrama de operaciones “DOP”, es una gráfica que está compuesto por un ciclo de operaciones de un determinado proceso. Asimismo muestra los puntos o partes en lo que cada proceso requiere materiales y otros. La finalidad de este proceso consiste en no representar los transportes, almacenamientos, manipulaciones y otros que se pudieran tener en un proceso. (Presencia, 2004)

Círculo, debajo “operación”; cuadrado, debajo “inspección”

Cabe señalar que los diagramas de proceso, también contienen información necesaria para un determinado proceso, como el tiempo requerido, estado del proceso, ciclo de fabricación y otros.

Para ello los procesos de cada operación se representan mediante símbolos, como son:

- a) **Operación:** consisten en para la transformación física y química
- b) **Inspección:** representa controlar, medir, verificar, ver su temperatura y otros.

Este símbolo de forma cuadrada, está en todas las operaciones e inspección del Diagrama de operaciones “DOP”

Figura N° 16 Símbolos de las operaciones e inspecciones



Fuente: PRESENCIA (2004).

### 2.2.10. SIPOC

En el libro de (Simon, 2012), «Diagrama SIPOC», señala que este término también es conocido como COPIS, que es una herramienta tipo formato, para tabular una característica de un proceso o de varios procesos según su identificación, como pueden ser; proveedores, ingresos, procesos, sub procesos, salidas, clientes, otros. Esta herramienta además de ser diversificada guarda cada proceso con un nombre acrónimo de la cadena de caracterización en inglés, que son:



- a) **Supplier (proveedor):** Indica todas las entradas de un proceso, estas pueden ser una persona u otro subproceso.
- b) **Input (entrada):** Representa los intangibles registrados para realizar un proceso, como: mercaderías, información, documentos, servicios o datos.
- c) **Process (proceso):** Comprende la secuencia de todas las actividades, que añaden un valor a las entradas y salidas.
- d) **Output (salida):** Representa los intangibles importantes para un cliente como: mercaderías, información, documentos, servicios o datos.
- e) **Customer (cliente):** Es el usuario de una salida del proceso.

#### 2.2.10.1. El diagrama SIPOC

Según CUETO (2015), sirve para identificar:

- a) Que entradas son necesarias para ejecutar un proceso.
- b) Quien es la persona o encargada de las entradas de un proceso.
- c) Ayuda a identificar el cliente de un proceso.
- d) Ayuda a identificar la necesidad de un cliente en un proceso.
- e) Determina el propósito o alcance de un proceso.
- f) Mide el rendimiento de un proceso.
- g) Determina las actividades de un proceso, que son necesarias para el cliente o empresa, asimismo identifica las actividades que irrumpen un proceso, para ello los elimina

#### 2.2.10.2. SIPOC: paso por paso

- a) Tener un área y personal para que se pueda modificar el diagrama, esto puede ser en una pizarra blanca o pantalla en la que se muestre la proyección del diagrama, para poder visualizar y corregir si lo es necesario en cada proceso.

- b) Dibujar el mapa de procesos, desde las 4 o 5 actividades que tengan mayor nivel.
- c) Pasar a identificar las salidas del proceso.
- d) Determinas los clientes que van recibir las salidos de un determinado proceso.
- e) Identificar las entradas, que son necesarias para la realización de un proceso, de forma correcta.
- f) Identifica los proveedores, necesarios para las entradas.

### **2.3. El Producto - Spools**

Spools es una pieza pre montada metálica de un tubo unido a un accesorios (codos, olets, slip, on, bridas u otros).

Su uso radica principalmente para trasladar un material líquido, sólido o gaseoso a gran escala para plantas industriales, de empresas como: pesqueras, mineras, gasoductos y otros.

Esto permite al ducto poder transportar algún material como el relave, gas u otro tipo de materiales desde su punto de exploración hasta el lugar de descarga, los spools van de forma continua soldados hasta el terreno donde serán instalados, por ello el flujo es necesario a lo largo del ducto.

La fabricación del spool, se inicia mediante los planos con sus dimensiones, junto a la colada y materiales en posición que se ocuparán en el ducto final.

Para la empresa metalmeccánica la producción del spool, representa un 60% de su producción total, es por ello la necesidad de realizar la importancia de la presente investigación.



Cada medida de los es variable, como se muestra en la tabla Nro. 1, que muestra su fabricación mayor y frecuente a lo que se refiere de producción general.

Los componentes y características de los spools, están regulados bajo la norma ANSI, ASME 2005. Por ello los tubos y accesorios cumplen con los estándares de calidad. Así tenemos, los siguientes:

- Tubos : Norma ASTM A 53 (NTC-3470)
- Bridas : Normas ANSI b 16.47 y Normas ANSI Ø 1/2" a 24", estándar y especiales de Ø 26" a 36"
- Codos : Norma ASME B 16.9

Información proporcionada por FIMA Industrial

Tabla N° 2 Fabricación Spools

UNIONES	SCHEDULE	DIÁMETRO	LONGITUD PIEZA UNIDA (mm)	FIGURA
TUBO - CODO	10S, STD, 40S, 60, 80	2" - 60"	200 - 10000	
TUBO - BRIDA	10S, STD, 40S, 60, 80	2" - 60"	200 - 10000	
TUBO - TUBO	10S, STD, 40S, 60, 80	2" - 60"	200 - 10000	

Fuente: (Ushiñahua, 2017)

## 2.4. Principales competidores en la fabricación de Spool

### 2.4.1. Peru Piping Spool

Empresa especializada en la fabricación de spools ubicada en Lurín cuenta con una planta de 43,000 metros cuadrados dedicada exclusivamente a spool.

### **2.4.2. Técnicas Metálicas**

Empresa fundada en 1979 especializada en ingeniería y fabricación de estructuras metálicas.

## **2.5. Ensayos No Destructivos**

Los ensayos No Destructivos representados por su símbolo (END), son aplicados en términos del medio ingenieril, esto para designar un tipo de método para evaluar una soldadura y otros materiales según sus características y propiedades que no causen alguna alteración en el proceso de la soldadura.

Asimismo la inspección No Destructiva (IND) y las pruebas No Destructivas (PND), son términos que se aplican para los métodos de evaluación de una soldadura. Estos tipos de ensayos no sustituyen a los ensayos destructivos, son solo un alcance u complemento. Los ensayos No Destructivos se basan en métodos físicos indirectos como la inspección visual, transmisión de sonido, opacidad de radiación, marcas de líquidos y otros.

Lo cuales tiene como objetivo cumplir con la calidad de sanidad de todas las piezas examinadas, su aplicación no busca determinar su propiedad física inherente a una pieza, sino solo cumplir con la verificación de homogeneidad y continuidad del proceso de piezas.

Por ello podemos concluir que los ensayos No Destructivos, son la aplicación de métodos físicos que no altera las propiedades de material y otros al momento de examinar.

### **2.5.1. Visual Test (VT)**

Inspección visual realizada en el cordón de soldadura de las juntas soldadas.

### **2.5.2. Post Welding heat treatment (PWHT).**

Tratamiento Térmico posterior a soldadura.

### **2.5.3. Hard Test Before/After (HTB / HTA).**

Prueba de dureza previa realizada sobre las juntas soldadas

#### **2.5.4. Radiografía Industrial (RT)**

Consiste en pasar el componente de un ensayo, hasta la radiación electromagnética ionizante, (Rayos x o gamma)

### **2.6. Ensayos No Destructivos en el Control De Calidad**

Como mencionamos anteriormente los ensayos No Destructivos, no son un reemplazo del ensayo destructivo. Los supervisores o ingenieros de soldadura, saben sobre los ensayos destructivos y los ensayo no destructivos que son solo un complemento viceversa mente.

Esto con la finalidad que los ensayos logren la calidad más elevada posible en un campo de producción establecido por sus planos. De esta manera las uniones soldadas presentan su calidad en las empresas industriales de fabricación, para ello existe un área de control, que es “Control de calidad”.

### **2.7. Control de Calidad en Uniones Soldadas**

Dentro de la calidad existen gran cantidad de términos sobre el control de calidad, para ello en el presente proyecto se aplicada:

**Control de Calidad.-** Esta área cumple las funciones de verificar y comparar las uniones soladas comprobando su calidad en el laboratorio, basado en las normas, especificaciones técnicas y otros.

Por ello, para la soldadura de las uniones, tiene que tener:

- Una unión soldada, debe cumplir con las exigencias de las normas y propiedades, referente a su resistencia y otros.
- Una unión soldada, debe cumplir con las exigencias de las normas y propiedades, referente a su duración y fiabilidad.

Normalmente toda unión soldada, esta asociada a la calidad, por ello se dice que esta asociada al producto final, listo para su distribución:

- Cumple con el diseño del plano.
- Cumplen con las normas y directrices.
- Cumple con la norma de resistente sobre algún agrietamiento que pudiera ocurrir en el transcurso del trabajo.
- Cumple con su durabilidad, para todo tipo de condiciones de carga, por lo tanto no falla.

Para garantizar su calidad máxima en seguridad y fiabilidad de la soldadura, se considera aspectos importantes que son: las normas, especificaciones técnicas, fichas de proceso de producción, calidad, recursos, instalaciones, códigos y otros que determinan la calidad de la unión soldada.

Ya que actualmente las uniones soldadas tienen que tener gran capacidad para grandes dimensiones y construcciones, que satisfagan todas sus características de diseño. Por ello el control de calidad debe cumplir con todos los estándares de producción.

Algunos especialistas señalan que la calidad de las uniones soldadas, en términos de especificaciones, magnitud y frecuencias, está relacionada a todas las soldaduras, por ello el operario ya tiene conocimiento sobre los procedimientos de soldadura de uniones.

Por ello el control de calidad de las uniones soldadas es asegurar la calidad de producción.

## **2.8. Inspección de las Uniones Soldadas**

### **2.8.1. Detalle de los Soportes de Anclaje**

Sobre la inspección de las uniones, existe un soporte de instrucción que tiene la finalidad de comprobar todos los procesos de la estructura, que conlleva a culminar de forma eficiente la calidad de la unión soldada.

El soporte de anclaje, establece procedimientos representados a todos los registros y controles del proceso de producción de la unión soldada, por ello es conocido también como un asistente técnico de un área de control de calidad que comprueba las propiedades de ejecución.

- **Zaranda.-** Según Honert (2011), la zaranda está conformado por un par de placas laterales que están montadas sobre un resorte. Estas placas son compuestas por vigas transversales y su estructura es de mallas o paneles. Su función es de clasificar distintos tipos de partículas, para ello tiene aberturas tipo geométricas que permite clasificar cada partícula al final de su superficie, todo este funciona mediante un motor eléctrico.
- **Malla.-** Lo compone la zaranda vibratoria, la malla sirve para separar cada material o tamizarlo.

## **2.9. Procedimiento de Inspección**

Para (Rumaldo, 2015), el supervisor o encargado de producción es la persona encargada de elaborar un plan o procedimiento de gestión y control de la producción. Esto desde el inicio, proceso, calidad y culminación de fabricación. Los resultados de cada proceso de inspección serán sometidas al cumplimiento de todos los procedimientos que cumplan con la calidad del producto.

Asimismo la gestión de los procesos de producción, permite controlar, supervisar, procesar, justificar y trazar cada producción, todo esto de acuerdo al nivel de producción realizado en las zarandas.

## **2.10. Dossier de Calidad**

Folio que contiene todos los documentos que certifican que un determinado proceso, producto o servicio se ha realizado conforme a los estándares de calidad fijados

## **2.11. Principios de Gestión de la calidad (Basado en la Norma ISO 9000)**

### **2.11.1. Organización orientada al cliente**

Las empresas están en constante representación de sus clientes, por ello buscan la mejora continua y se enfocan en las necesidades que tienen sus clientes, porque dependen mucho para el crecimiento empresarial.

### **2.11.2. Liderazgo**

Un líder en una organización, cumple el objetivo e orienta y direcciona a la empresa, en un ambiente agradable, equipo y otros, vinculados con todos los colaboradores de la organización.

### **2.11.3. Participación del personal**

El personal de una organización es la parte fundamental de todo proceso o ejecución, que facilita cumplir los objetivos de cada propósito de la empresa.

### **2.11.4. Enfoque basado en procesos**

Los procesos se logran mediante la efectividad de todas las actividades y los recursos que intervienen para cada proceso.

### **2.11.5. Enfoque de sistema para la gestión**

Consiste en identificar, establecer y gestionar los procesos que se interrelacionan en un proyecto, para ello la eficiencia y eficacia ayuda a cumplir los objetivos.



#### **2.11.6. Mejora continua**

La mejora continúa es el compromiso de toda organización, con el objetivo de mantener la excelencia de sus productos o servicios.

#### **2.11.7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones**

Las decisiones eficaces se crean en base a los análisis y/o diagnóstico de datos.

#### **2.11.8. Relación mutuamente beneficiosa con el proveedor**

Los proveedores y la empresa comparten los mismos lucros, su crecimiento aumenta en ambas empresa, por ello permite crear un valor adicional.

### **2.12. Definiciones Clásicas de Calidad**

“La calidad es cumplir con todos los lineamientos, estándares, normas, políticas y otros para tener cero defectos”. (Lozano, 1998, p.02)

**(Philip Crosby).**

“La calidad es aquel área que se encarga de verificar el producto para satisfacer las necesidades del cliente, y por siguiente mejorar” (Lozano, 1998, p.03)

“Calidad es ausencia de defectos y adecuarse al uso “

**(Joseph Juran)**

“La calidad es el resultado de la uniformidad de cada producción, bajo el costo y recursos necesarios”

**(Edward Deming)**

“Calidad es precisar, el diseño, componentes, tiempos y otros para un producto o servicio al mejor costo y que satisfaga una necesidad”

### **2.13. Definiciones actuales de Calidad**

**TRANSCENDENTE:** Algo que se conoce cuando se ve. Independiente de cualquier atributo tangible.

**DE PRODUCTO:** Cantidad de cierto atributo poseído por el producto. Tiene “más de algo” (un elemento o componente específico o atributo extra)

**DE USUARIO:** Satisfacción de las necesidades del usuario.

**DE PRODUCCIÓN:** Conformidad con las especificaciones.

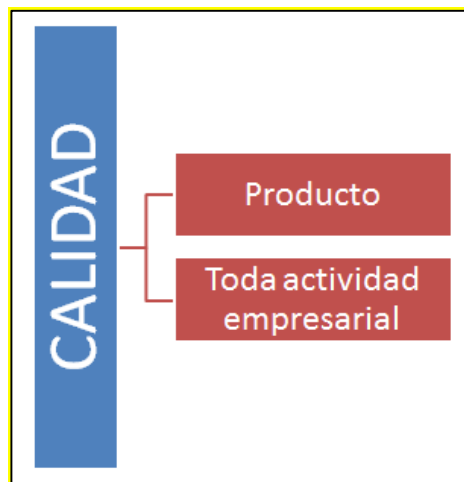
**DE VALOR:** Mayor valor para el dinero.

### **2.14. Concepto de Calidad**

El concepto de calidad, tradicionalmente se relaciona con la calidad del producto y con la capacidad de satisfacer a un cliente.

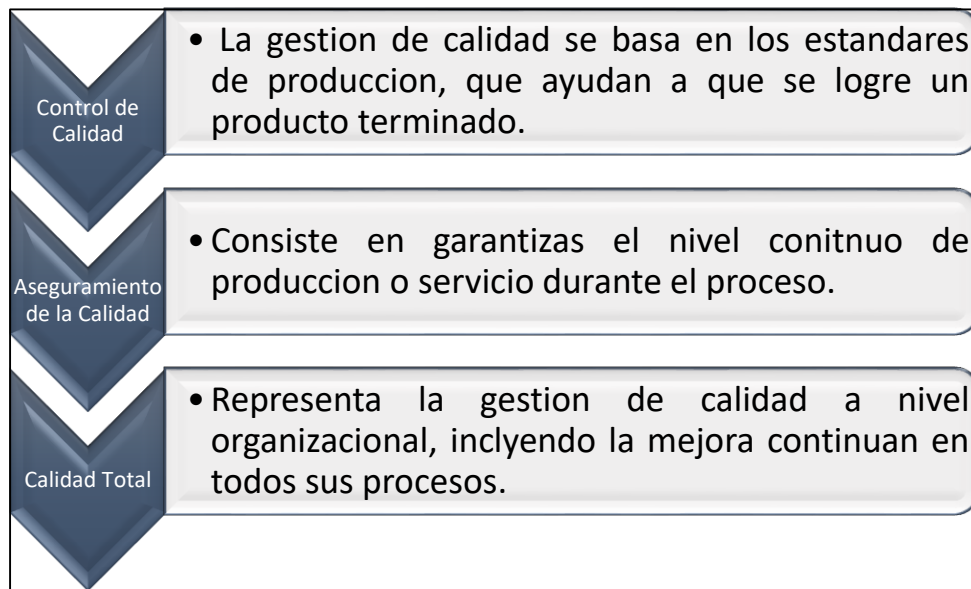
Ahora se identifica como aplicable a toda actividad empresarial y a todo tipo de organización.

Figura N° 17 Relación de Calidad



Fuente: Lozano (1998)

Figura N° 18 Norma ISO 9000



Fuente: Elaboración Propia

## **2.15. Gestión de la calidad**

Es el conjunto de procedimientos que elabora la dirección de una empresa, como política para la producción o servicios, basados en sus objetivos y responsabilidades, como:

- Planificar la calidad
- Controlar la calidad
- Asegurar la calidad
- Mejorar la calidad

### **2.15.1. Qué se entiende por Gestión de Calidad**

Comprende un conjunto de procedimientos orientados a conseguir la calidad de un producto o servicio, mediante la supervisión, diagnóstico y pruebas de cada proceso y coordinación de actividades.

Donde la dirección de una empresa, participa activamente en la gestión de calidad, por ser garantía de su crecimiento y rentabilidad.

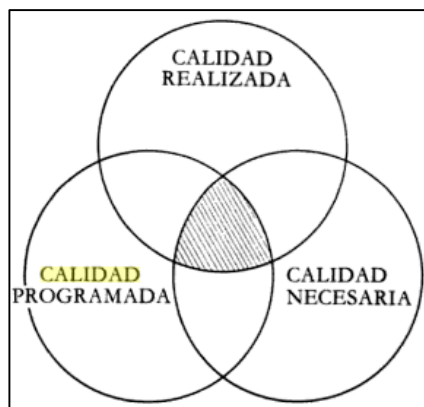
### **2.15.2. Fundamentos de la Gestión de Calidad**

- Ser competitivos y mejorar continuamente.
- Ayuda a lograr la satisfacción del cliente.

- Los elementos más importantes son los recursos humanos.
- Es requerido el trabajo en equipo.
- La comunicación, información y participación activa en todos los niveles es imprescindible.
- Fijar objetivos de mejora continua y la realización de seguimiento periódico.
- Debe ser parte de unos de los objetivos estratégicos de la empresa.

Representación gráfica que aparece en el documento “Programas de Calidad Total. Fundamentos y Guía para la implantación”.

Figura Nº 19 Fundamentos de Calidad



Fuente: Duran (1992)

### **2.15.3. 2.8.2.1 Calidad Realizada**

La que es capaz de obtener una persona al realizar un trabajo. (Ejm. Trabajo artesanal).

### **2.15.4. 2.8.2.2 Calidad Programada.**

La que se ha pretendido obtener. (Ejm. Especificaciones técnicas)

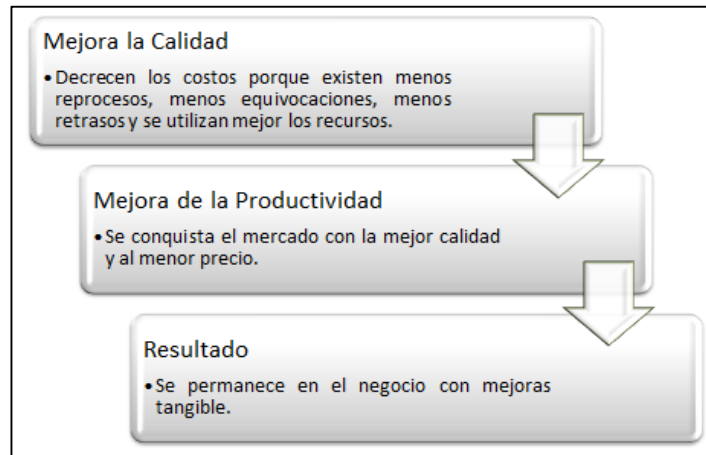
### **2.15.5. 2.8.2.3 Calidad Necesaria.**

La que el cliente exige con mayor o menor grado de concreción.

En conclusión la Gestión de la calidad pretende conseguir que estos tres círculos sean concéntricos y que coincidan entre sí. Todo lo que está afuera de dicha coincidencia se considerara como derroche, gasto superfluo o insatisfacción.

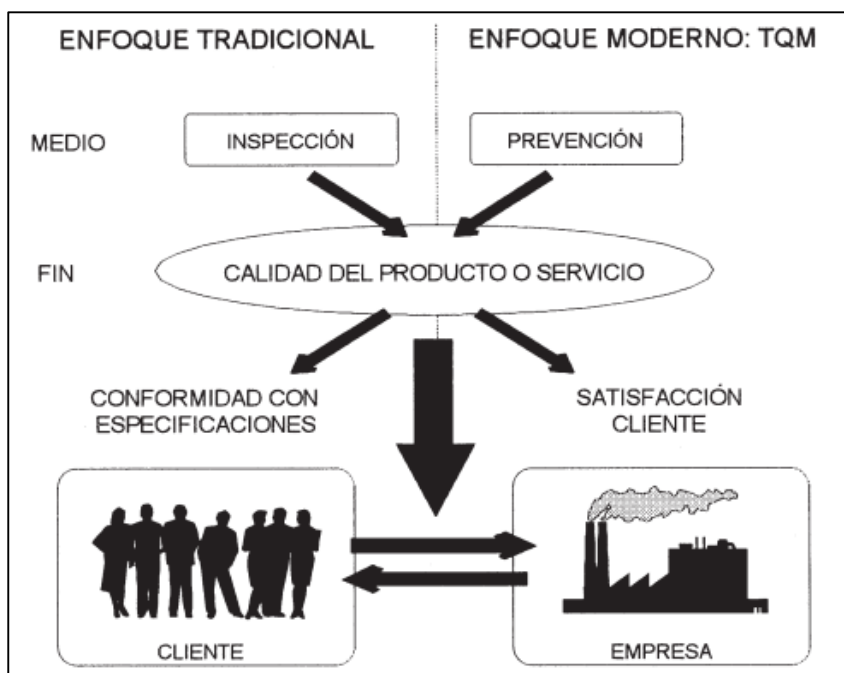
## 2.16. Relación Calidad – Productividad

Figura N° 20 Relación de Calidad con Productividad



Fuente: Duran (1992)

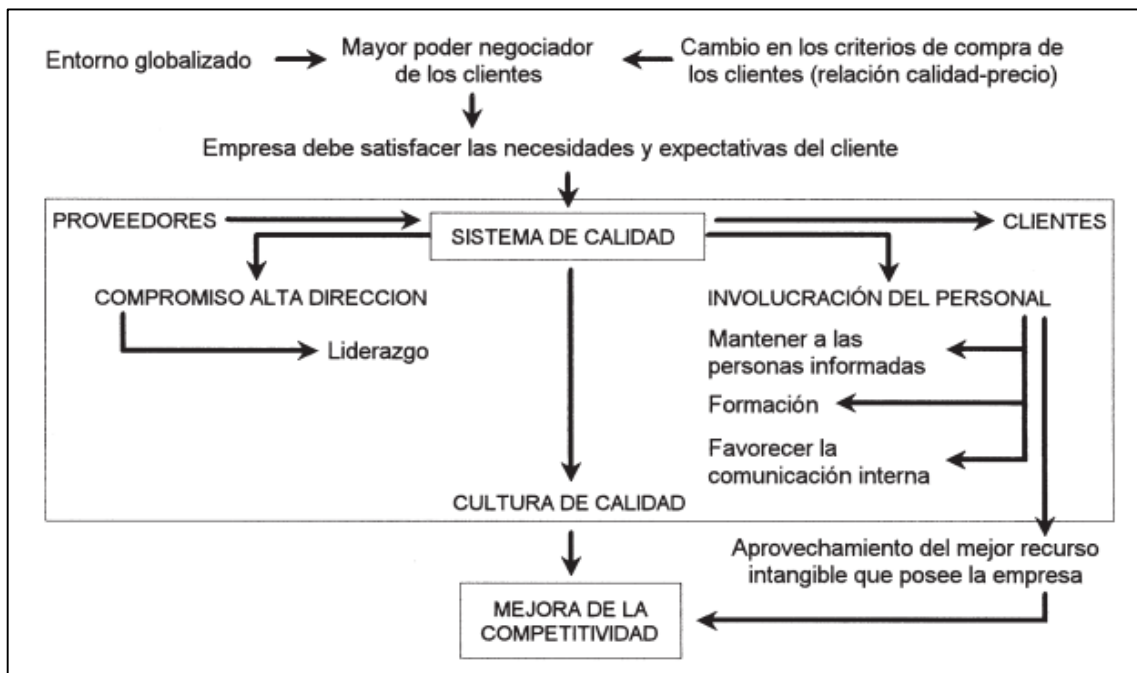
Figura N° 21 Enfoques de Calidad



Fuente: Duran (1992)

## 2.17. Sistema de Calidad

Figura N° 22 Enfoques de Calidad



Fuente: Cueto (2015)

## 2.18. Dirección de la Calidad

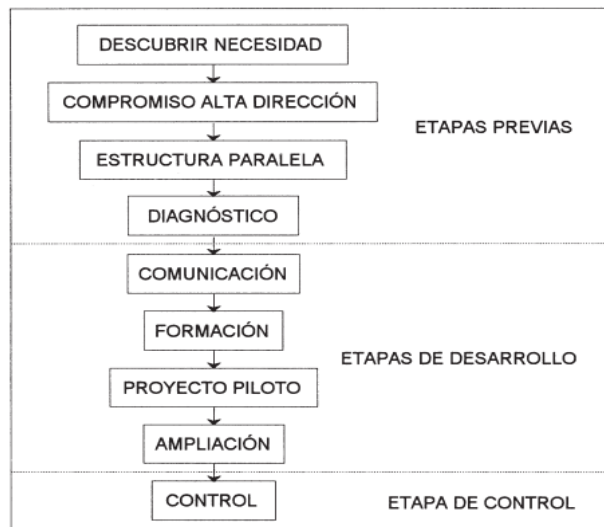
### 2.18.1. Implementación de un sistema de calidad

Implementar un sistema de calidad en una empresa, implica tener un compromiso responsable para lograr los objetivos y desarrollar estrategias de mejora continua, con la finalidad de cumplir los estándares de calidad y satisfacer las necesidades de los clientes.

Al mejorar la calidad, la organización será más competente hacia sus competidores y aumentará su producción por la mayor cantidad de pedidos y/o servicios de sus productos, por ello el área de control de calidad estará encargado de supervisar todo el proceso de calidad.

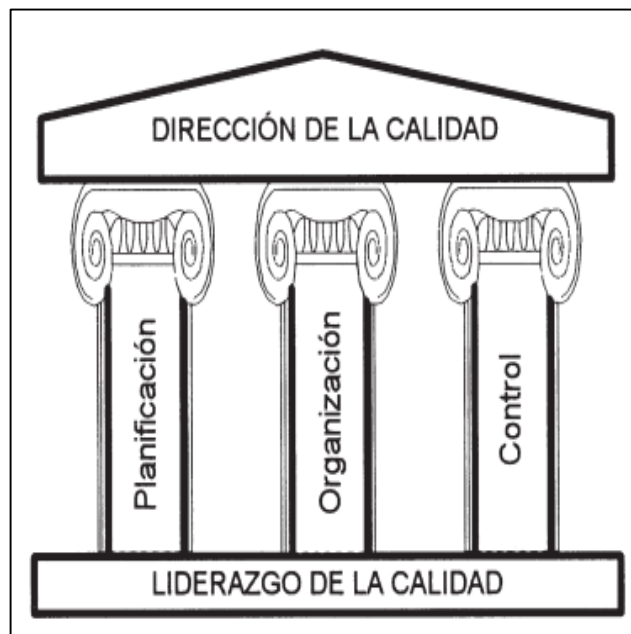
Las etapas del programa serán.

Figura N° 23 Etapas del programa de Calidad



Fuente: Cueto (2015)

Figura N° 24 Etapas del programa de Calidad



Fuente: Cueto (2015)

## **2.19. Modelo CAPM - (Análisis Financiero)**

De acuerdo (Economepedia, 2017), CAMP, es un modelo de valoración de activos financieros para las organizaciones, creado por William Sharpe, este modelo permite determinar la rentabilidad esperada por una organización en función a sus riesgos sistemáticos.

Este modelo fue desarrollado en base a distintas fórmulas de Harry Markowitz, para diversificar su teoría modera del Portfolio. Asimismo formaron parte Jack Traynor, John Litner y Jan Mossin.

Este modelo teórico, está basado en el equilibrio del mercado, donde la oferta de activos financieros es igual a la demanda (O=D). Si la situación del mercado es perfecta, la interacción de la oferta y demanda será el que determine los precios de los activos. Asimismo existe una relación directa con la rentabilidad del activo y de un riesgo que se asume.

Cabe recordar que el modelo CAPM, toma en consideración únicamente el riesgo sistemático dentro de un proceso. Dentro de este riesgo están los activos financieros de una empresa, que tiene un impacto en el riesgo no sistemático o intrínseco.

Aplicación de la fórmula del CAPM:

El modelo CAPM, tiene una fórmula de razonamiento para la estimación de la rentabilidad de un activo, que es de este modo:

$$E (r_i) = r_f + \beta [E (r_m) - r_f]$$

Donde:

- **E (r<sub>i</sub>):** Representa la tasa de rentabilidad que se espera en un activo concreto de acción.
- **r<sub>f</sub>:** Representa la rentabilidad del activo sin riesgo.



- **Beta de un activo financiero:** Representa la medida de la sensibilidad de un activo de Benchmark
- **$E(r_m)$ :** Es la tasa de rentabilidad esperada en un mercado que se cotiza, por ejemplo: IBEX - 35

Descomponiendo la fórmula, podemos diferenciar dos factores:

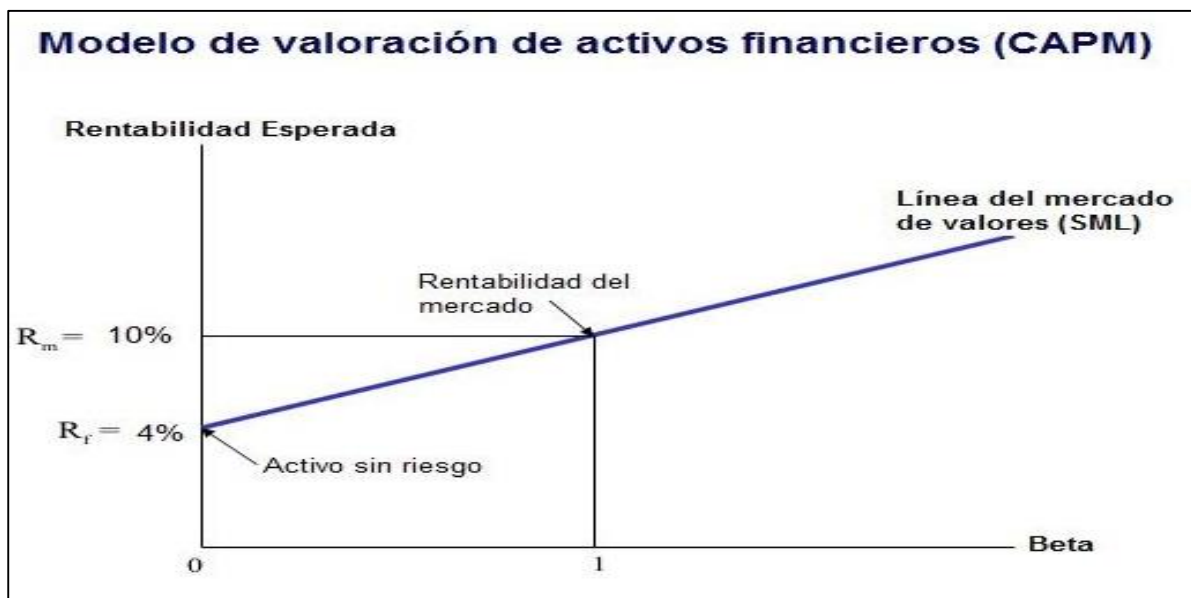
- $r_m - r_f$ : Riesgo asociado al mercado en que cotiza el activo.
- $r_i - r_f$ : Riesgo asociado al activo en concreto.

Según la fórmula, la rentabilidad esperada del activo, viene según el valor Beta, como medición de un riesgo sistemático.

### 2.19.1. Representación gráfica del CAPM

Para representar la gráfica del CAPM, se debe valorar la línea del mercado de valores que es el SML.

Figura Nº 25 Etapas del programa de Calidad



Fuente: (SBS, 2018)

## 2.19.2. Presunciones del Modelo CAPM

El modelo CAPM, presume distintos supuesto sobre el comportamiento del mercado y de todos sus inversores.

- **Modelo estático, no dinámico.** Es cuando los inversores, consideran solo un periodo (año).
- **Los inversores son aversos al riesgo, no propensos.** Los inversores que inviertan en mayores riesgos, tendrán mayores rentabilidades.
- **Los inversores sólo atienden al riesgo sistemático.** Se da cuando el mercado no genera rentabilidad menor o mayor, para un activo de riesgo no sistemático
- **La rentabilidad de los activos se corresponde con una distribución normal.** La esperanza matemática, se asocia a la rentabilidad. La desviación estándar, se asocia al nivel de riesgo.
- **El mercado es perfectamente competitivo.** Cada inversor posee una función de utilidad y una dotación de riqueza inicial.
- **Todos los inversores poseen la misma información** de forma instantánea y gratuita.

Tabla N° 3 Tasa Libre de Riesgo

Tasa libre de Riesgo	<a href="https://www.bloomberg.com/markets/rates-bonds/government-bonds/us">https://www.bloomberg.com/markets/rates-bonds/government-bonds/us</a>	2.88
Beta proyecto (desapalancado)	<a href="http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/betas.xls">http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/betas.xls</a>	1.13
Prima de Riesgo	<a href="http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html">http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html</a>	3.50
Rendimiento esperado del proyecto (desapalancado)	$K_p = R_f + B_p \times [R_m - R_f]$	6.84
Beta proyecto (apalancado)	B proyecto	1.21
Deuda de la empresa	$D = D/(D+E)$	0.09
Patrimonio	$E = E/(D+E)$	0.91
Tasa de impuesto	<a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a>	0.30
Riesgo Pais (Peru)	<a href="http://www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/Cuadros-Estadisticos/cuadro-055.xlsx">www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/Cuadros-Estadisticos/cuadro-055.xlsx</a>	1.46

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 26 Tasa de Rendimiento

Treasury Yields						
NAME	COUPON	PRICE	YIELD	1 MONTH	1 YEAR	TIME (EST)
GB3.GOV 3 Month	0.00	2.29	2.33%	+4	+109	9:03 PM
GB6.GOV 6 Month	0.00	2.43	2.49%	+3	+109	9:03 PM
GB12.GOV 12 Month	0.00	2.57	2.65%	0	+106	9:03 PM
GT2.GOV 2 Year	2.88	100.14	2.80%	-11	+106	9:04 PM
GT5.GOV 5 Year	2.88	99.98	2.88%	-17	+82	9:04 PM
GT10.GOV 10 Year	3.13	100.50	3.07%	-13	+72	9:04 PM
GT30.GOV 30 Year	3.38	101.02	3.32%	-6	+54	9:03 PM

Fuente: (BCRP, 2018)

Figura N° 27 Rendimiento total

1	Date updated:	5-Ene-18						
2	Created by:	Aswath Damodaran, adamodar@stern.nyu.edu						
3	What is this data?	Beta, Unlevered beta and other risk measures	US companies					
4	Home Page:	<a href="http://www.damodaran.com">http://www.damodaran.com</a>						
5	Data website:	<a href="http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/data.html">http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/data.html</a>						
6	Companies in each industry:	<a href="http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/indname.xls">http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/indname.xls</a>						
7	Variable definitions:	<a href="http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/variable.htm">http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/variable.htm</a>						
8	Do you want to use marginal or effective tax rates in unlevering betas?			Marginal				
9	If marginal tax rate, enter the marginal tax rate to use			24.00%				
10	Industry Name	Number of firm	Beta	D/E Ratio	Effective Tax rate	Unlevered bet	Cash/Firm valu	Unlevered beta corrected for cash
40	Engineering/Construction	40	1.27	29.77%	13.37%	1.04	8.14%	1.13

Fuente: (BCRP, 2018)

Figura N° 28 Prima de riesgo

Risk Premium		Standard Error	
Stocks - T.Bills	Stocks - T.Bonds	Stocks - T.Bills	Stocks - T.Bonds
8.09%	6.38%	2.10%	2.24%
6.58%	4.24%	2.39%	2.70%
9.85%	5.98%	6.12%	8.70%

Fuente: (BCRP, 2018)

Figura N° 29 Indicadores de riesgo

CUADRO 55 INDICADORES DE RIESGO PARA PAÍSES EMERGENTES: Índice de Bonos de Mercados Emergentes (EMBIG) / Emerging Market Bond Index (EMBIG) Stripped Spread								
Fecha	Diferencial de rendimientos del índice de bonos de mercados emergentes (EMBIG) / Emerging Market Bond Index (EMBIG) Stripped Spread							
	Perú	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	Ecuador	México	Venezuela
<b>2018</b>	<b>145</b>	<b>524</b>	<b>264</b>	<b>130</b>	<b>180</b>	<b>623</b>	<b>264</b>	
Ene.	122	365	217	110	159	451	234	
Feb.	132	401	227	117	173	475	233	
Mar.	145	410	232	122	178	546	244	
Abr.	145	409	234	125	173	594	245	
May.	158	470	260	136	190	687	269	
Jun.	163	529	319	142	200	713	293	
Jul.	150	571	288	137	180	651	268	

Fuente: (BCRP, 2018)

Figura Nº 30 Tasa anual

Tasa Anual (%)	Depósitos a Plazo para Personas Naturales					Depósitos a Plazo para Personas Jurídicas				
	Hasta 30 días	31-90 días	91-180 días	181-360 días	Más de 360 días	Hasta 30 días	31-90 días	91-180 días	181-360 días	Más de 360 días
Continental	0.76	0.71	0.78	1.10	1.34	2.17	1.99	1.29	2.30	1.46
Comercio	0.25	0.25	0.33	1.86	1.27	-	0.18	0.40	0.50	0.50
Crédito	2.05	2.07	1.74	1.63	2.35	1.79	2.09	2.24	2.43	2.37
Pichincha	0.35	0.48	1.80	2.03	2.36	2.37	2.89	3.09	2.84	3.05
BIF	0.42	1.72	1.42	2.16	2.75	1.94	2.52	2.50	2.54	1.08
Scotiabank	0.42	0.77	0.58	0.94	0.96	1.37	2.57	1.57	0.86	0.63
Citibank	-	-	-	-	-	2.16	1.44	-	-	-
Interbank	-	0.19	0.34	0.33	0.62	2.26	2.53	2.32	2.80	2.70
Mibanco	0.38	0.21	1.76	0.78	1.65	2.59	2.82	1.13	2.00	3.01
GNB	-	-	-	2.51	2.57	1.91	2.25	2.70	2.54	-
Falabella	0.13	0.42	0.38	0.41	0.49	-	-	-	-	-
Santander	-	-	-	-	-	2.18	2.51	2.59	2.75	4.80
Ripley	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	-	-	-	-	-
Azteca	0.06	0.08	0.10	0.14	-	-	-	-	-	-
Cencosud	0.10	-	0.20	0.20	0.25	-	-	-	-	-
ICBC	-	-	-	-	-	2.12	1.94	-	-	-
<b>Promedio</b>	<b>1.86</b>	<b>1.89</b>	<b>1.08</b>	<b>1.36</b>	<b>1.72</b>	<b>1.91</b>	<b>2.40</b>	<b>2.32</b>	<b>2.51</b>	<b>2.25</b>

Fuente: (SBS, 2018)

**CAPITULO III:**  
**METODOLOGÍA**

**3.1. Elección de la Técnica**

**3.1.1 Técnica de recolección de datos y análisis de datos**

La investigación se realizó recolectando información en las instalaciones de la planta ubicada en Calle Víctor Andrés Belaúnde Nro. 852. Distrito Carmen de la Legua Reynoso. Provincia Constitucional del Callao.

Tabla N° 4 Recolección de información

Recolección de la información				
Fases de estudio	Periodo	Técnicas	Procedimientos	Instrumentos
Diagnostico de situación actual	2 meses	Observación Toma de datos	Visita a las instalaciones Entrevistas	Apuntes Camara (celular)
Recopilar información	2 meses	Análisis crítico	Seleccionar información interna del área Buscar información de la empresa	Uso de PC y Laptop

Fuente: Elaboración propia

Luego de la recolección de la información se procede a realizar el procesamiento de esta para verificar la importancia de este estudio.

Tabla N° 5 Procesamiento de información

Procesamiento de la Información				
Fases de estudio	Periodo	Técnicas	Procedimientos	Instrumentos
Análisis de la información	2 meses	Analisis Crítico	Revisión de información Antecedentes de la empresa Datos de Producción de la empresa	Uso de PC y Laptop
Propuesta de mejora	2 meses	Analisis Comparativo	Selección de datos relevantes Elaboración de tablas comparativas	Uso de PC y Laptop
Recomendaciones y conclusiones	1 mes	Uso de criterio Prospectivo	Integrar los resultados	Uso de PC y Laptop

Fuente: Elaboración propia

### **3.2. Técnica entrevista estructurada**

Para la aplicación de la técnica, se elaboró un cuestionario de preguntas, para entrevistar al personal, supervisores, jefes de área y directivos de la empresa, que participan en el proceso de producción.

#### **3.2.1 Cuestionario de preguntas base para la entrevista**

1. ¿Por qué existían sobre costos en los procesos de fabricación de spools?
2. ¿Por qué se tenía reprocesos en la producción de spool?
3. ¿Por qué se tenían que realizar nuevamente los ensayos no destructivos?
4. ¿Existió ganancia en el proyecto?
5. ¿Cómo se programaban la fabricación de spool?
6. ¿Cómo se planificaba la entrega de spool?
7. ¿Cómo influía la perdida de los ensayos no destructivos de los spool?
8. ¿Cómo estaba programada la producción de spool?

### **3.3. Unidades de análisis**

#### **3.3.1. Unidades de estudio**

Las unidades de estudio son el conjunto de actividades y operaciones relacionadas al proceso de fabricación de spools en la empresa FIMA Industrial.

#### **3.3.2. Población**

Son las diferentes áreas de la empresa (mecánica, calderería, pintura, spool, administración, finanzas, calidad etc.) involucradas en las operaciones de producción.

Según (Corbetta, 2010):

Indica la población como un conjunto de unidades (N), que también se hacen llamar unidades estáticas o de análisis, que son el objeto de un determinado estudio, asimismo N, es el tamaño de esta población. (p.274)

### **3.3.3.Muestra**

Se toma como muestra para esta investigación al proyecto de fabricación de spools para la refinería de Talara.

Según (Corbetta, 2010), la muestra es en número o conjunto de unidades que intervienen en un muestreo, donde los casos seleccionados entre la N compone una población, de modo que son representativos para una investigación, asimismo N indica el tamaño de la muestra. La población es el objeto que quiere conocerse y la muestra permite conocer mediante un instrumento (p.275)

## **3.4. Procedimientos**

Las actividades del presente estudio se realizaron mediante:

### **3.4.1. Visita a las instalaciones**

Se cuenta con el planificador de proyectos que labora en la empresa y se dio las facilidades para esta labor, donde se puede observar el proceso de fabricación de spools en planta de fabricación y el flujo de trabajo en cada etapa del proceso con la finalidad de entender en campo como se desarrollan las actividades, las áreas de oportunidades, sus limitantes y en función a ello plantear una propuesta de mejora realista que se adapte a la estructura organizacional existente.

Los encargados de realizar esta actividad son:

- Planificador de Proyectos de la empresa FIMA INDUSTRIAL.
- Consultor ERP ORACLE.

### **3.4.2. Entrevistas**

Se requiere preparación previa a la realización de la entrevista, por lo tanto, el investigador requiere documentarse sobre el tema a tratar. Solo profundizando en el tema se comprenderá su importancia y se logrará entender lo que el entrevistado comunique.

El primer beneficio que se obtiene de esta documentación previa es ganarse la confianza del entrevistado y éste al darse cuenta de que el investigador conoce el tema no se limitará a dar declaraciones breves, sino que desglosará el tema y brindará explicaciones más amplias.

El investigador debe preparar la entrevista anotando en su agenda los temas y las preguntas base que conviene abordar en esta conversación.

Se preparó un cuestionario con las principales preguntas de los objetivos específicos que se pretenden absolver para desarrollar la entrevista. La entrevista se desarrollará de manera informal y con preguntas abiertas para que el entrevistado pueda explayarse en sus respuestas obteniendo con ello información más detallada y con un nivel de profundidad mayor.

Relación de las personas a entrevistar en la empresa FIMA INDUSTRIAL:

- Coordinador de Proyectos FIMA INDUSTRIAL.
- Gerente de Producción FIMA INDUSTRIAL.
- Jefe de Calidad FIMA INDUSTRIAL.

### **3.4.3. Búsqueda de información externa a la empresa**

Para complementar la información que es de carácter restringido en la empresa se buscó información en medios electrónicos como páginas web, información de estudios realizados anteriormente, información histórica en memoria anual y estados financieros de la bolsa de valores de Lima y, antecedentes de la empresa y del sector, etc.

### **3.4.4. Selección de información**

De toda la información recabada tanto de fuentes internas y externas se pasa por un proceso de filtrado de información, descartando las que no son relevantes y seleccionando las que si aportan valor para el análisis del presente proyecto de investigación.



#### **3.4.5. Elaboración de tablas comparativas**

Los resultados obtenidos con la propuesta de mejora planteada que se es materia de este proyecto de investigación se comparan con los resultados que tiene actualmente la empresa para considerar en el análisis la viabilidad técnica y económica de los mismos.

#### **3.4.6. Integración de resultados**

Luego del análisis y evaluación de resultados del presente proyecto de investigación, se presentan las conclusiones a las que se llegaron, brindando información de los beneficios presentes y de futuros de implementar la propuesta planteada, además de las recomendaciones necesarias para que la mejora a realizar se efectuó de forma eficaz y que esta sea perdurable en el tiempo.

### **3.5. Levantamiento de información de la problemática**

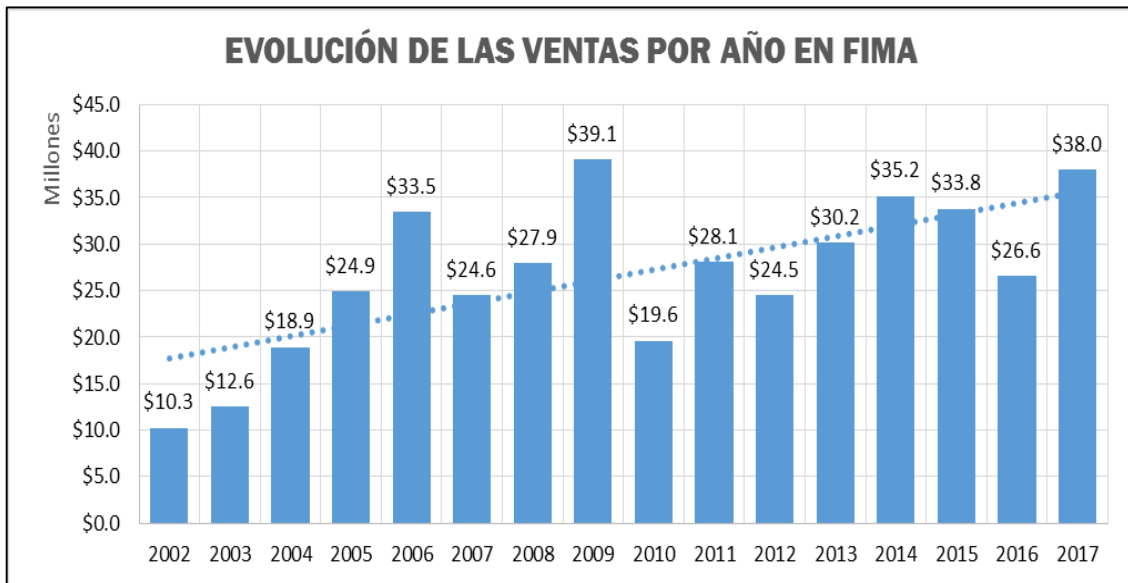
#### **3.5.1. Evolución Ventas en FIMA Industrial**

La evolución de las ventas presenta una tendencia positiva desde el año 2002 en adelante, todo ello por el crecimiento económico continuo durante los últimos 20 años y la creciente inversión en minería, petróleo, gas, agroindustria, pesca, construcción etc.

El crecimiento económico favorece las ventas, sin embargo la competencia es también cada vez más intensa y los márgenes a negociar tienden a ser menores, lo que hace necesario la búsqueda constante de mejora en los procesos y ser más eficientes en el uso de los recursos.

La figura 26. Muestra la evolución de las ventas de la empresa FIMA INDUSTRIAL de los últimos 16 años. Con ello, se comprenderá la evolución y crecimiento de la empresa en el tiempo.

Figura N° 31 Evolución de las ventas en FIMA Industrial.

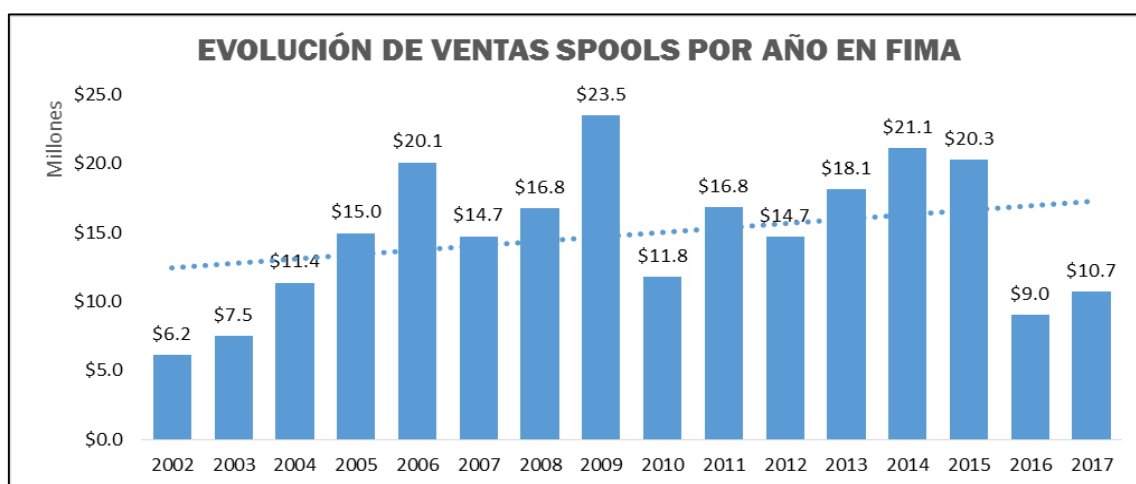


Fuente: FIMA

Las ventas por concepto de Spools representan una porción significativa de las ventas totales de la empresa, en promedio estas representan un 60% del negocio, por lo tanto, es importante conocer la evolución de estas para evaluar el alcance de la mejora a ser planteada. En la figura 27. Se muestra la evolución de las ventas por concepto de fabricación de Spools de los últimos 16 años.

Los proyectos de fabricación de Spools también presentan una ligera tendencia positiva, a pesar de la caída en las ventas de este tipo de producto en los dos últimos años, lo cual es coyuntural dado el enfriamiento de la economía local por factores de inestabilidad política que afronta nuestro país, que no favorecieron a la inversión privada en grandes proyectos, sin embargo la confianza se está retomando y las inversiones ya están empezando a evidenciarse como es el caso de la decisión de construcción del proyecto minero cuprífero de Quellaveco de la internacional Anglo American – Mitsubishi para este año.

Figura N° 32 Evolución de ventas de Spools en FIMA INDUSTRIAL.



Fuente: FIMA

### 3.5.2. Principales Clientes

Los principales clientes de la empresa los últimos dos años son empresas del rubro minero, hidrocarburo, energía, construcción, pesquería, petróleo etc.

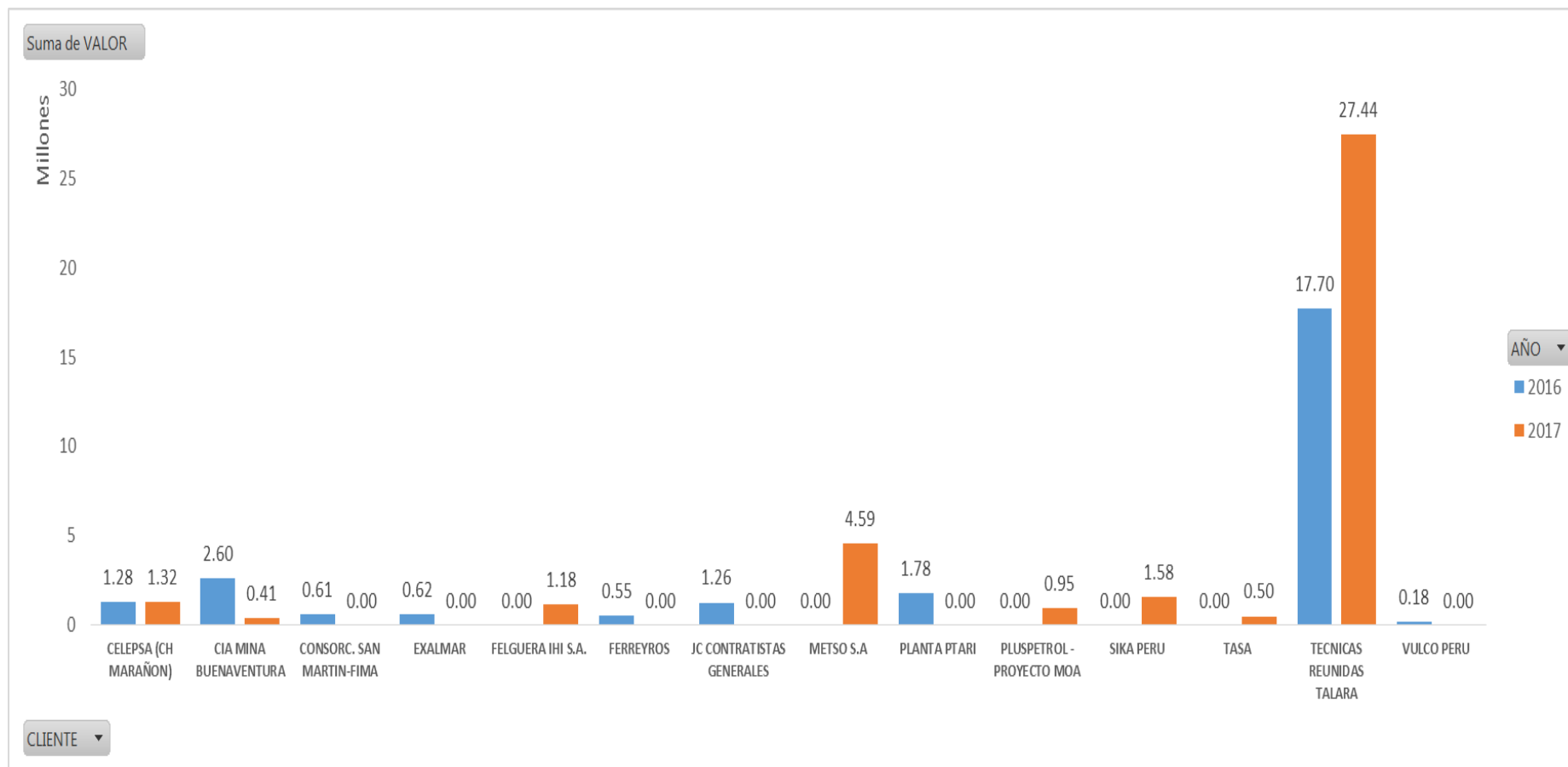
Durante estos últimos dos años el cliente principal por volumen de venta es la empresa Técnicas Reunidas la cual se adjudicó la modernización de la Refinería de Talara y para quien FIMA INDUSTRIAL se encarga de la fabricación e instalación de Spools y tanques de almacenamiento.

Tabla N° 6 Principales Clientes FIMA INDUSTRIAL detallado.

PRINCIPALES CLIENTES FIMA Y VALORES DE PROYECTOS				
AÑO	SO	CLIENTE	DESCRIPCION	VALOR
2016	31165	VULCO PERU	FABRICACION BASES DE BOMBA 450	\$175,074.00
2016	31047	TECNICAS REUNIDAS TANQUES	TANQUES EN CAMPO	\$8,998,647.99
2016	31170	TECNICAS REUNIDAS TALARA	MODIFICACION DE TANQUES EXISTENTES	\$2,269,843.00
2016	31130	TECNICAS REUNIDAS TALARA SPOOLS	SPOOLS	\$6,435,050.81
2016	31210	CELEPSA (CH MARAÑON)	FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPAMIENTO MECÁNICO	\$1,284,661.00
2016	31197	CONSORC. SAN MARTIN-FIMA	DESMONTAJE DE ESPESADORES Y MOLINOS VERTICALES ORCOPAMPA	\$613,539.00
2016	31215	BUENAVENTURA (TAMBOMAYO)	SPOOLS	\$1,818,717.39
2016	31223	JC CONTRATISTAS GENERALES	FABRICACIÓN Y MONTAJE DE EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO	\$1,259,991.21
2016	31235	EXALMAR	SECADOR TUBOS FIMA MODELO FRT 8000	\$619,400.00
2016	31288	PLANTA PTARI	CONSORCIO SMF	\$1,776,083.00
2016	31357	FERREYROS	FABRICACION DE FAJAS TOLVAS Y CHUTES	\$553,840.00
2016	31379	CIA MINA BUENAVENTURA	SPOOLS - PLANTA FILTRADO RELAVES	\$778,168.00
2017	31047	TECNICAS REUNIDAS TANQUES	TANQUES EN CAMPO	\$16,711,774.83
2017	31130	TECNICAS REUNIDAS TALARA SPOOLS	SPOOLS	\$10,725,084.68
2017	31210	CELEPSA (CH MARAÑON)	FAB. E INSTALACIÓN DE EQUIPAMIENTO MECÁNICO	\$1,323,023.00
2017	31414	FELGUERA IHI S.A.	PRE-FABRICACION DE 05 TANQUES	\$1,177,266.00
2017	31448	PLUSPETROL - PROYECTO MOA	07 TANQUES DE PRESION CON ESTAMPA ASME	\$947,837.00
2017	31571	SIKA PERU	FAB. VARIAS - PLANTA DE ADITIVOS	\$1,577,820.43
2017	31576	COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA	FAB. 2 TANQUES 14m Ø x 14m H	\$411,436.80
2017	31596	TASA	FAB. DE 02 COCINADORES CF-50M (PISCO NORTE Y SUR)	\$497,066.00
2017	31627	METSO PERU S.A.	BCO CELDAS RCS/MECAN/SILLET	\$488,787.00
2017	91006	METSO YORK	5 BANCOS 4 CELDAS DR 500 SIN TANQUES, NI CAJAS, NI ESTRUCTURA	\$703,333.00
2017	31692	METSO PERÚ (MINSUR)	09 TANQUES AGITADORES, 02 HAB. Y 07 TERMINADOS	\$788,990.00
2017	31697	METSO PERU (CHINALCO)	CELDAS RCS-30/100 Y 300	\$2,612,339.21
				<b>\$64,547,773.35</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 33 Principales Clientes en FIMA INDUSTRIAL.



Fuente: FIMA

### 3.5.3. Presupuesto de Proyecto fabricación de spools para la Refinería de Talara.

Tabla N° 7 Presupuesto de fabricación de Spools para Refinería de Talara

Usuario:		<b>Petroperu</b>																			
Descripción:		<b>Fabricación de Spools</b>																			
Sector:		<b>Energía, Petróleo y Gas</b>																			
Elaborado por:		<b>Carlos Rosadio</b>																			
GAN:		<b>Julio Egusquiza</b>																			
		Factores p/p			0.90			0.90			0.90										
		Factores p/f			0.87			0.87			0.87			0.87							
		Costos de Fabricación y Montaje										Presupuesto		VALOR PROYECTO							
Ítem	Cant	Descripción	PD	Materiales \$	Horas Hombre	MO Fab \$	Servicios \$	Firma Montaje \$	Horas Hombre	MO Ing \$	Costo Unit. \$	Costo Total \$	Margen Fima	Regalías Metso	Seguro Fima Montaje	Gastos Financ.	Factor Total	Precio Vta Unit.	Precio Total	\$ / PD	Ítem
<b>PRE-FABRICACION DE SPOOLS</b>																					
<b>I. ACERO AL CARBONO</b>																					
1	1	Corte + Biselado + Soldadura (Sin PwHT)	149,505	274,661	79,563	2,575,163					2,849,824	<b>2,849,824</b>	28.60%	0.0%	0.0%	0.5%	0.71	4,016,666	<b>4,016,666</b>	26.87	1
2	1	Corte + Biselado + Soldadura (Con PwHT)	79,945	115,041	43,097	1,334,232					1,449,273	<b>1,449,273</b>	28.60%	0.0%	0.0%	0.5%	0.71	2,042,669	<b>2,042,669</b>	25.55	2
3.1	1	Socket welds (Sin PwHT)	6,204	29,885	7,833	298,850					328,735	<b>328,735</b>	21.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.79	418,504	<b>418,504</b>	67.46	3.1
3.2	1	Socket welds (Con PwHT)	7,264	23,425	6,140	234,254					257,679	<b>257,679</b>	20.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.80	323,921	<b>323,921</b>	44.59	3.2
4	1	Roscado	1,049	3,736	579	37,364					41,100	<b>41,100</b>	23.32%	0.0%	0.0%	0.5%	0.76	53,915	<b>53,915</b>	51.39	4
<b>II. ACERO ALEADO</b>																					
5	1	Corte + Biselado + Soldadura	26,298	259,850	25,701	925,084					1,184,934	<b>1,184,934</b>	28.60%	0.0%	0.0%	0.5%	0.71	1,670,097	<b>1,670,097</b>	63.51	5
6	1	Socket welds	6,246	38,266	5,015	191,329					229,594	<b>229,594</b>	21.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.79	292,291	<b>292,291</b>	46.80	6
<b>III. ACERO INOXIDABLE 304/3016</b>																					
7	1	Corte + Biselado + Soldadura	7,394	50,924	4,643	171,692					222,616	<b>222,616</b>	21.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.79	283,406	<b>283,406</b>	38.33	7
8	1	Socket welds	873	5,810	761	29,050					34,860	<b>34,860</b>	23.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.77	45,538	<b>45,538</b>	52.19	8
<b>IV. ACERO DUPLEX</b>																					
9	1	Corte + Biselado + Soldadura	7,394	53,546	4,643	171,692					225,237	<b>225,237</b>	21.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.79	286,744	<b>286,744</b>	38.78	9
10	1	Socket welds	873	8,715	761	29,050					37,765	<b>37,765</b>	23.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.77	49,333	<b>49,333</b>	56.54	10
<b>V. ACERO SS904</b>																					
11	1	Corte + Biselado + Soldadura	7,394	53,546	4,643	171,692					225,237	<b>225,237</b>	23.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.77	294,236	<b>294,236</b>	39.80	11
12	1	Socket welds	873	8,715	761	29,050					37,765	<b>37,765</b>	23.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.77	49,333	<b>49,333</b>	56.54	12
<b>VI. PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA</b>																					
13	1	Procedimientos de soldadura					25,862				25,862	<b>25,862</b>								NA	13
<b>VII. TAPAS</b>																					
14	1	Tapas para bridas		46,423							46,423	<b>46,423</b>								NA	14

Tabla N° 8 Presupuesto de fabricación de Spools para Refinería de Talara.

Usuario: <b>Petroperu</b> Descripción: <b>Fabricación de Spools</b> Sector: <b>Energía, Petróleo y Gas</b> Factores p/p: <b>0.30</b> <b>0.30</b> <b>0.30</b> Elaborado por: <b>Carlos Rosadio</b> GAN: <b>Julio Egusquiza</b> Factores p/f: <b>0.87</b> <b>0.87</b> <b>0.87</b> <b>0.87</b>																						
Ítem	Cant	Descripción	Costos de Fabricación y Montaje							Ingeniería		Costo Unit. \$	Presupuesto Costo Total \$	Margen Fima	Regalías Metro	Seguro Fima Montaje	Gastos Financ.	Factor Total	Precio Vta Unit.	VALOR PROYECTO Precio Total	\$ / PD	Ítem
			PD	Materiales \$	Horas Hombre	MO Fab \$	Servicios \$	Fima Montaje \$	Horas Hombre	MO Ing \$												
<b>COMPRA DE EQUIPOS</b>																						
15	1	Compra de equipos (PMI, Ferrita, Dureza)		88,175		1.45	1.11	1.13			88,175	88,175									NA	15
<b>ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO</b>																						
16	25,000	Ingeniería (Autocad)							2	76.53	77	1,913,159	17.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.83	92.70	2,317,576	NA	16	
17	1	Administración del material					269,863				269,863	269,863	17.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.83	326,309	326,309	NA	17	
18	1	Administración del proyecto					338,319				338,319	338,319	10.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.30	377,739	377,739	NA	18	
19	5,214	Spooleado							0.29	13.52	14	70,492								NA	19	
<b>ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</b>																						
<b>I. ACERO AL CARBONO</b>																						
20	1	Ensayo Radiografico (CS Sin PwHT)					27,122				27,122	27,122	2.27%	0.0%	0.0%	0.5%	0.97	27,880	27,880	NA	20	
21	1	Ensayo Radiografico (CS Con PwHT)					11,680				11,680	11,680	2.03%	0.0%	0.0%	0.5%	0.98	11,977	11,977	NA	21	
22	1	Tratamiento termico (CS Con PwHT)					961,550				961,550	961,550	-0.09%	0.0%	0.0%	0.5%	1.00	965,039	965,039	NA	22	
23	1	Ensayo Radiografico (CS Sin PwHT) - Socket weld					4,610				4,610	4,610	14.27%	0.0%	0.0%	0.5%	0.85	5,406	5,406	NA	23	
24	1	Ensayo Radiografico (CS Con PwHT) - Socket weld					3,622				3,622	3,622	14.04%	0.0%	0.0%	0.5%	0.86	4,236	4,236	NA	24	
25	1	Tintes Penetrantes (CS Sin PwHT) - Socket weld					1,700				1,700	1,700	14.06%	0.0%	0.0%	0.5%	0.85	1,989	1,989	NA	25	
26	1	Tintes Penetrantes (CS Con PwHT) - Socket weld					1,334				1,334	1,334	13.95%	0.0%	0.0%	0.5%	0.86	1,558	1,558	NA	26	
<b>II. ACERO ALEADO</b>																						
27	1	Tratamiento termico					340,454				340,454	340,454	1.87%	0.0%	0.0%	0.5%	0.98	348,552	348,552	NA	27	
28	1	Ensayo Radiografico					51,476				51,476	51,476	-0.41%	0.0%	0.0%	0.5%	1.00	51,496	51,496	NA	28	
29	1	Ensayo Radiografico - Socket weld					2,949				2,949	2,949	-0.27%	0.0%	0.0%	0.5%	1.00	2,955	2,955	NA	29	
30	1	Tintes Penetrantes - Socket weld					1,086				1,086	1,086	-0.18%	0.0%	0.0%	0.5%	1.00	1,089	1,089	NA	30	
<b>III. ACERO INOXIDABLE</b>																						
31	2	Ensayo Radiografico					3,462				3,462	6,924	-1.33%	0.0%	0.0%	0.5%	1.01	3,432	6,864	NA	31	
32	2	Ensayo Radiografico - Socket weld					1,332				1,332	2,663	0.82%	0.0%	0.0%	0.5%	0.99	1,349	2,697	NA	32	
33	2	Tintes Penetrantes - Socket weld					498				498	997	-1.04%	0.0%	0.0%	0.5%	1.01	495	991	NA	33	

Tabla N° 9 Presupuesto de fabricación de Spools para Refinería de Talara.

Usuario: <b>Petroperu</b> Descripción: <b>Fabricación de Spools</b> Sector: <b>Energía, Petróleo y Gas</b> Factores p/prim <b>0.90</b> <b>0.90</b> <b>0.90</b> Elaborado por: <b>Carlos Rosadio</b> GAN: <b>Julio Egusquiza</b> Factores p/fab <b>0.87</b> <b>0.87</b> <b>0.87</b> <b>0.87</b>																						
Costos de Fabricación y Montaje											Ingeniería		Presupuesto		VALOR PROYECTO							
Ítem	Cant	Descripción	PD	Materiales \$	Horas Hombre	MO Fab \$	Servicios \$	Fima Montaje	Horas Hombre	MO Ing \$	Costo Unit.	Costo Total \$	Margen Fima	Regalías Metso	Seguro Fima Montaje	Gastos Financ.	Factor Total	Precio Vta Unit.	Precio Total	\$ / PD	Ítem	
<b>PINTURA</b>																						
<b>PINTURA EN SPOOLS - AREA A1&amp;A2</b>																						
34	1	Pintura (m)	77,063	251,825	19,957	879,510					1,131,335	1,131,335	23.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.7655	1,477,903	1,477,903	19.18	34	
<b>PINTURA EN TUBERIAS RECTAS - AREA A3</b>																						
35	1	Pintura (m)	9,961	37,370	1,959	94,975					132,344	132,344	23.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.7655	172,886	172,886	17.36	35	
<b>TRANSPORTE</b>																						
36	1	Transporte de spools a Talara				702,668					702,668	702,668	21.00%	0.0%	0.0%	0.5%	0.7855	894,548	894,548	NA	36	
37	710	Transporte de materia prima desde Lurin hasta Fima					322				322	228,549								NA	37	
<b>SOPORTES</b>																						
38	1	Soportes	45,615	28,994	8,529	246,337					275,331	275,331	17.00%	0.0%	0.0%	0.4%	0.8265	333,129	333,129	7.30	38	
Sub Total			301,310	1,378,905	214,586	7,419,321	2,983,429	0	42,770	1,983,651		13,765,306.5		0	0	76,887			17,160,135	56.95		

Fuente: FIMA

FIMA Industrial se adjudicó el proyecto de fabricación de Spools para la Refinería de Talara por un valor de \$17, 160,135 dólares, la empresa contempla tener un costo de fabricación de \$13, 765,306 dólares y con ello obtener una rentabilidad de \$3, 394,829 dólares.

En las tablas 5,6 y 7. Podemos observar en detalle el presupuesto asignado para la realización de este proyecto de fabricación de spools.

### 3.5.4. Rentabilidad y sobrecostos del proyecto

El proyecto duró dos años y los resultados no fueron muy favorables, dado que el costo real excedió al presupuesto planificado y con ello la rentabilidad fue bastante menor a la esperada.

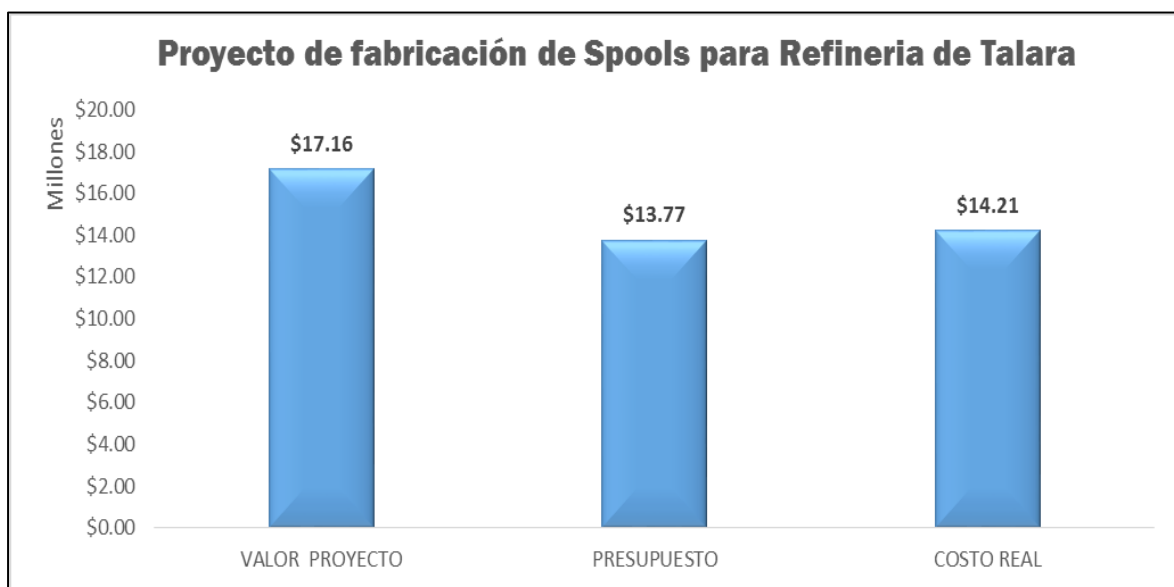
En la Tabla 8. Podemos observar gráficamente el valor del proyecto, el presupuesto asignado y el costo real que se generó en su realización.

Tabla N° 10 Valores económicos del proyecto. Creación Propia

CONCEPTO	VALOR PROYECTO	PRESUPUESTO	COSTO REAL
Proyecto de producción de Spools	\$17,160,135.49	\$13,765,306.49	\$14,210,411.34

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 34 Valor de Proyecto, Presupuesto y Costo Real.



Fuente: FIMA

La rentabilidad real obtenida fue bastante menor a la rentabilidad esperada por la realización de este proyecto por los altos sobrecostos incurridos como se puede apreciar en la Tabla 9. Rentabilidad Esperada, Real y sobrecostos.



Tabla N° 11 Rentabilidades y Sobrecostos del Proyecto.

RENTABILIDAD	Rent. Esperada	Rent. Real	Sobrecostos
	\$3,394,829.00	\$2,949,724.16	\$445,104.85

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 35 Rentabilidad Esperada, Real y Sobrecostos.

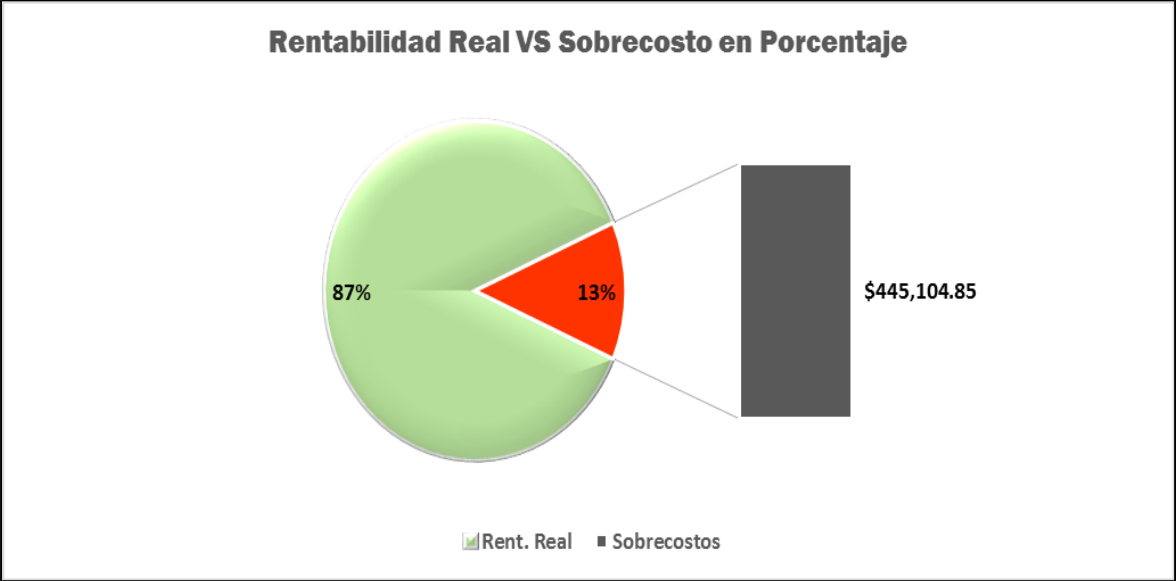


Fuente: Elaboración propia

De una rentabilidad esperada de \$3, 394,829 dólares, la rentabilidad real solo resulto de \$2, 949,724.16 dólares un 87% de la rentabilidad esperada, el otro 13% se perdió por sobrecostos incurridos en el proyecto.

En la figura 31. Se puede apreciar los sobrecostos incurridos en valor monetario y en porcentaje.

Figura N° 36 Rentabilidad Real vs Sobrecostos en porcentaje.



Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO IV:

### LA EMPRESA

#### 4.1. Descripción de la empresa

##### **FIMA Industrial**

FIMA Industrial, es una empresa que se creó en 1969, con la finalidad de dar solución a todas las empresa del sector industrial, actualmente es reconocida y prestigiosa, esto por los proyectos exitosos que mantiene en el mercado peruano.

Donde ofrece a sus cliente, todo tipo de servicios integrales de ingeniería, proceso y diseño de equipos, montaje de obra, servicios, logística integral, servicios postventas y provisión de respuestas de forma oportuna para manufactura y otros, bajo los estándares internaciones de calidad.

Asimismo FIMA Industrial en la actualidad, ha exportado sus productos a mas de 30 países en los 5 continentes.

Figura N° 37 FIMA Industrial en el mundo



Fuente: FIMA

## **4.2. Sector y Actividad Comercial**

### **4.2.1 Minería**

En la actualidad la empresa FIMA Industrial es una de las empresas proveedoras más importante del Perú, para las compañías mineras, ofrece un porfolio completo de productos, servicios, soluciones integrales y diseños que satisfacen el mercado peruano

#### **4.2.1.1 Minería / Equipo**

- Celdas de flotación RCS, DR, Sub A
- Celdas de atrición
- Bombas de pulpa, eje vertical, diafragma
- Muestreador de pulpa y sólidos
- Espesadores
- Zarandas vibratorias
- Carros mineros
- Clasificadores de espiral
- Acondicionadores/ agitadores
- Molinos de bolas/barras
- Distribuidores de pulpa
- Chancadoras de quijadas
- Alimentadores reciprocantes y fajas
- Filtros de discos
- Transportadores de fajas/ tornillos
- Hornos rotativos
- Trommel screens}
- Spools de acero al carbono con o sin revestimiento en caucho, caucho
- Plateworks

- Liners de acero de alta dureza
- cerámico, poliuretano. Spools de aceros inoxidable, aceros aleados.
- Tanques de almacenamiento API
- Recipientes a presión ASME
- Torres desaireadoras
- Intercambiadores de calor
- Tolvas

#### **4.2.1.2 Minería / Spool**

FIMA Industrial cuenta con un experiencia de más de 12 años en la producción de Spool, para compañías mineras las cuales han sido exitosas en los distintos proyectos de minería, gas y energía ejecutado en todo el Perú, desde el año 2000, como es el Antamina y otros.

Su larga experiencia en el mercado hace que FIMA Industrial, sea un especialista en la producción de spools, en sus distintos procesos desde materiales de acero al carbono, inoxidable, aleada, titanio y otros materiales. Asimismo FIMA ha manejado espesores de fabricación hasta 52.37mm y suministros adicionales, todos sus procesos están basados en las pruebas de ensayos no destructivos, revestimientos, galvanizados, neopreno, poliuretano, cerámica y otras pruebas que intervienen

Para ello FIMA, trabajo con un sistema Spoolgen que es un sistema que desarrolla u diseña los planos de Spools, asimismo transfiere una línea del pedido a la máquina cortadora.

Para este tipo de fabricación de flexibilidad, la norma exige basarse en las Normas ASME, Para ello FIMA Industrial, implemento 2 líneas de proceso de producción, que tienen rendimientos superiores a 4000 pulgadas diametrales de soldadura, para cada semana, en las 2 instalaciones que tiene Callao 2 y Arequipa 1.

Asimismo el área de Calidad de la empresa FIMA Industrial, está diseñada específicamente para los procesos de fabricación de Spools y otros procedimientos internos. Donde el área de calidad se adapta a todas las necesidades que se requiere en cada proyecto. Sobre los Spools el proceso de supervisión del área de calidad, iniciar desde la suministración de materias hasta la liberación y aprobación del Spool, que se entrega con un reporte para cada proyecto, que esta foliado con el control dimensional del proceso, calificación de la soldadura, los ensayos no destructivos tomados y otros certificados de los materiales que se empleó para su proceso.

#### **4.2.1.3 Minería / Fabricaciones Especiales**

##### **4.2.1.3.1 Platewords y Liners**

Su fabricación se basa en calderería y soldadora ya sea con o sin revestimiento. Para ello el revestimiento de estos procesos, se ejecutan con caucho tipo neoprene, cerámico o de acero que tiene alta resistencia e impacto con (400 HBr – 700 HBr).

##### **4.2.1.3.2 Tanques**

FIMA Industrial, produce tanques 100% para empresas y organizaciones, realizados en sus talleres montados a todo terreno.

#### **4.2.1.4 Minería / Recipientes a presión con estampa ASME**

Actualmente FIMA Industrial tiene el certificado ASME, desde el año 1998, esto por su constante y reconocimiento en la fabricación de montaje de calderos, para ello todos su montajes tienen el logo “S”, que referencia al “ASME - I”, para la fabricación de recipientes a presión tiene el símbolo “U”, de ASME VIII.

Asimismo el uso de la estampa “R”, FIMA utiliza para todas las reparaciones, ya sea de calderos o recipientes a presión, que estuvieron fabricados en el primer nivel

#### **4.2.2 ENERGÍA**

En el rubro de energía FIMA Industrial, ha fabricado los siguientes equipos:

- Diverter Dampers
- Stacks
- Flapps para turbinas
- Turbine Housing
- Molinos de Carbón
- Recipientes a presión con estampa ASME

### **4.3. Perfil Empresarial y Principios Organizacionales**

#### **4.3.1 Misión**

Como misión tiene FIMA Industrial, producir y suministrar equipos mecánicos, junto a sus componentes y servicios para las distintas organizaciones del mercado, basados en la calidad y tecnologías integrales, para fortalecer sus relaciones a largo plazo.

#### **4.3.2 Visión**

Como visión tiene FIMA Industrial, ser una empresa comprometida con el progreso social, y tener presencia activa y liderazgo en el mercado a nivel mundial, haciendo que los sueños de los clientes sean una realidad.

#### **4.3.3 Valores**

- **Orientación a Resultados:** Cumplir con los objetivos en los plazos pactados
- **Orientación al cliente:** Nuestra mayor preocupación es cumplir los requerimientos de nuestros clientes
- **Excelencia operacional:** Trabajo con un alto grado de Eficiencia y Eficacia.
- **Trabajo en equipo:** Contamos con una gran sinergia entre nuestras áreas y personal
- **Orientación a las personas:** Nuestro recurso humano es el principal motor para el cumplimiento de objetivos

#### **4.3.4 Política de Calidad**

Como política de calidad, FIMA Industrial cumple con todos los estándares de calidad, basados en las normas de seguridad industrial, para la fabricación de equipos, suministros, accesorios y componentes en los distintos tipos de proyectos que demanda el mercado peruano. Asimismo sus productos y servicios están orientados a la mejora continua para el bienestar de sus clientes, socios, trabajadores, acciones y otros que intervienen en la empresa. (FIMA, 2014)

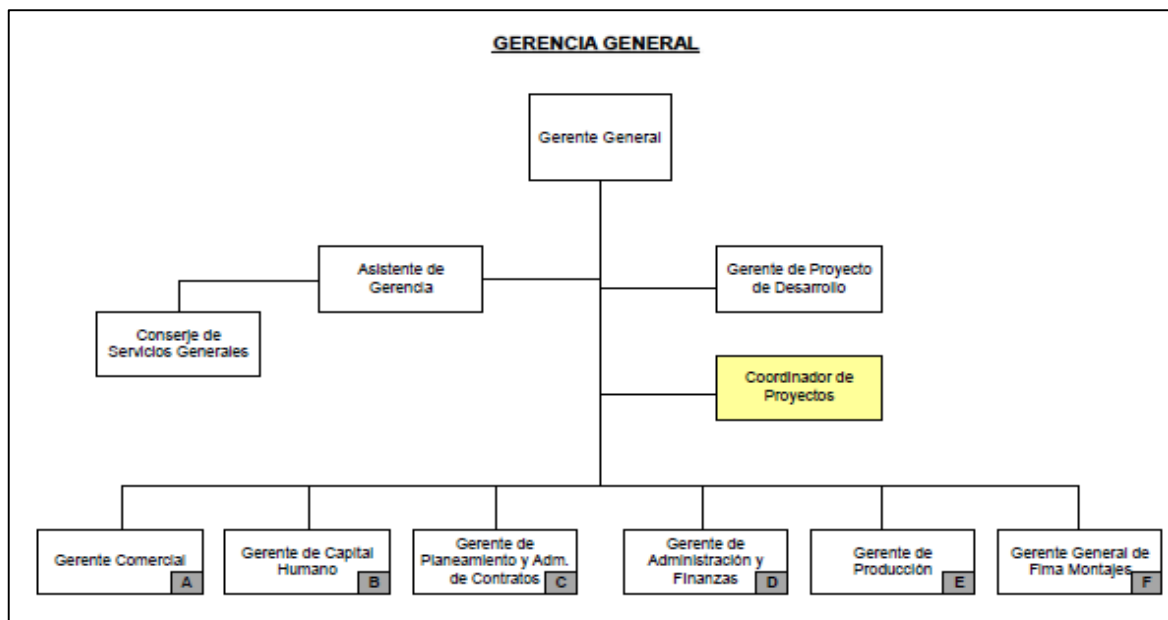
#### **4.3.5 Política de Seguridad y Salud Ocupacional**

FIMA Industrial, está comprometida a mejorar y mantener la seguridad y bienestar de todos sus trabajadores, mediante valores, capacitaciones, equipos de seguridad y asistencia técnica para todos los colaboradores de la empresa y las distintas jerarquías de las áreas.



### 4.3.6 Organigrama de la empresa

Figura N° 38 Organigrama Firma Industrial.

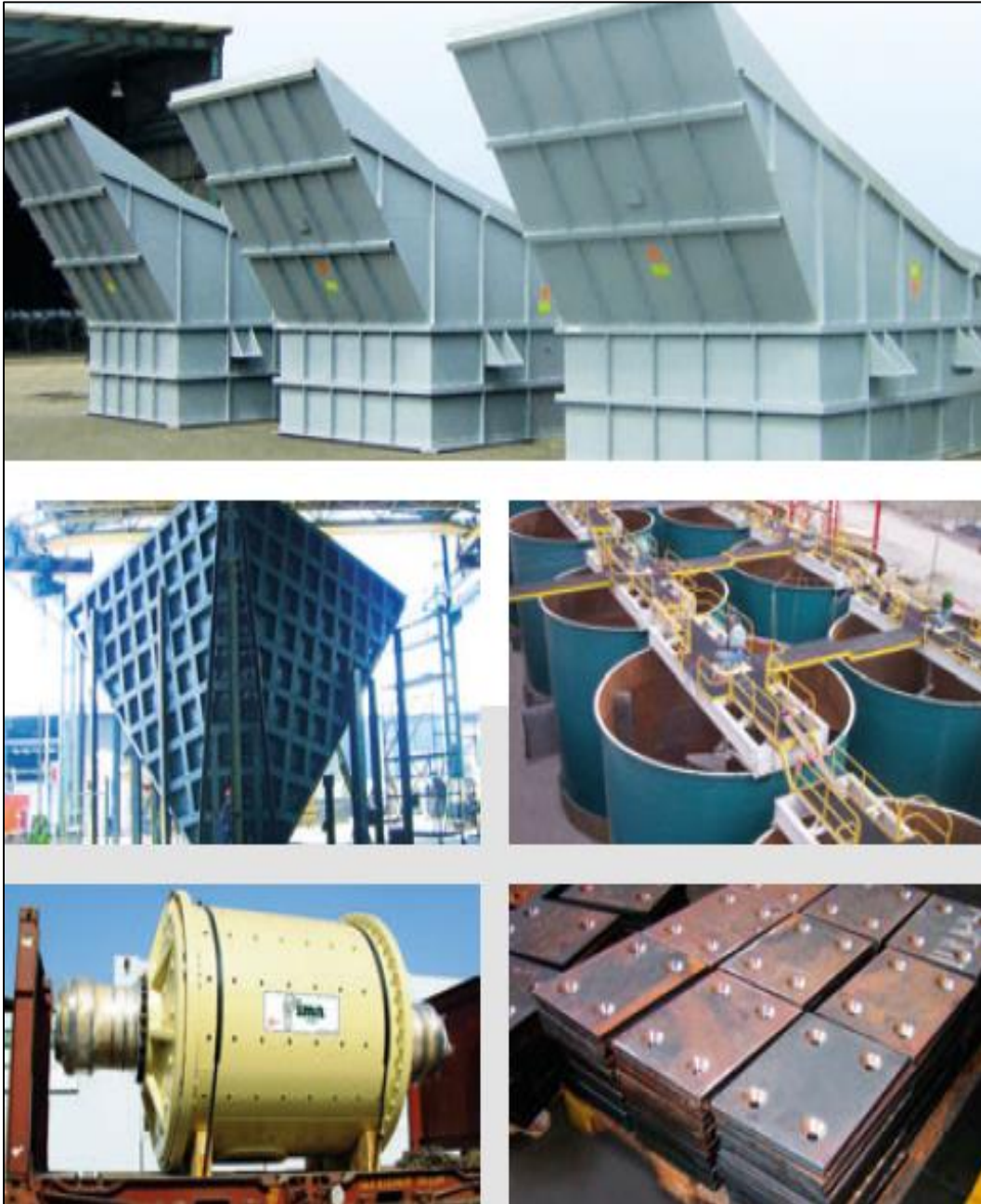


Fuente: FIMA

## 4.4. Productos de la organización

### 4.4.1 Catálogos de productos

Figura N° 39 Chutes – Tolvas – Celdas – Liners.



Fuente: FIMA

Figura N° 40 Spools en fierro negro.



Fuente: FIMA

Figura N° 41 Tanques.



Fuente: FIMA

Figura N° 42 Tanques ASME



Fuente: FIMA

Figura N° 43 Secador de Discos.



Fuente: FIMA

Figura N° 44 Cascada de Turbina.



Fuente: FIMA

#### **4.4.2 Proyecto Talara**

Para el proyecto de modernización de la refinería de Talara, se requirió la instalación de modernas unidades de procesos, servicios y facilidades que permitan la óptima operatividad de la refinería, así como de su ampliación y modernización con tecnología de avanzada. Esto permitirá, entre otras cosas:

- Reducir drásticamente la cantidad de azufre de los combustibles, de 1,800 a 50 partes por millón, lo que contribuirá a mejorar la calidad del aire y la salud de las personas.
- Impulsar la rentabilidad de PETROPERÚ S.A. al procesar crudos más pesados y de menor costo.
- Ampliar la capacidad de refinación de 65,000 a 95,000 barriles por día.

- Mejorar el octanaje de las naftas.
- Disminuir la producción de residuales.

Culminadas las obras, la Refinería Talara se consolidará como una de las más modernas de América Latina y será uno de los principales agentes de desarrollo de la región.

Asimismo, el Proyecto de la Modernización de la Refinería Talara, trae grandes beneficios para la región del Norte y el país, el cual detallaremos a continuación:

### **ECONOMÍA**

- Permite mejorar la comercialización de hidrocarburos
- Permite la sostenibilidad del negocio.

### **SEGURIDAD ENERGÉTICA**

- Contribuirá en la reducción de los riesgos de pérdida de combustible independientemente de los factores externos.
- Ayudará a refinar los crudos pesados que no pueden ser procesados en la actualidad.

### **CONOCIMIENTO**

- Ayuda a mejorar las prácticas de operaciones de ingeniería y construcción.

### **ABASTECIMIENTO**

- Ayuda a promover la calidad del combustible a nivel nacional
- Ayuda a poner un precio justo para el consumidor final.

## **DINAMISMO ECONÓMICO**

- Genero nuevos puestos de forma directa e indirecta
- Aporto tributos al estado peruano

## **SALUD Y AMBIENTE**

- Ayuda a reducir las enfermedades respiratorias, mediante la mejora de la calidad de aire.

### **4.4.3 Descripción del Producto (Spools)**

Dentro de las categorías de spools, FIMA Industrial desarrolla tres productos principales:

#### **4.4.3.1. Spool de Acero al Carbono**

Para la fabricación de los spools, más del 90% son en base a aceros al carbono. Estos aceros tienen diversas cantidades de carbono maso menos el 1.65% de manganeso, 0.60% de cobre y el 0.60 de silicio.

#### **4.4.3.2. Spool de Acero Aleado**

Este tipo de acero, tiene una proporción de vanadio, níquel, molibdeno, cromo y otros. Asimismo se agrega elementos en grandes proporciones como el manganeso, silicio y cobre.

#### **4.4.3.3. Spool de Acero Inoxidable**

Este tipo de aceros están compuestos por cromo, níquel y otros de aleación, esto les permite mantenerse brillantes y resistentes ante un herrumbre o oxidación durante el tiempo. Algunos de estos aceros inoxidable son duros y otros muy resistentes, que ayudan la durabilidad en periodos donde se presentan temperaturas extremas.

Estas categorías son las de mayor comercialización en la Industria Peruana e Internacional.

Figura N° 45 Spool en fierro negro



Fuente: FIMA

#### **4.4.4 Descripción del proceso productivo (Spools)**

##### **4.4.4.1. Primera Etapa**

Para la primera etapa, se sigue los siguientes procesos:

- Planificar la producción
- Realizar la programación de la producción
- Aplicar la Ingeniería, que consiste en generar los planos, junto a sus especificaciones
- Aprovisionar la materia prima o compra

##### **4.4.4.2. Segunda Etapa**



Para la producción de la segunda etapa de spools en planta, se realiza en procesos de calderería, soldadura, inspección de calidad, pintado y almacenaje.

**a) Habilitado**

Una vez que los spool son almacenados, los tubos son despachados en distintas formas según el plano del cliente.

**b) Calderería / Soldadura / Calidad (área spools)**

El área de calderería de spools, constituye todo el proceso de montaje de tubos y accesorias, junto a sus soportes, refuerzos y otros que requiere:

**1) Armado.-** Se da cuando se une una unión con un tubo y un accesorio (codos, bridas, olets y otros), mediante un apuntalado. Los puntos apuntalados son en base al diámetro de los spools que tiene el plano.

**2) Soldadura.-** Este paso, se ejecuta después del armado y aprobación del supervisor, para verificación del plano, seguido a la soldadura se procede a realizar los ensayos no destructivos, en el cual se vierte líquidos penetrantes, esto para determinar las discontinuaciones existentes en la soldadura. Finalmente se realiza la prueba de ensayo no destructivo con rayos X.

Figura N° 46 Zona de Calderería y Soldadura



Fuente: FIMA

#### 4.4.4.3. Tercera Etapa

Después del armado y soldadura, los spool son evaluados en fierro negro para liberación de calidad, siempre y cuando cumplan los parámetros técnicos de longitud, y procesos de fabricación, son trasladados a las zonas destinados para proceder con los ensayos no destructivos como son:

- Post Welding Heat Treatment (Tratamiento termico)
- Hard Test Before (HTB)
- Hard Test After (HTA)
- Particle Magnetic (Particulas Magneticas)
- Rayos x (RX)

Figura N° 47 END – Tratamiento térmico – Rayos X.



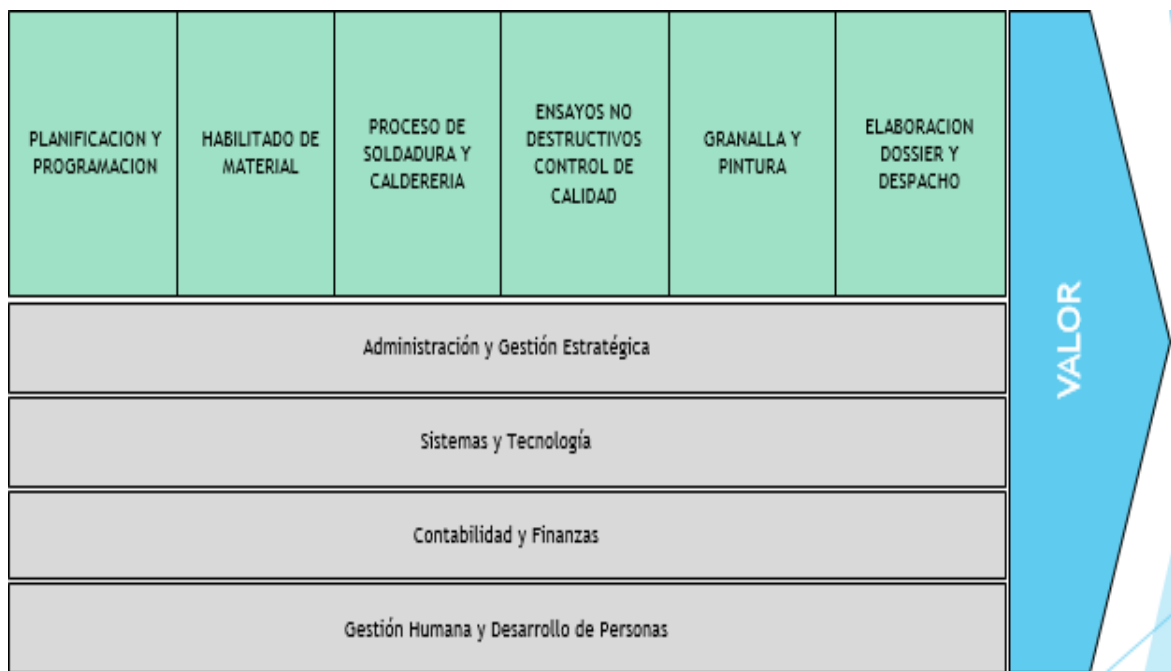
Fuente: FIMA

#### 4.4.4.4. Cuarta Etapa

**Pintura.-** En esta etapa los spools, son trasladados al área de pintado, para ello primero se elimina los espesores de los tubos, asimismo se hace una limpieza y lijado general del tubo. Seguidamente se pasa con inorgánico zinc, para luego dejar secarse. Finalmente se hace el pintado al aire libre y se determina la calidad del spools en el área de control de calidad, para su aprobación y distribución al cliente final.

#### 4.5. Cadena de Valor

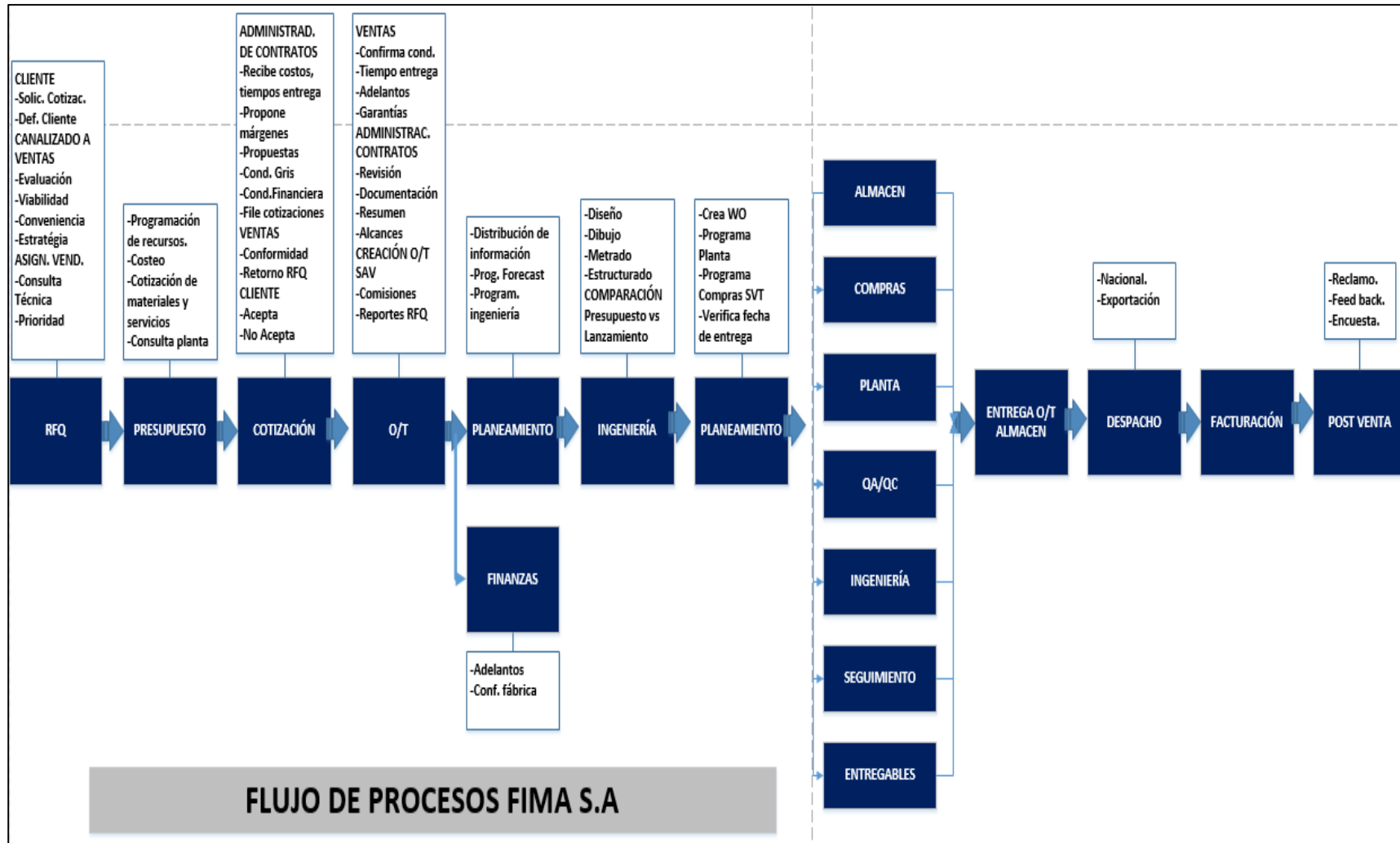
Figura N° 48 Cadena de valor



Fuente: Elaboración propia

#### 4.6. Flujo del proceso

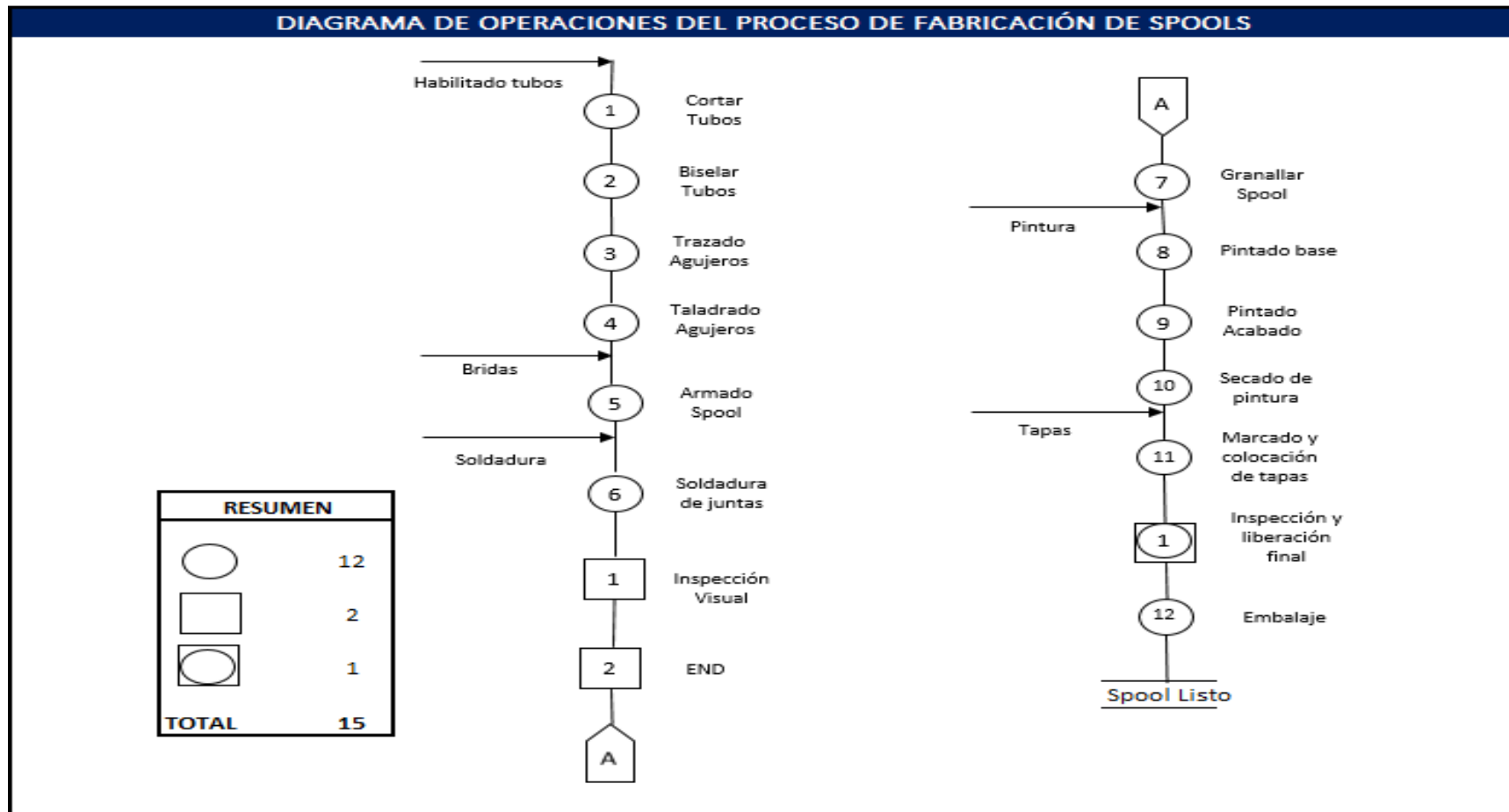
Figura N° 49 Flujo del proceso



Fuente: FIMA

#### 4.7. Diagrama de operaciones

Figura N° 50 Diagrama de operaciones



Fuente: FIMA

#### **4.8. Área del Problema**

##### **4.8.1 Aseguramiento y control**

Para controlar y asegurar la calidad de todos los spools, FIMA Industrial realiza un exhaustivo control de calidad, desde los pedidos de proveedores, para su fabricación hasta la entrega al cliente.

Esto con el fin de cumplir los requerimientos y exigencias de calidad en todos los procesos que se requiere, para ello FIMA Industrial cuenta con ingenieros especialistas en control de calidad, quienes certifican y validan cada actividad.

Asimismo FIMA, cuenta con inspectores CWI – AWAS

Estos inspectores se encargan de validar o aprobar los spools, de acuerdo a las normas del ASNT, SNT, TC, 1ª.

Junto a este grupo de profesionales, están las máquinas y equipos tecnológicos de última generación, que permiten la performance y eficacia en cada uno de los procesos, por esta razón la calidad es controlada a cada milímetro de proceso.

El software que mantiene FIMA, está diseñado para cumplir todos los códigos ASME, y especificaciones de cada plano de los clientes.

El área de control de calidad, realiza un plan de inspección y pruebas, entre ellas son las siguientes:

- Inspeccionamiento de todos los materiales al momento de compra o recepción.
- Revisión del plan de inspección y provea “ITP”
- Registro de No conformidades (NCR)

- Calificación de soldadores
- Calificación de procedimientos de soldadura
- Ensayos No destructivos
- Control dimensional
- Tratamientos térmicos post soldadura
- Pruebas de hermeticidad (hidrostática, neumática, vacío, etc.)
- Elaboración y archivo de Dossier de calidad

Asimismo FIMA Industrial, en la actualidad está certificada por ASME, desde 1998, que le otorgó un certificado para la fabricación y montaje de calderos, fabricación de recipientes a presión y otros. Por esta razón es considerada como una de las empresas peruanas únicas en reparación de calderos y recipientes a presión.

#### **4.8.2 Pruebas de Calidad**

##### **4.8.3.1. Ensayos no destructivos**

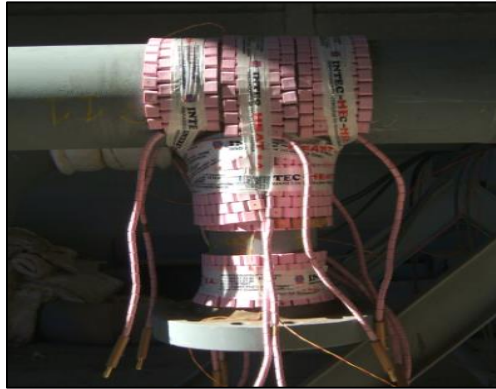
Pruebas realizadas sobre un material que no lo altere de forma física, química, mecánica o dimensional. Entiéndase como aquellos que impliquen daño imperceptible o nulo.

##### **Post Welding heat treatment (PWHT):**

Tratamiento Térmico posterior a soldadura, esta se realiza sobre las juntas soldadas con el fin de reducir la dureza de acorde a los valores definidos por Ingeniería.



Figura N° 51 END Tratamiento Térmico



Fuente: FIMA

**Hard Test Before (HTB):**

Prueba de dureza previa realizada sobre las juntas soldadas con el fin de verificar que se encuentren acorde a los valores definidos por Ingeniera.

Figura N° 52 Prueba de Dureza



Fuente: FIMA

### **Hard Test After (HTA):**

Prueba de dureza posterior a la prueba de Tratamiento térmico, realizada con el fin de verificar que la dureza se encuentre acorde a los valores definidos por ingeniería.

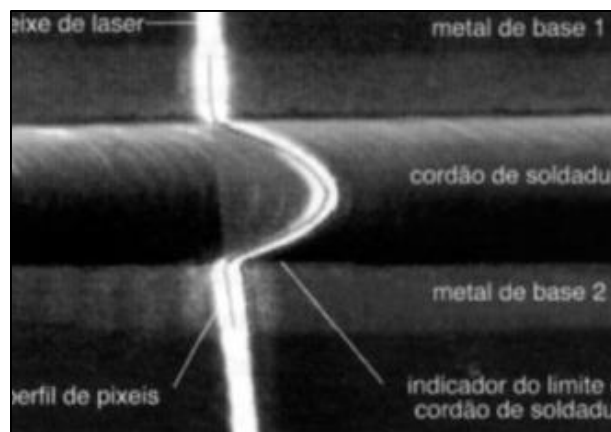
### **Particle Magnetic Index (PMI):**

Comprende toda la inspección de partículas magnéticas para detectar las discontinuas, superficiales y sub de materiales ferro magnéticos.

### **Radiografía Industrial (RT):**

Esta radiografía esta diseñada para atravesar los componentes a ensayar, mediante una radiación electromagnética ionizante, que son conocidos como rayos X o gamma. Asimismo esta radiación es absorbida por las discontinuar internas en una pieza.

Figura N° 53 Prueba RX

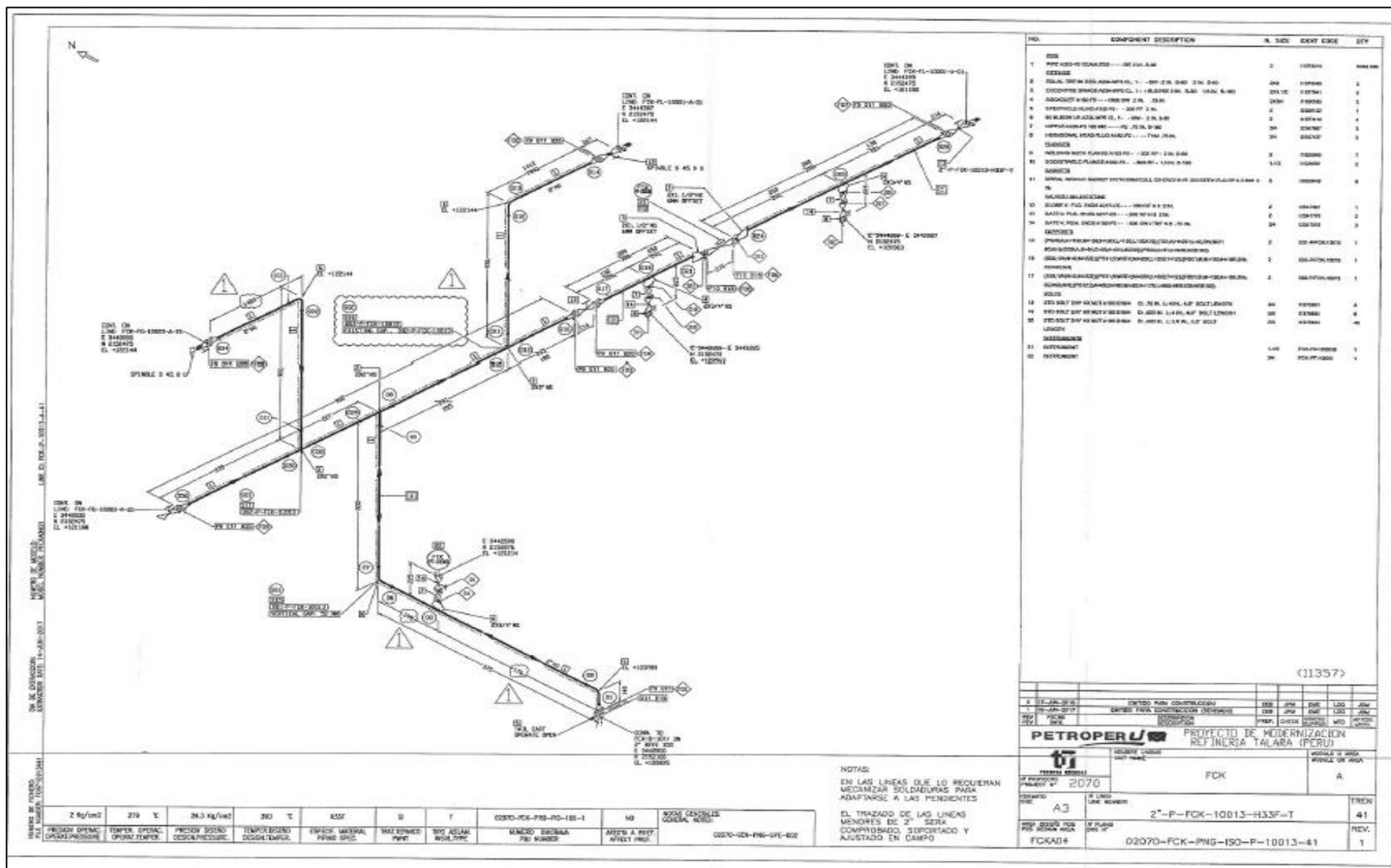


Fuente: FIMA

### **4.8.3.2. Documentación**

Dossier de Calidad requerido por el cliente, como una de las bases principales para la adjudicación de Proyectos y validaciones de Calidad a lo largo del proceso de Fabricación. Siendo uno de las más importantes, los reportes de Ensayos no Destructivos, puesto que validan la correcta fabricación y resistencia de materiales de fabricación de Spool.

Figura N° 54 Plano aprobado de construcción de spool




Fuente: FIMA

Figura N° 55 Documento de Inspección Visual (VT)

PETROPERU		INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURAS										N°: 02070-CON-PP-12 Rev.: 01 Fecha: 01/12/2015 Páginas: 1 de 1		
PROYECTO Nro:	02070					INFORME Nro.:	VT-WS-F-352266							
EMPLEADOR:						SUBCONTRATISTA:								
SISTEMA/SUBSISTEMA:						SUBCONTRATO Nro.:								
DESCRIPCIÓN:						CÓDIGO DE BARRAS:								
<small>Este certificado no es ni el Subcontrato de los Términos del contrato. El cumplimiento del Proyecto o Proceso de Calidad por parte de este emisor ha sido realizado de acuerdo a ello.</small>														
ISOMETRICO / PLANO				JUNTA			SOLDADOR		INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURAS			FECHA	OBSERVACIONES	
NÚMERO	REV.	TREN	SPOOL	Nro	Tipo	DIÁM.	SCH (mm)	RAÍZ	RELLENO	PREPARACIÓN DE BISELES	PREPARACIÓN DE JUNTA			INSPECCIÓN SOLDADURA
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	01	BW	2	S-80	CSN	CSN	OK	OK	OK	09/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	02	BW	2	S-80	CSN	CSN	OK	OK	OK	09/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	03	BR	0.75	S-160	ECP	ECP	OK	OK	OK	10/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	04	BW	2	S-80	CSN	CSN	OK	OK	OK	09/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	07	BW	2	S-80	CSN	CSN	OK	OK	OK	07/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	08	BW	2	S-80	CSN	CSN	OK	OK	OK	25/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	09	BW	2	S-80	PLM	PLM	OK	OK	OK	08/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	010	BW	2	S-80	PLM	PLM	OK	OK	OK	08/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	011	BW	2	S-80	ECP	ECP	OK	OK	OK	22/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	012	BW	2	S-80	QJH	QJH	OK	OK	OK	07/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	013	BW	2	S-80	QJH	QJH	OK	OK	OK	07/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	014	BW	2	S-80	QJH	QJH	OK	OK	OK	07/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	015	BW	2	S-80	PLM	PLM	OK	OK	OK	08/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	016	BW	2	S-80	PLM	PLM	OK	OK	OK	08/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	017	BW	2	S-80	ECP	ECP	OK	OK	OK	22/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	029	BW	2	S-80	ECP	ECP	OK	OK	OK	22/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	030	BW	2	S-80	ECP	ECP	OK	OK	OK	08/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	031	BW	2	S-80	ECP	ECP	OK	OK	OK	22/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	032	BW	2	S-80	ECP	ECP	OK	OK	OK	07/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	033	BW	2	S-80	ECP	ECP	OK	OK	OK	07/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	034	BW	2	S-80	ECP	ECP	OK	OK	OK	07/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	035	BW	2	S-80	ECP	ECP	OK	OK	OK	08/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	036	BW	2	S-80	ECP	ECP	OK	OK	OK	08/11/2017	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	301	SP	2	S-80		CC	OK	OK	OK	31/01/2018	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	302	SP	2	S-80		CC	OK	OK	OK	31/01/2018	
02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	1	41	A	303	SP	2	S-80		CC	OK	OK	OK	31/01/2018	
SUBCONTRATISTA				CONTRATISTA (TRT)					EMPLEADOR O OPT					
NOMBRE:				NOMBRE:					NOMBRE:					
FIRMA:				FIRMA:					FIRMA:					

Fuente: FIMA

Figura N° 56 Reporte PMI



### REPORTE DE MEDICION DE PMI

---

Fecha de Emisión: 11/05/2018

Código: SVP-FRO-PMI-005

Página: 1 de 12

#### 1. Información General

Cliente: <b>Modernización Refinería Talara - PMRF</b> Proyecto: <b>2°-P-FCR-20015-HDDF-T</b> Normativo: <b>0070-FCR-PND-ISO-P-20023-01</b> Contratista: <b>Técnicas Reunidas Talara SAC</b> Proveedor: <b>PETROPERU S.A.</b>	Reporte #: <b>PMI-WS-1-04406</b> Expositor de Material: <b>SCH-80 (3,54 mm)</b> Fecha de Medición: <b>10/03/2018</b> Tipo de Material Base: <b>A305-Gr-P5</b> Tipo de Material de Apunte: <b>EN853-06 (OTRAN)</b> lote: <b>28-10-001788021-01</b> Lugar de Ejecución: <b>Talara Fina</b> Código de Trabajo (MCC): <b>114015-008</b>
--	--

#### 2. Descripción del Equipo y Materiales Utilizados

Certificación del Equipo	Marcas:	Thermos Polier	Modelo:	303-000	No. Serie:	0598	Levyada
	Origen:	USA	Tipo:	Fluorescencia de RX	Fecha Verificación de	18/11/2017	M2: Material Base: 3/32 Milleros
Bloques de Calibración	Marcas:	SRM1	Modelos:	Milos - SRM 25 y 1	Referencia:	ASME Sección E, Parte A, Edición 2005	
	Origen:	USA	Trazo:	1.250" - 0.2540"	ASME Sección E, Parte C, Edición 2015		

#### 3. Condiciones de la Examinación

Procedimiento N°: 01070-GUH-QIA-FMA-02-005  
 Confiabilidad superficial: Aceptado  
 Temperatura Superficial: 20°C  
 Criterio de Aceptación: Los valores obtenidos estarán en un rango +/- 50% del material especificado.

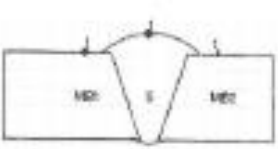
#### 4. Identificación de Materiales de Campo (N)

Requerimiento según procedimiento/material: A305-Gr P5 (M) (CR905-060)

Límite de aceptación	C	Min	M		Ms		ME		Ti	V	Cr	
			MB	S	MB	S	MB	S			MB	S
			MB	S	MB	S	MB	S			MB	S
M1a	---	---	---	---	0.45	0.45	---	---	---	---	4.80	4.80
M1b	---	---	---	---	0.65	0.65	---	---	---	---	6.00	6.00

#### Datos en campo de juntas soldadas

N° de Junta	Zonas Examinadas	Ubicación	Tiempo	Ti	M	Ms	V	Mb	Cr	Resultado
01	M01	1	15s	---	---	0.47	---	---	4.74	A
	S		15s	---	---	0.49	---	5.48	A	
	M02		15s	---	---	0.52	---	4.73	A	
02	M03	3	05s	---	---	0.47	---	---	4.90	A
	S		05s	---	---	0.56	---	5.08	A	
	M02		15s	---	---	0.50	---	5.81	A	




Legenda:  
 A : Aceptado  
 B : Rechazado

Sempresol S.A.C	PIMA S.A.	Técnicas Reunidas Talara	Petroperu/GR1
Firma y Sello	Firma y Sello	Firma y Sello	Firma y Sello




Fuente: FIMA

Figura N° 57 Documentación de ensayo de Tratamiento Térmico

		<b>TRATAMIENTO TERMICO</b>		HOJA: 1 DE 7 N Cliente: FIMA INDUSTRIAL N° O/T: 003-2016 FECHA: 23/02/2018 N° MAQ: T-706		
Tratamiento Térmico de Soldadura TELEFONO: 348-4833 www.termosoldex.com.co		INFORME				
CUENTE:		LINEA:	2°-P-FCK-10013- H33F-T	ISOMETRICO:	02070-FCK-PNG-ISO-P- 10013-41 REV.1	
ZONA / UNIDAD:	PROJECT MODERNIZACION REFINERIA DE TALARA	TIPO:	BRIDA / CODO		DIAMETRO: 2"	
TRATAMIENTO TERMICO N°:	PWHT-WS-F-04977	N° DE COSTURA:	01	ESPESOR:	S-80	
NORMA A APLICAR:	ASME B 31.3 EDICION 2014 - NPS	MATERIAL:	A 182-F5 / A 234-WP5		SPOOL: A	
HORNO	<input type="checkbox"/> LOCAL	<input type="checkbox"/>	NUMERO DE TCS		TC1	VALOR
GAS	<input type="checkbox"/> ACEITE	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA DE ARRANQUE:		250	°C
INDUCCION	<input type="checkbox"/> RESISTENCIA	<input checked="" type="checkbox"/>	VELOCIDAD DE CALENTAMIENTO:		100	°C/H
AIRE CALIENTE	<input type="checkbox"/> ATMOSFERA	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA MANTENIMIENTO:		731	°C
OTROS	<input type="checkbox"/>		TIEMPO DE MANTENIMIENTO:		140	MINUTOS
CANTIDAD DE TERMOCUPLAS:	1		VELOCIDAD ENFRIAMIENTO:		100	°C/H
SOLDADURA	<input checked="" type="checkbox"/> PIROMETRO	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA DE REMOCION:		225	°C
SUELTA	<input type="checkbox"/> HORNO FIJO	<input type="checkbox"/>	ANEXOS:			
Certificamos que los valores grabados estan de acuerdo al diagrama (gráfico) REGISTRADOR N° : S5L910016 2011-135      N° DE CERTIFICADO DE CALIBRACION : 0766CAL-2017						
OBSERVACIONES: REFERENCIA W/O- N° DE PROCEDIMIENTO : 02070-GEN-QUA-FMA-02-007 REV.02						
TERMO SOLDEx S.A.C.	SUBCONTRATISTA	CONTRATISTA	CPT			
Firma, Aclaracion y Fecha	Firma, Aclaracion y Fecha	Firma, Aclaracion y Fecha	Firma, Aclaracion y Fecha			

Fuente: FIMA

Figura N° 58 Registro de control de temperatura

  								<b>REGISTRO DE CONTROL DE TEMPERATURA</b>				FIMA-CCA-FT-015 Rev. 0 Fecha: 05/09/2016 Pag. 2/2			
PROYECTO: 207025900				CLIENTE: TECNICAS REUNIDAS SAC				REGISTRO N°: PHM-WS-F-1392							
DESCRIPCION: PREFABRICADO DE SPOOLS															
DATOS DE LA JUNTA INSPECCIONADA								TEMPERATURA (°C) (Tiza termica de 200°C)							
WO	N° DE JUNTA	ISOMETRICO	SPOOL	FECHA DE MEDICION	DIAMETRO	TIPO DE JUNTA	CLASE DE MATERIAL	MEDICION DE TEMPERATURA	TEMPERATURA REQUERIDA (C°)	0°	90°	180°	270°		
134076-009	033	02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	A	05/11/2017	2	BW	H33F	Temperatura Pre - Heat	177	OK	OK	OK	OK		
134076-009	034	02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	A	05/11/2017	2	BW	H33F	Temperatura Pre - Heat	177	OK	OK	OK	OK		
134076-009	035	02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	A	07/11/2017	2	BW	H33F	Temperatura Pre - Heat	177	OK	OK	OK	OK		
134076-009	036	02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	A	07/11/2017	2	BW	H33F	Temperatura Pre - Heat	177	OK	OK	OK	OK		
134076-009	06	02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	A	08/11/2017	2	BW	H33F	Temperatura Pre - Heat	177	OK	OK	OK	OK		
134076-009	07	02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	A	06/11/2017	2	BW	H33F	Temperatura Pre - Heat	177	OK	OK	OK	OK		
134076-009	08	02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	A	24/11/2017	2	BW	H33F	Temperatura Pre - Heat	177	OK	OK	OK	OK		
134076-009	09	02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	A	07/11/2017	2	BW	H33F	Temperatura Pre - Heat	177	OK	OK	OK	OK		
134076-009	501	02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	A	30/01/2018	2	SP	H33F	Temperatura Pre - Heat	177	OK	OK	OK	OK		
134076-009	502	02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	A	30/01/2018	2	SP	H33F	Temperatura Pre - Heat	177	OK	OK	OK	OK		
134076-009	503	02070-FCK-PNG-ISO-P-10013-41	A	30/01/2018	2	SP	H33F	Temperatura Pre - Heat	177	OK	OK	OK	OK		
OBSERVACIONES:															
<b>SUBCONTRATISTA</b> Nombre, firma y fecha				<b>TECNICAS REUNIDAS TALARA, SAC</b> Nombre, firma y fecha				<b>EMPLEADOR o CPT</b> Nombre, firma y fecha							

Fuente: FIMA



## **CAPITULO V:**

### **ANÁLISIS**

#### **5.1. Análisis de Resultados**

Contrastando los resultados entre lo presupuestado y el costo real incurrido podemos observar que tenemos variaciones negativas por cada actividad realizada.

Las variaciones negativas más significativas va a requerir de estudio e investigación para analizar las causas que las generaron y encontrar soluciones aplicables que minimicen o eliminen estas variaciones y con ello alcanzar las rentabilidades planificadas para cada proyecto de fabricación de spools futuros que la empresa desarrolle.

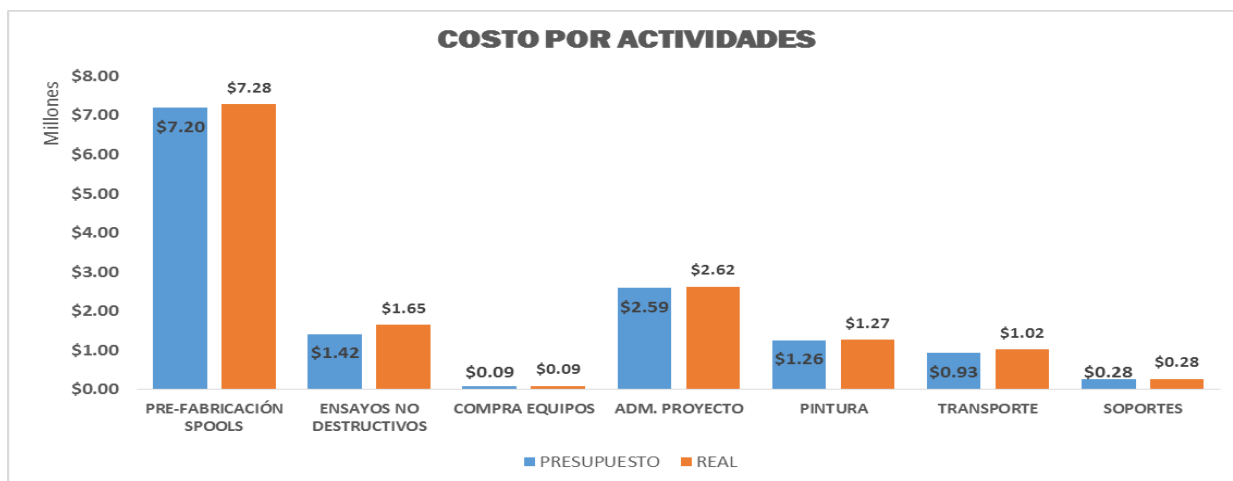
En la Tabla N° 10. Podemos observar a nivel de detalle las variaciones presentadas por actividad en la realización del proyecto de fabricación de spools para la refinería de Talara.

Tabla N° 12 Variaciones entre Presupuesto y Costo Real.

<b>CONSOLIDADO 2016 - 2017</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>REAL</b>	<b>VARIACIÓN</b>
PRE-FABRICACIÓN SPOOLS	\$7,196,903.24	\$7,282,841.00	-\$85,937.76
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	\$1,418,168.25	\$1,648,705.34	-\$230,537.09
COMPRA EQUIPOS	\$88,175.00	\$89,102.00	-\$927.00
ADM. PROYECTO	\$2,591,833.00	\$2,620,050.00	-\$28,217.00
PINTURA	\$1,263,679.00	\$1,270,231.00	-\$6,552.00
TRANSPORTE	\$931,217.00	\$1,021,050.00	-\$89,833.00
SOPORTES	\$275,331.00	\$278,432.00	-\$3,101.00
<b>TOTAL PROYECTO</b>	<b>\$13,765,306.49</b>	<b>\$14,210,411.34</b>	<b>\$445,104.85</b>

Fuente. Elaboración propia

Figura N° 59 Costos presupuestados y reales por actividades.

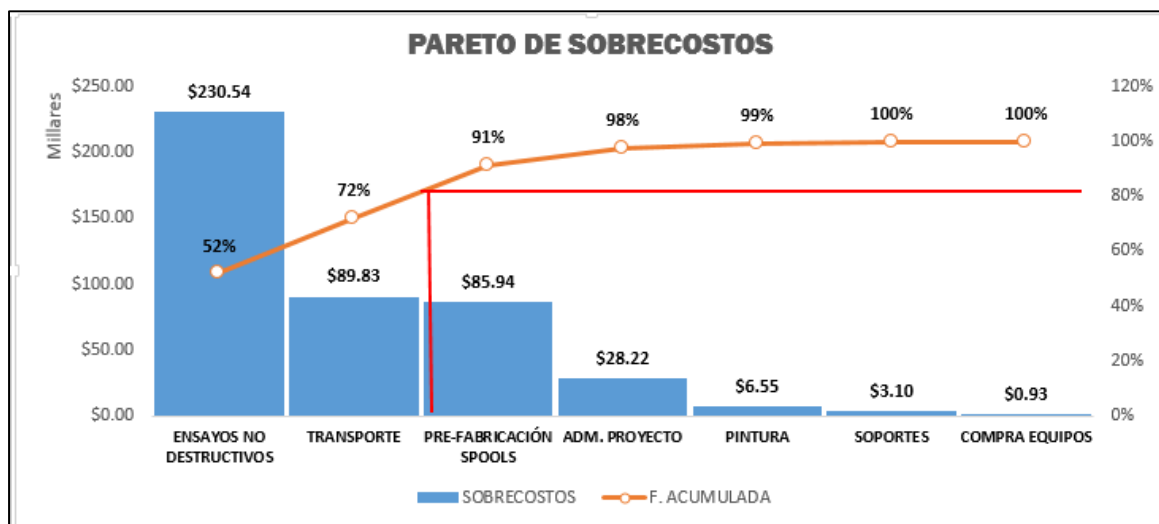


Fuente: Elaboración Propia.

### 5.1.2. Pareto de Sobrecostos

En función a los sobrecostos encontrados en la realización del proyecto se aplica la herramienta de Pareto para identificar el 80 -20 y así determinar cuáles son las actividades con sobrecostos más relevantes en la cual se va enfocar la mejora.

Figura N° 60 Pareto de sobrecostos.

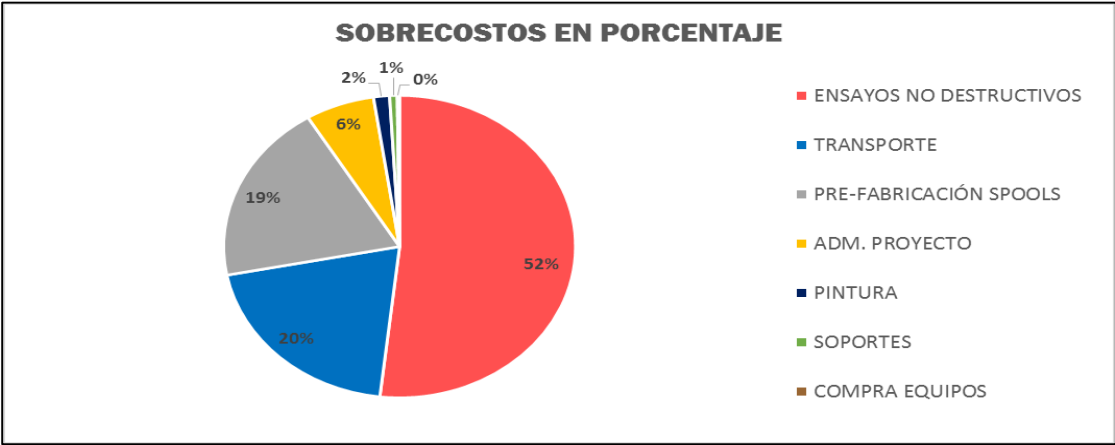


Fuente: Elaboración Propia.

Según la aplicación de la herramienta de Pareto los sobrecostos más relevantes que se generaron durante la realización del proyecto son: Las pruebas de ensayos no destructivos (END) y el transporte.

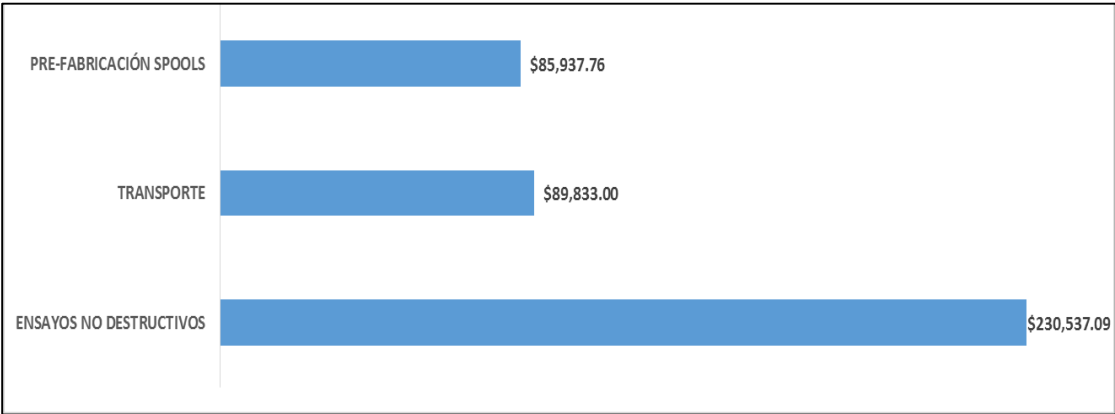
En porcentaje las pruebas de END representan un mayor valor respecto al transporte por lo tanto la propuesta de mejora a plantearse irá enfocada en este punto.

Figura N° 61 Sobre costos por actividad en porcentaje.



Fuente: Elaboración Propia.

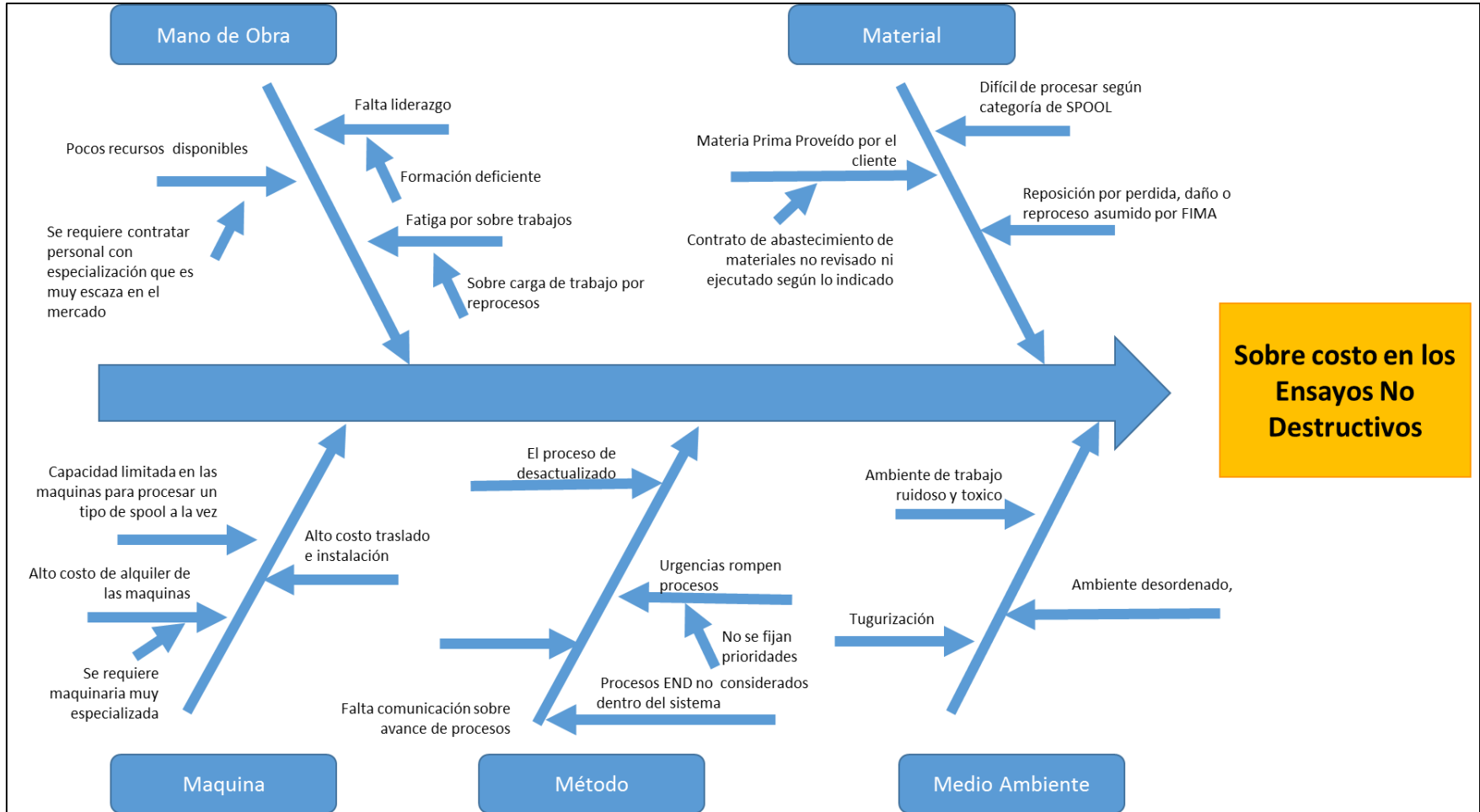
Figura N° 62 Sobre costos críticos.



Fuente: Elaboración Propia.

### 5.1.3. Espina de Pescado

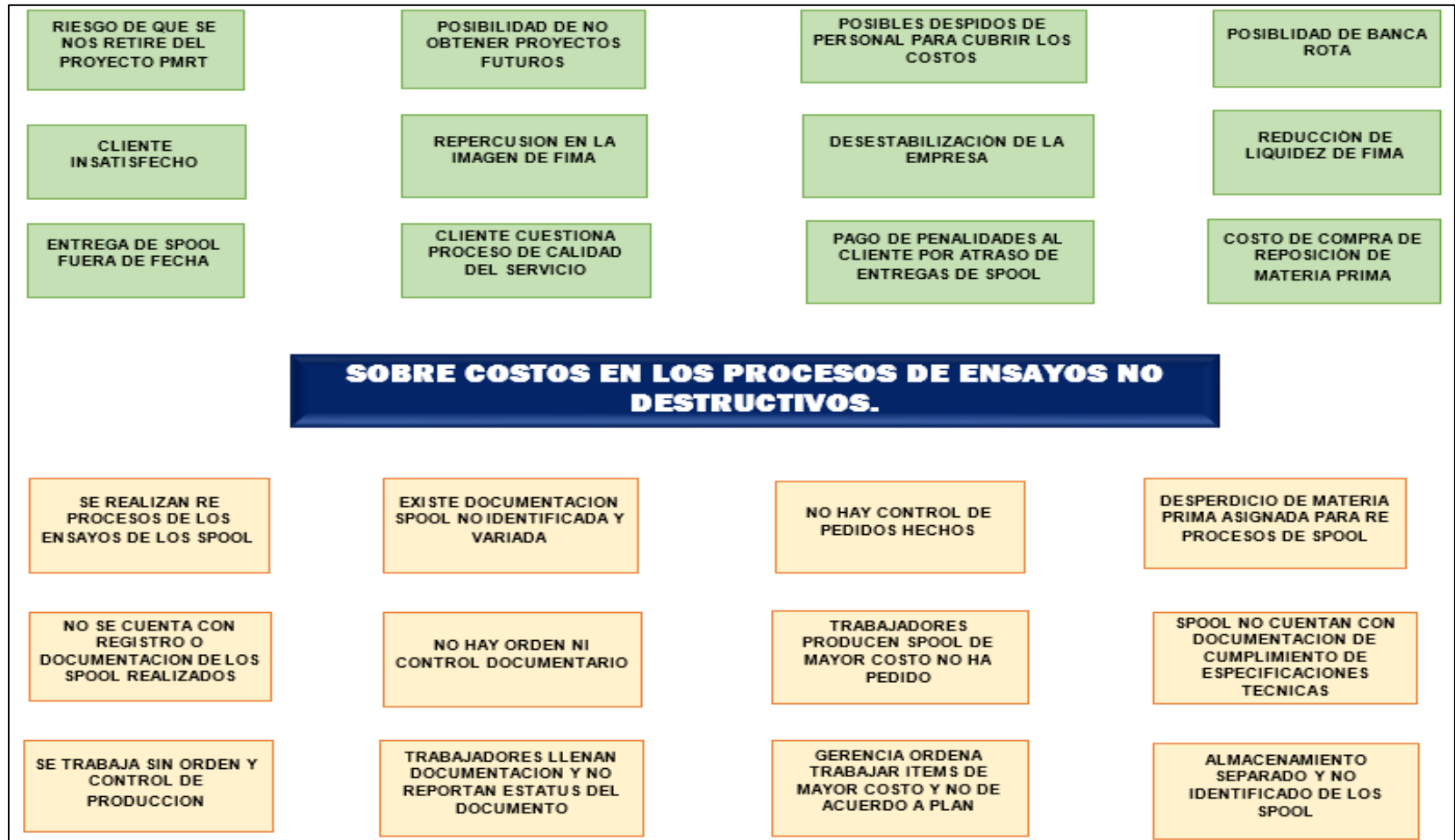
Figura Nº 63 Espina de pescado.



Fuente: Elaboración Propia.

### 5.1.3 Árbol del Problema

Figura N° 64 Árbol del Problema.



Fuente: Elaboración propia

## **5.2. Priorización de causas a eliminar**

Una vez obtenidas las causas y efectos del problema, se priorizara las más importantes a eliminar en una reunión de mejora continua y de procesos con personal operativo, técnico e ingenieros del área.

Primero para determinar las principales causas del problema se debe conocer el peso de las opiniones de cada puesto, para ello se realizara una encuesta.

### **5.2.1 Encuesta**

Se convoca a reunión de mejora continua con personal que participa del proceso de fabricación de spools según puestos detallados a continuación:

- Supervisor de Control de Calidad (SCC).
- Inspector de Calidad (IC).
- Planificador del proyecto (PP)
- Supervisor de Soldadura (SS).
- Supervisor de Armado (SAR).
- Supervisor de Almacén (SA).
- Supervisor de Habilitado (SH).
- Técnico de calderería (TC).
- Técnico de soldadura (TS).
- Operador de montacargas (OM).
- Operador de puente grúa (OPG).

Para determinar la importancia de las opiniones de los participantes que forman parte del proceso de fabricación de spools se realiza una encuesta para que en función a ella se pueda hallar los pesos de las opiniones emitidas.

Se realizará la calificación según importancia y conocimiento del proceso:

0 = No importante.

1 = Importante.

Para ello se va realizar una matriz de confrontación como se aprecia en la tabla 10.

Tabla N° 13 Matriz de confrontación. Creación Propia.

		Puestos Calificadores										Pesos Pesos %		
		SCC	IC	PP	SS	SAR	SA	SL	TC	TS	OM			OPG
Puestos Calificados	SCC		1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	14%
	IC	1		1	0	0	0	1	0	0	1	1	5	8%
	PP	1	1		1	1	1	1	0	0	1	1	8	12%
	SS	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	10	15%
	SAR	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	10	15%
	SA	0	1	1	1	1		1	1	0	1	1	8	12%
	SH	1	1	1	1	1	0		0	0	0	0	5	8%
	TC	0	0	0	1	0	0	1		1	0	0	3	5%
	TS	0	0	0	1	0	0	1	1		0	0	3	5%
	OM	1	0	0	0	0	1	0	0	0		0	2	3%
	OPG	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0		2	3%
												65	100%	

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidos los pesos de las opiniones que tienen cada puesto en la determinación de la importancia de las causas encontradas para cada “M” de la espina de pescado, se va a realizar la evaluación de las causas principales del problema de sobrecostos en ensayos no destructivos.

### 5.2.2 Evaluación de causas de espina de pescado

Par realizar la evaluación las calificaciones de las respuestas que se obtendrán estas se darán de acuerdo al grado de influencia de la causa con el problema principal y se darán del siguiente modo:

1 = Poco.

3 = Medio.

5 = Alto.

Tabla N° 14 Ponderación de causas del problema.

Causas del Problema	SCC	IC	PP	SS	SAR	SA	SH	TC	TS	OM	OPG	Valor
	14%	8%	12%	15%	15%	12%	8%	5%	5%	3%	3%	Ponderado
<b>1 MÉTODO</b>												19.78
1.1 Proceso de END desactualizado	5	5	5	3	3	3	3	3	3	1	1	3.55
1.2 Comunicación entre áreas deficiente	3	3	5	3	3	3	3	1	1	3	3	3.06
1.3 No hay control de uso de material asignado	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3.15
1.4 Procesos END no considerados dentro del sistema	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	4.69
1.5 Urgencias rompen los procesos, no se fijan prioridades	1	1	3	3	3	1	1	3	3	3	3	2.17
1.6 No se registra en el sistema el uso de material asignado	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.15
<b>2 MANO DE OBRA</b>												9.89
2.1 Falta liderazgo	1	3	3	3	3	3	3	1	3	1	1	2.51
2.2 Formación deficiente	1	3	1	3	3	3	3	1	1	1	1	2.17
2.3 Fatiga por sobre trabajos	3	3	3	3	3	1	5	3	3	3	3	2.91
2.4 Poco personal capacitado y especializado	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1.31
2.5 Pocos recursos humanos disponibles	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00
<b>3 MEDIO AMBIENTE</b>												15.11
3.1 Ambiente desordenado planta y documentos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00
3.2 Ambiente ruidoso y tóxico	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.15
3.3 Ambiente Tugurizado	3	3	5	3	5	3	5	5	5	5	5	4.02
3.4 Documentación dispersa y sin orden	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	4.94
<b>4 MATERIA PRIMA</b>												10.52
4.1 Provisión irregular de proveedor - Cliente	3	3	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1.83
4.2 No se respeta el abastecimiento según contrato	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2.88
4.3 Reposición por daños o pérdidas asumidas por FIMA	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3.98
4.4 Difícil de procesar según categoría de spool	3	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1.83
<b>5 MÁQUINAS</b>												9.02
5.1 Altos costos de alquiler de máquinas	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.28
5.2 Alto costo de traslado e instalación	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2.88
5.3 Requerimiento de maquinaria especializada	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1.86
5.4 Capacidades limitadas de máquina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00

Fuente: Elaboración propia

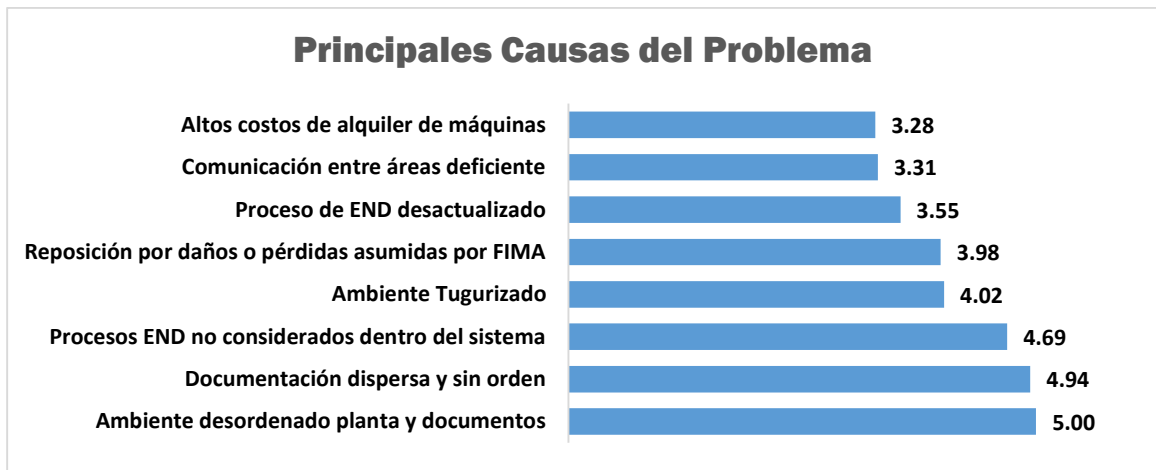
Como se puede observar en la Tabla 12. Las principales causas del problema de sobrecosto en ensayos no destructivos (END) se dan en el método y el ambiente de trabajo.



### 5.2.3 Identificación de principales causas del problema

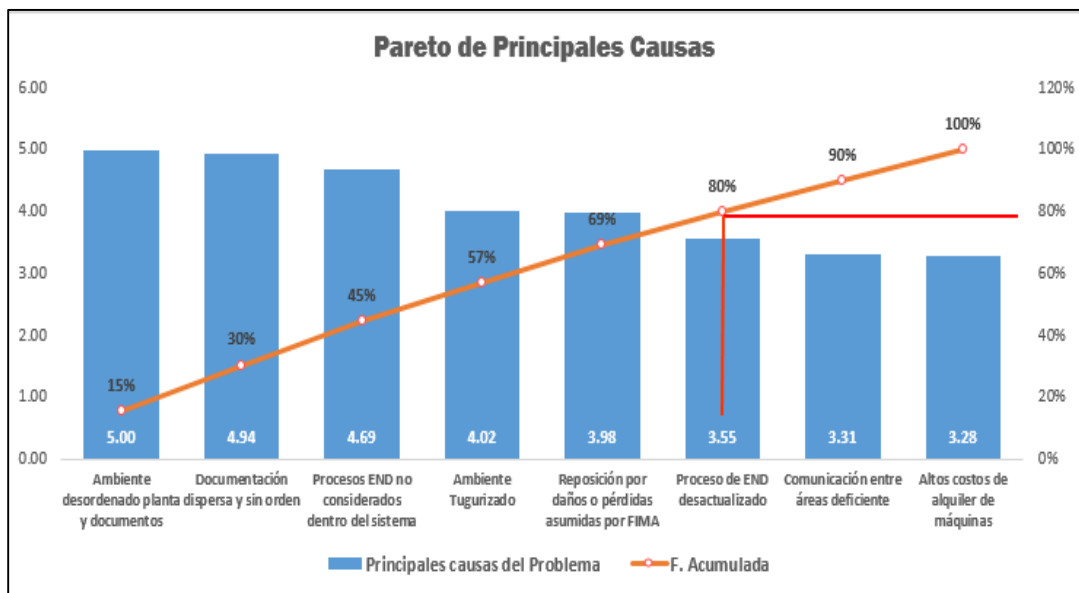
Las principales causas del problema son detalladas en la Figura 60 y 61. Donde se puede observar por orden de importancia la causas y así priorizar las acciones a realizar para disminuir o eliminar los sobrecostos en proyectos futuros de producción de spools que la empresa desarrolle.

Figura N° 65 Principales causas del problema.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 66 Pareto Principales causas del problema.



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 15 Principales causas y la herramienta de solución propuesta.

ITEM	Principales causas del Problema	Valor Ponderado	Solución
3.1	Ambiente desordenado planta y documentos	5.00	Aplicación de 5's
3.4	Documentación dispersa y sin orden	4.94	Aplicación de 5's
1.4	Procesos END no considerados dentro del sistema	4.69	Planificación de ruta de END en ERP SAP
3.3	Ambiente Tugurizado	4.02	Aplicación de 5's
4.3	Reposición por daños o pérdidas asumidas por FIMA	3.98	Aplicación de 5's
1.1	Proceso de END desactualizado	3.55	Planificación de ruta de END en ERP SAP

Fuente: Elaboración propia

## **CAPITULO VI:**

### **PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

En este capítulo se propone una solución basada en las herramientas y conocimientos adquiridos durante la maestría, identificando la implementación de las que se consideren más adecuadas.

Se considera que el problema es complejo y plantea el uso de dos metodologías que pueden complementarse entre sí.

La propuesta de solución contempla la implementación de las 5S para el layout operativo de la planta de producción y que en cuya 5ta S se ve complementada con el ciclo de Deming, para garantizar que los cambios se mantengan en el tiempo.

#### **6.1. Implementación De 5s**

Esta propuesta de solución busca atacar el problema de desorden en el centro de trabajo. Para poder iniciar con la implementación se busca un sponsor con poder para tomar decisiones con respecto a los cambios a realizar que sea influyente en el directorio para solicitar la inversión requerida.

También se necesita un equipo de trabajo operativo formado por los empleados técnicos y administrativos que cuenten con amplia experiencia para poder ejecutar adecuadamente los pasos de la metodología.

##### **6.1.1 Aplicando la teoría de Clasificación (SEIRI)**

Con ayuda del personal experto, se clasifican todos los elementos del entorno de trabajo en base a las veces que se usan. Se describe el trabajo que se realiza en cada estación para identificar con certeza las herramientas a usar por proceso y material de modo que se pueda realizar la clasificación correcta.

Adicionalmente, se contrasta la información con la data de pedidos para determinar con certeza cada cuanto tiempo se utilizan los elementos del entorno de trabajo según las ordenes de servicio ingresadas.

- Lo que se usa menos de una vez por año se separa y se evalúa si es necesario seguir teniéndolo en inventario o se remata
  - Retazos de tuberías con diferente normalización al proyecto vigente.
  - Materiales rechazados de otros proyectos
- Lo que se usa una vez al mes se separa en estantes de almacén o armarios donde no estorben
  - Equipos de medición alternos.
  - Probetas de calificación de personal
- Lo que se usa una vez por semana se queda en el mueble fijo de la estación de trabajo
  - Equipos de Ensayos no destructivos por “batch”.
  - Equipos para contrapruebas.
- Lo que se usa una vez por hora queda guardado en un mueble móvil para que lo pueda tener al alcance
  - Material auxiliar de Calderería.
  - Instrumentos de medición.
  - Equipos de Ensayos no destructivos continuos
- Lo que se usa más de una vez por hora queda a la mano del operador
  - Material de aporte
  - Gases de apoyo
  - Fundentes
  - Instrumentos de medición.

- Caretas.

Una vez realizada esta clasificación se inicia a ordenar el espacio de trabajo y a rediseñar la estación de acuerdo con el tipo de proceso y maquinaria requerida. Según el análisis realizado se requerirían los siguientes tipos de estaciones:

- Corte y Habilitado de materias primas,
- Suministro de fitting.
- Grúas.
- Líneas de suministro de gases.
- Estaciones de Calderería
- Estaciones de Soldadura rotada.
- Estaciones de Ensayos no destructivos.
- Zonas de almacenamiento de productos en proceso.
- Zonas de prehabilitado a estaciones.
- Zonas de Ingreso y Salida de fabricaciones y equipos.
- Zonas de materiales y Fabricaciones observadas.

### **6.1.2 Aplicando la teoría de organización (SEITON)**

Una vez clasificados los objetos de acuerdo con su uso, se procede a ubicarlos, de modo que coincida el flujo de trabajo con la herramienta. Se delimitan áreas específicas para cada pieza de equipo, tanto pintando su silueta como colocando fotos indicando el lugar que deben ocupar.

En esta etapa se empieza a capacitar al personal con respecto al orden y a la disciplina que deben mantener para cuidar sus equipos y colocarlos en el lugar correcto al terminar de usarlos.

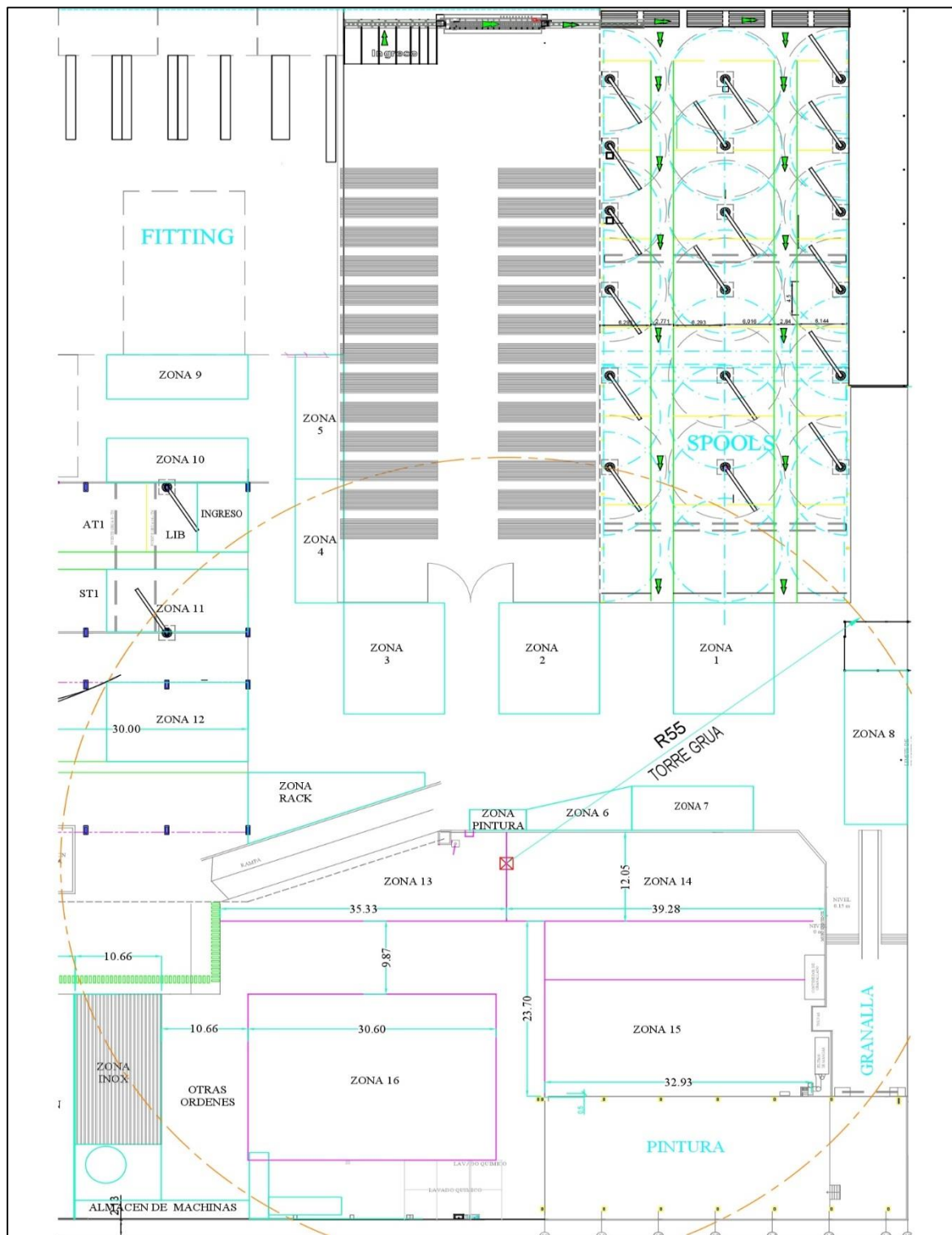
Por el tipo de equipos que se usan en este tipo de trabajo, muchos estarán fijados al piso ya que son difíciles de mover.

Todo el diseño se realiza en papel y luego se genera un prototipo o maqueta de estación de trabajo para cada uno de los procesos. Esta reorganización requerirá inversión ya que mover los equipos requiere del desembolso de una considerable suma de dinero. Será necesario mover no solo el equipo en si sino también las conexiones requeridas.

El nuevo diseño también contempla la llegada de suministros y piezas que serán trabajadas y ha sido concebido para mantener un flujo unidireccional desde el arranque del trabajo hasta las pruebas de certificación o Ensayos No Destructivos (END).

En el grafico se presenta a continuación se muestra el nuevo layout propuesto para la planta productiva, donde se puede apreciar un flujo unidireccional ordenado y el radio de acción de la grúa puente propuesta:

Figura N° 67 Nuevo layout propuesto.



Fuente:FIMA





### **6.1.2 Aplicando la teoría de limpieza (SEISO)**

Una vez definido el nuevo layout se estudia el trabajo a realizar para diseñar una estrategia de limpieza. Por la naturaleza del trabajo se producen muchos residuos que contaminan el ambiente como, por ejemplo:

- Residuos de soldadura
- Residuos de metal
- Restos de limpieza general.
- Residuos de material auxiliar de limpieza en calderería
- Errores de fabricación.
- Probetas rechazadas

Se realizarán capacitaciones e inspecciones constantes para garantizar que se respete la limpieza de las áreas de trabajo y también se proporcionaran los elementos adecuados para poder disponer de los residuos. Muchas veces un simple tacho no será suficiente. El procedimiento de limpieza estará publicado en cada área de trabajo y se definirán sitios específicos para la acumulación de desperdicios dentro de las instalaciones.

El nuevo diseño contempla una ruta para disponer con facilidad de los residuos.

### **6.1.3 Aplicando la teoría de Estandarización (SEIKETSU)**

Alineados con los puntos anteriores, se actualizan procesos y señalización estándar que será publicada en las áreas de trabajo, de modo que, con un solo vistazo, el operario sea capaz de ejecutar todas las tareas programadas para finalizar el día y dejar su estación de trabajo impecable. El esfuerzo de limpieza supone una pequeña reducción en el horario efectivo de trabajo de alrededor de 20 minutos, teniendo en cuenta que se realizan limpiezas parciales durante el día, con forme se vayan produciendo desperdicios.

En este punto procedemos a señalar las zonas definidas en la etapa anterior, requiriendo una inversión menor en pintura, cinta reflectiva y carteles informativos.

#### **6.1.4 Aplicando la teoría de Disciplina (SHITSUKE)**

Finalizando con la metodología y para garantizar que no se pierdan los logros obtenidos, se debe ser rigurosos en mejorar procesos que sean sólidos en el papel y adecuadamente registrados en el sistema. Esto permitirá que el objetivo de reducir el sobre costos por ensayos no destructivos se logren, mejorando el nivel de servicio a los clientes.

Adicionalmente a esto, se deben programar auditorías a las estaciones de trabajo para garantizar que se cumplan los nuevos estándares de orden y limpieza. Se sugiere que estas auditorías sean consideradas dentro de los criterios para la obtención de bonos por desempeño.

Para lograr este objetivo se planea usar una metodología de mejora continua, habiendo seleccionado para este caso el ciclo de Deming.

#### **6.2. Ciclo de Deming**

Para garantizar que todo el esfuerzo realizado en la infraestructura física produzca los resultados esperados, se deben reflejar los cambios realizados en los procesos actuales y también en el ERP de la empresa.

Se utilizara el ciclo de Deming para generar un cambio en la generación de la ruta de proceso en SAP de modo que se incluyan los recursos necesarios para la ejecución de los Ensayos No Destructivos. Esta modificación permitirá también incluir hitos de control para garantizar que los END sean realizados a tiempo y que la documentación sea debidamente registrada y almacenada.

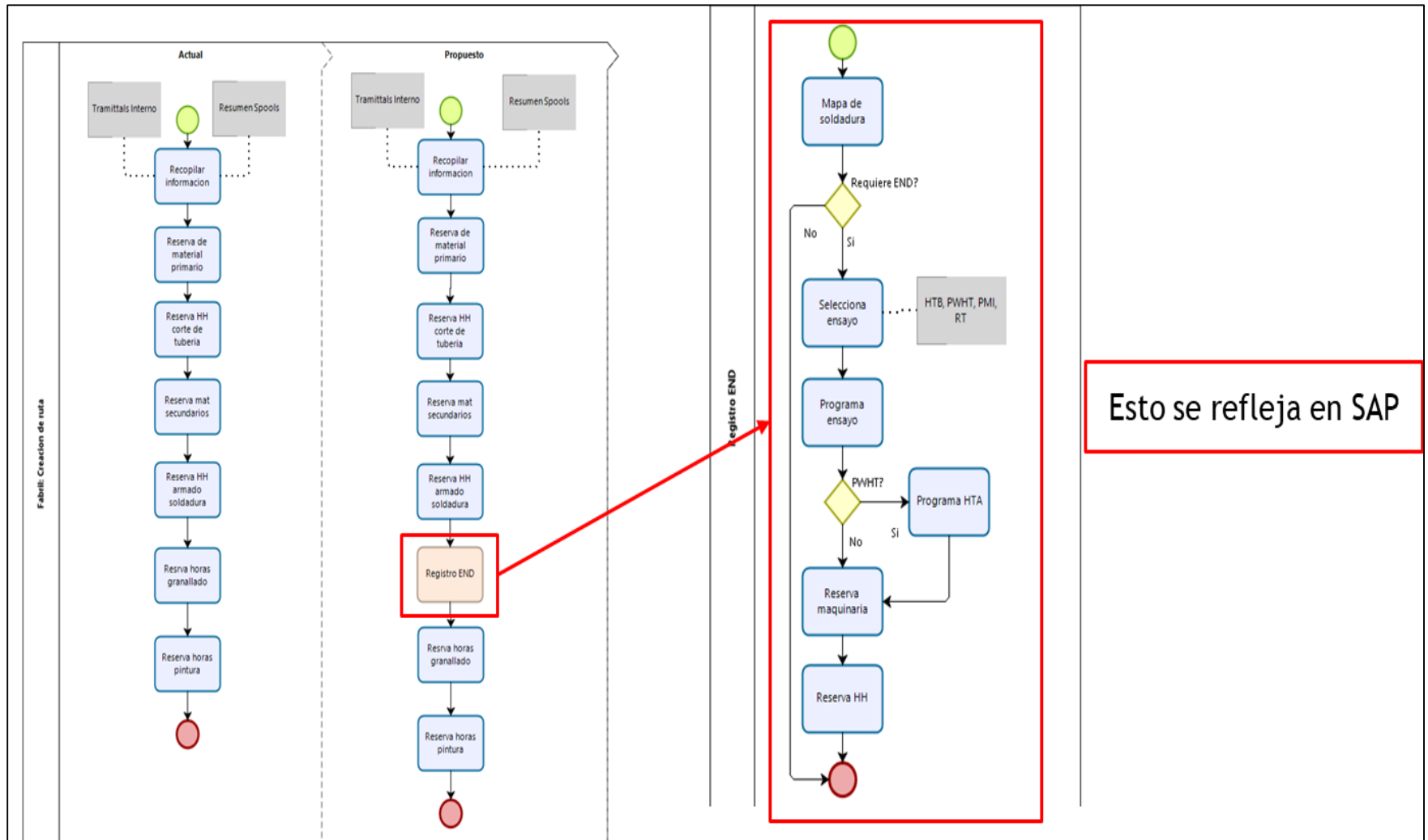
### **6.2.1 Plan de acción, basado teoría Deming**

Se analiza el proceso de creación de ruta y se encuentra que no se están registrando los END dentro del mismo. En esta etapa se planifica modificar el proceso actual para incluirlos.

Parte del alcance consiste en crear en SAP los recursos necesarios que serán utilizados para realizar las pruebas, de modo que se pueda detectar cuando un recurso ha usado toda su capacidad y se requiera contratar uno adicional. Del mismo modo, se podría dejar de alquilar recursos que no son utilizados.

En el grafico que se presenta a continuación muestra el flujo actual, a la derecha del cual el flujo incluyendo el cambio sugerido: Registro END. Finalmente, a la derecha muestra el detalle del sub-proceso Registro END que será reflejado en SAP como parte de la ruta de programación.

Figura N° 69 Flujo inicial y Flujo actual.



Fuente: FIMA

Para realizar este cambio se debe capacitar a los planificadores en los tipos de END que se deben registrar por cada tipo de trabajo a realizar. Se especifican también los recursos por cada una de las nuevas líneas de producción establecidas en el layout propuesto.

### **6.2.2 Puesta en marcha según planificación hacer (Do)**

Se realizan los cambios en una sola línea de producción, creando los recursos necesarios en SAP, trabajando solo con un planificador experimentado y una persona de control de calidad para que así asegurar la programación de los END correctamente.

El grafico que se muestra a continuación es el prototipo de cómo se verían reflejados los cambios propuestos al proceso de planificación de ruta en SAP. Se puede apreciar una secuencia a la que se le han agregado los END. Estos END son agregados a un recurso que tiene una capacidad limitada, pudiendo determinar cuándo es que se necesitan contratar más equipos.

Figura N° 70 Secuencia inicial vs cambio agregando el proceso END

The screenshot displays the SAP 'Sequence' configuration window for sequence 019000. The window includes fields for Raw Matl/Part Number, Op Code, Setup Quantity, Type, Quantity, and UM. Below these are fields for Rate, Minimum, Lead (Hours), Overlap, Frequency, Group, and Description. There are also checkboxes for Tooling, Matl Qty Disc, and Omit During Work Order Creation, along with a 'Select Calculator' dropdown set to 'Bar Stock'. Buttons for Save, Delete, Scheduling, Vendor Quote, Formulas, Matl Qty Disc, Learning Curve, and Clear are visible.

The sequence table below shows the following data:

Seq	Type	Omit	Part / Work Center	Op Code	Setup	Runtime	Unit	Rate	Description
009000	L		SRT1			3.690000	HR	41.930000	SOL R TIG
009000	L		SRF1			13.285500	HR	21.720000	SOL R FCAW-GMAW
010000	L		SRS1			4.690000	HR	45.320000	SOL R SAW
010990	L		CLDC			5.000000	HR		CONTROL CALIDAD CLEN
011000	L		CLD			5.000000	HR		CONTROL DE CALIDAD
012000	O		SVT ( TTE )			1.000000	UN		TRATAMIENTO TERMICO
013000	L		GRSP			25.0000	HR	51.990000	GRANALLADO 2nn
014000	L		PISP			3.000000	HR	21.200000	PRITURA BASE 2nn
015000	L		PISP			3.500000	HR	21.200000	PRITURA ACABADO 2nn
016000	M		519240105			1.000000	UN		.345600PROTECTOR PLUG
017000	M		619130030			2.000000	UN	1.720000	ANSI Flange Face Covers
018000	L		CLD			5.000000	HR		CONTROL DE CALIDAD

The sequence table below shows the following data:

Seq	Workcenter/Part	Description	Start Date	Due Date	Comp Date	Op Code	Qty Orig.	Qty Compl.	PCT	PCP	On-Hand	On f
1000	M. 401122242	PLANCHA KILLED - SEMIKILLED	11/04/20...	24/07/20...	25/06/20...		0.114	0.114		100.0%	1070.4	0
2000	M. 402010220	BARRA REDONDA EU	01/10/20...	12/10/20...	21/06/20...		1.05	1.05		100.0%	0	0
3000	M. 406011001	ANGULO EU	01/10/20...	12/10/20...	22/06/20...		1.91	2.01		105.2%	0	0
4000	M. 406017252	ÁNGULO	08/08/20...	16/08/20...	16/08/20...		1.131	1.131		100.0%	0	0
5000	L PAN3	HABILITAR PLANCHA(S)	24/07/20...	24/07/20...	24/06/20...		1	1	50.0%	100.0%		
6000	L SIER ()	HABILITADO DE BARRAS	05/10/20...	05/10/20...	16/08/20...		1	1	99.4%	100.0%		
7000	T TASK	RECEPCION DE MATERIALES	20/08/20...	20/08/20...	20/08/20...	001	0	0				
8000	L TAR ()	TALADRADO DE AGUJEROS	22/08/20...	22/08/20...	22/08/20...		1	1		100.0%		
9000	L CALL ()	CALDERERIA LAVORO	22/08/20...	22/08/20...	22/08/20...		1	1	97.4%	100.0%		
10000	L SML ()	SOLD GMAW/FCAW LAVOR	22/08/20...	22/08/20...	22/08/20...		1	1	99.0%	100.0%		
11000	T TASK	LIBERACION FINAL	24/08/20...	24/08/20...		003	0	0				

Fuente: FIMA

En esta etapa solo se capacita a un grupo reducido de personas, tanto operarios como administrativos ya que es solo el piloto.

El cambio propuesto implica que la ejecución de los END en piso sea registrada también en el ERP como sucede con todo el resto de las etapas de producción.

### **6.2.3 Analizando resultados revisión (Check)**

Se analizan los resultados del piloto para evaluar los resultados y realizar ajustes en los procesos, la capacitación y configuración de SAP.

Se valida que los controles establecidos sean suficientes para garantizar que se realicen las nuevas tareas y que se generen las alertas correspondientes.

### **6.2.4 Despliegue del proyecto actuar (ACT)**

Habiendo validado todos los conceptos y realizado los ajustes necesarios se procede con el despliegue del proyecto a toda el área de producción.

Se realiza una actualización a los procedimientos actuales para formalizar el sub proceso adicional Registro END, se realiza las capacitaciones al personal técnico y administrativo, se genera controles visuales que contengan los nuevos flujos y se realizan auditorias para garantizar que los cambios sean adoptados de forma correcta.

Una vez formalizados los cambios al proceso, se vuelve a evaluar para encontrar nuevas oportunidades de mejora.

### 6.3. Propuesta Económica

La siguiente propuesta contempla el gasto estimado propuesto por diversos proveedores para poder ejecutar los cambios necesarios en el layout de la línea de producción y en el ERP de la empresa.

Tabla N° 16 Propuesta económica

Inversión	
Capacitación	15,000
Equipos de manipulación	150,000
Cambio Layout	100,000
Herramientas y accesorios	25,000
Rotulado y señalización	10,000
Otros gastos	20,000
<b>Total Inversión</b>	<b>320,000</b>

Fuente: Elaboración propia

### 6.4. Capacitación

Contempla las horas hombre, contratación de capacitadores especializados y materiales que se van a utilizar para implementar la solución propuesta. Se prevé tener una fase inicial intensiva y luego algunos refuerzos mensuales.

### 6.5. Equipos de manipulación

Se planea asumir parte del costo de equipos de manipulación de materiales tales como una grúa puente y algunos otros equipos menores, que no solo servirán para lograr el objetivo del proyecto, sino que brindarán un aumento de capacidad a la empresa.



## **6.6. Cambio de Layout**

Contempla el movimiento de equipos, estaciones de trabajo y todas las conexiones necesarias para que puedan operar. También se incluye el mobiliario requerido para almacenar herramientas y equipos en las estaciones de trabajo.

## **6.7. Herramientas y Accesorios**

Se adquirirán herramientas de renovación, así como nuevos sets de modo que cada estación tenga las suyas y no deban compartirse con otras.

## **6.8. Rotulado y Señalización**

Elaboración de carteles y demarcación de puestos de trabajo, ubicaciones de herramientas y rutas de tránsito tanto de personas, trabajos y desechos.

## **6.9. Otros gastos**

Presupuesto de reserva para gastos imprevistos, que puede o no ser utilizado.

## **6.10. Escenarios propuestos**

Para poder justificar la inversión se proponen los siguientes objetivos de ahorro anuales, según el potencial identificado en la data histórica:

Tabla N° 17 Escenario de data histórica

<b>Beneficio esperado según data histórica</b>	
Beneficio por eliminación sobre	93,476
Beneficio por capacidad increme	20,000

Fuente: Elaboración propia

En base a estos ahorros se calculan tres posibles escenarios donde varía el nivel de éxito al conseguir los ahorros propuestos.

Tabla N° 18 Escenario de ahorros

<b>Beneficio obtenido por escenario</b>	
Pesimista	85%
Normal	90%
Optimista	95%

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se calcula la siguiente tasa de interés y un crecimiento conservador para los próximos años.

Tabla N° 19 COK

Rendimiento COK	11.06%
Crecimiento	2%

Fuente: Elaboración propia

Con la información propuesta se generan los siguientes escenarios financieros (Se consideró riesgo país).

Tabla N° 20 Resumen de escenarios

<b>Normal</b>						
	0	1	2	3	4	5
Beneficio por eliminación sobrecosto		84,129	85,811	87,527	89,278	91,064
Beneficio por capacidad incremental		18,000	18,360	18,727	19,102	19,484
<b>FCO</b>		102,129	104,171	106,255	108,380	110,547
Inversión	-320,000					
<b>FCE</b>	-320,000	102,129	104,171	106,255	108,380	110,547
<b>VAN</b>	<b>70,613</b>	<b>TIR</b>	<b>19%</b>			
<b>Pesimista</b>						
	0	1	2	3	4	5
Beneficio por eliminación sobrecosto		79,455	81,044	82,665	84,318	86,005
Beneficio por capacidad incremental		17,000	17,340	17,687	18,041	18,401
<b>FCO</b>		79,455	81,044	82,665	84,318	86,005
Inversión	-320,000					
<b>FCE</b>	-320,000	79,455	81,044	82,665	84,318	86,005
<b>VAN</b>	<b>-</b>	<b>16,108</b>	<b>TIR</b>	<b>9%</b>		
<b>Optimista</b>						
	0	1	2	3	4	5
Beneficio por eliminación sobrecosto		88,803	90,579	92,390	94,238	96,123
Beneficio por capacidad incremental		19,000	19,380	19,768	20,163	20,566
<b>FCO</b>		107,803	109,959	112,158	114,401	116,689
Inversión	-320,000					
<b>FCE</b>	-320,000	107,803	109,959	112,158	114,401	116,689
<b>VAN</b>	<b>92,314</b>	<b>TIR</b>	<b>22%</b>			

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, al ponderar los escenarios hallamos que la inversión es viable en cualquiera de ellos, con un alto grado de probabilidad de ganar.

Tabla Nº 21 Probabilidades

Escenario	Prob	VAN	TIR	Van x Prot (VAN - Van Pond)^2 x Prob
Pesimista	25%	-16,108	9%	-4,027 1,241
Normal	50%	70,613	19%	35,306 132
Optimista	25%	92,314	22%	23,078 360

Riesgo	VAN Esperado	54,358
	Varianza	1,734
	Desviacion Estandar	41,637

Probabilidad de perder	
Pesimista	12,721 Van esperado - Desviacion Estandar
Normal	54,358 Van esperado
Oprimista	95,995 Van esperado + Desviacion Estandar

$$Z = (X - \text{Van Esperado}) / \text{Desviacion Estandar}$$

Z -1.30552

Probabilidad de perder	9.59%
Probabilidad de Ganar	90.41%

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 22 Estimación de COK utilizando CAPM (US)

Nomenclatura	Significado	Fuente	Valor
Rf	Tasa libre de Riesgo	<a href="https://www.bloomberg.com/markets/rates-bonds/government-bonds/us">https://www.bloomberg.com/markets/rates-bonds/government-bonds/us</a>	2.88
Bp	Beta proyecto (desapalancado)	<a href="http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/betas.xls">http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/betas.xls</a>	1.13
(Rm - Rf)	Prima de Riesgo	<a href="http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html">http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html</a>	3.50
Kp	Rendimiento esperado del proyecto (desapalancado)	$Kp = Rf + Bp \times [Rm - Rf]$	6.84
Bp'	Beta proyecto (apalancado)	B proyecto	1.92
D	Deuda de la empresa	$D = D / (D+E)$	0.50
E	Patrimonio	$E = E / (D+E)$	0.50
T	Tasa de impuesto	<a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a>	0.30
RP	Riesgo Pais (Peru)	<a href="http://www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/Cuadros-Estadisticos/cuadro-055.xlsx">www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/Cuadros-Estadisticos/cuadro-055.xlsx</a>	1.46
<b>COK Proyecto (peru)</b>			<b>11.06</b>

Fuente: Elaboración propia

## **CAPITULO VII:**

### **CONCLUSIONES**

1. Al iniciar el proyecto de la Modernización de la Refinería Talara, FIMA Industrial no estaba preparada para poder atender a tiempo un proyecto de tal envergadura en procesos, equipos, infraestructura y capacitación. Considerando ello, el desarrollo del presente trabajo hace posible un modelo aplicando herramientas de Gestión de la Calidad Total (TQM, por sus siglas en inglés Total Quality Management), las 5 S y el Ciclo de Deming, pudiendo implementarse de forma exitosa para minimizar las entregas al cliente por falta de documentación y con ello, no solo poder ser aplicable a la línea de fabricación de spool de un solo proyecto, sino también a otros productos que la empresa considere vital para su crecimiento y desarrollo.
2. Cuando se procedió a planificar las entregas, se evidencio que la cantidad de Spools fabricados no todos tenían la documentación que certificaba que se habían realizado los END (ensayos no destructivos) correspondientes, causando demoras en la búsqueda y reprocesos por tener que volver a realizarse, parte de la mejora consiste en crear en el sistema SAP los recursos necesarios donde se puedan visualizar todos las pruebas de calidad que requiera no solo Spools, sino cualquier producto que la empresa FIMA Industrial fabrique, y así poder tener en tiempo real su avance y maquinaria necesaria para realizarlos, esto afecta directamente a mejorar los sobre costos en los cuales se puede incurrir por no llevar un buen control vía sistemas y mantenerlo en el tiempo.
3. Se estableció un procedimiento de programación en SAP, donde un personal calificado de planificación y un personal experimentado de Calidad, aseguraban que los END sean programados correctamente en tiempo (horas hombres por cada tipo de ensayo) y costo (alquiler de maquinarias) ambos necesarios que aseguren no exceder el presupuesto contemplado para cada proyecto y estos alineados a los compromisos del cliente.

4. El desarrollo del trabajo de investigación presentado es un aporte para la mejora del proceso productivo del rubro metalmecánico en el área de control de calidad, el cual puede ser aplicable a cualquier producto que la empresa fabrique, puesto que todos requieren como parte del proceso pruebas de ensayos no destructivos que aseguren la calidad de fabricación, los cuales puedan repercutir en el cumplimiento de metas y objetivos trazados.

## RECOMENDACIONES

1. Para la propuesta presente, del proceso de control de calidad, debe de quedar claro para todas las personas que pertenecen a la empresa FIMA Industrial, que esta es un propuesta de mejora en el proceso calidad, el cual requiere atención constante; por tanto se considera necesario necesarios a nivel de infraestructura, equipos, personal, capacitación, distribución, materiales, etc. para el correcto desarrollo de un proyecto de fabricación de spool.
2. Es recomendable realizar una auditoría de forma periódica de todas las valoraciones y cálculos que se aplican en cada proyecto, esto permitirá ajusta las fallas o cambios que se tuviera. Asimismo según la metodología construida en el presente proyecto, estas herramientas deben ser reconsideradas a medida que se generan cambios en el proceso de producción, para que así se tenga un proceso dinámico en el que se pueda realizar de forma permanente el seguimiento y actualización de las herramientas.
3. Para conseguir buenos resultados se debe diseñar para cada nuevo proyecto flujogramas y layouts adecuados a su proceso productivo para mitigar los retrasos por desorden y/o acumulación de productos, mediante la estructuración de todo el proceso en tiempo real. Esto permitirá que cada uno de los equipos de trabajo, presente buenos resultados.
4. Adecuar el actual sistema de control electrónico (SAP) mediante la implementación de hitos de control, para que refleje la realidad operativa del proceso control calidad, en el proceso de producción.
5. Finalmente realizar capacitaciones constantes de cada herramienta, para mejorar el proceso de control de calidad, para que así los integrantes de los grupos propicien el avance y mejoren la producción de Spools.



6. Se recomienda aplicar este modelo, el cual en el presente trabajo se evidencia y demuestra que mitigara los sobre costos causados por reprocesos y perdidas de Spools, y con ello incrementar la rentabilidad de la Empresa, dando como resultado cumplimiento al plan de entregas del cliente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ASME. (2005). (*American Society of Mechanical Engineers*) y ASTM (*American standards and testing materials*). . ASME.
- BCRP. (2018). *Estadística*. Obtenido de [www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/Cuadros-estadisticos/cuadro-055.xlsx](http://www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/Cuadros-estadisticos/cuadro-055.xlsx)
- Camison, & Gonzales. (2016). *Administración de Operaciones*.
- Corbetta, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Bolonia.
- Cueto. (2015). *Control de calidad: teoría y aplicaciones*.
- Duran, M. U. (1992). *Gestion de la Calidad*. Madrid: Diaz de Santos S.A.
- Economipedia. (2017). *Modelo de Valoracion de Activos Financieros CAPM* . Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/modelo-valoracion-activos-financieros-capm.html>
- FIMA. (2014). *Política de Calidad*. Arequipa.
- GEO. (2017). *Gestion de Operaciones*. Madrid: GEO.
- Gonzales. (2017). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*.
- Gonzales, L. (2017). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. Mexico: ORCID.
- Lozano, L. (1998). *Que es la Calidad?* Lima: Revista Reredica.
- Mora, L. (2006). *Mantenimiento Estratégico para Empresas Industriales o de Servicio*. España: AMG.

Onate, J. (2018). *Gerencia de Procesos*. Obtenido de <https://www.gerenciadigital.com/articulos/proceso.htm>

Presencia. (2004). *Administración de Proyectos*.

Rojas, L. (2014). *Administración de procesos de negocios*.

Rumaldo, B. (2015). *Inspeccion Visual y Liquidos Penetrantes*. Arequipa: UNSA.

SBS. (2018). *Tasa de Pasivos del Mercado Peruan*. Obtenido de <http://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIPasivaDepositoEmpresa.aspx?tip=B>

Simon. (2012). *Diagrama SIPOC*. Marriott.

Tari, J. (2000). *Calidad total: fuente de ventaja competitiva*. Madrid: RUA.

Ushiñahua, L. (2017). *Aplicacion del TPM, para Mejorar la Productividad en la Linea de Produccion de Spools*. Lima: UCV.

## REFERENCIAS WEB

<http://es.fimaperu.com/>

<https://www.nuovafima.com/en/prodotti/>

<http://pdf.directindustry.es/pdf/nuova-fima-14044.html>

<https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>

<http://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>

<http://www.unesco.org/new/es/culture/themes/cultural-diversity/diversity-of-cultural%20expressions/tools/policy-guide/planificar/diagnosticar/arbol-de-problemas/>

<https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>

<https://www.gestion.org/principios-del-metodo-de-las-5s/>

<http://equipo.altran.es/el-ciclo-de-deming-la-gestion-y-mejora-de-procesos/>

<https://www.sbgconsultores.es/el-ciclo-de-deming-o-circulo-pdca/>

[https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/PPFM/PP/PP05/es\\_PPFM\\_PP05\\_Contenidos/website\\_2  
diagrama de operaciones.html](https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/PPFM/PP/PP05/es_PPFM_PP05_Contenidos/website_2_diagrama_de_operaciones.html)

<http://www.eoi.es/blogs/scm/2012/11/03/sipoc-herramienta-para-mejorar-nuestros-procesos/>

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Agroindustria:** Es la actividad que consiste en producir, industrializar y comercializar productos de denominación agropecuaria, como son: Forestales, recursos naturales y biológicos.
- **Amerlock 400:** Recubrimiento que funciona como primario y acabado. Tiene la ventaja de poder aplicarse sobre superficies con un mínimo de limpieza. Usos principales en instalaciones industriales, intemperie marino, exterior de tanques, plataformas marinas, interior de tanques de almacenamiento de agua, tuberías.
- **ANSI:** Es una institución sin fines de lucro, que supervisa el desarrollo estándar de productos, servicios, procesos, sistemas y otros en EEUU
- **Apuntalado:** Procedimiento de soldadura que consiste en unir dos piezas metálicas con un punto de soldadura
- **ASME:** Es el acrónimo de American Society of Mechanical Engineers. Es una asociación de profesionales, que ha generado un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos, entre otros, calderas y recipientes sujetos a presión. Este código tiene aceptación mundial y es usado en todo el mundo
- **ASNT (SNT-TC-1A):** Es una norma para la calificación y certificación de personal. La ASNT es una sociedad técnica para profesionales de pruebas no destructivas (NDT).
- **Aspereza del tubo:** Es el conjunto de irregularidades que posee un tubo
- **ASTM:** Es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios. Existen alrededor de 12.575 acuerdos voluntarios de normas de aplicación mundial
- **Batch:** Lote
- **Brida Slip:** Es una brida con cuello para soldar (Bridas welding net)

- **Brida Welding Net:** Tipo de brida con cuello para soldar
- **Bridas:** Elemento que une dos componentes de un sistema de tuberías, permitiendo ser desmontado sin operaciones destructivas.
- **Caldereria:** Es una especialidad profesional de la rama de fabricación metálica que tiene como función principal la construcción de depósitos aptos para el almacenaje y transporte de sólidos en forma de granos o áridos, líquidos y gas así como todo tipo de construcción naval y estructuras metálicas
- **Caretas:** Un casco de soldadura es un tipo de casco utilizado al realizar ciertos tipos de soldadura para proteger los ojos, la cara y el cuello de quemaduras repentinas, luz ultravioleta, chispas, luz infrarroja y calor.
- **Check List:** Lista de Control
- **Ciclo de Deming:** También conocido como círculo PDCA (del inglés plan-do-check-act, esto es, planificar-hacer-verificar-actuar) o espiral de mejora continua, es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart.
- **Codo:** Es un suministro de forma curvada que se instala de forma junta con tubos, para permitir direccionar un líquido.
- Contra pruebas:
- **Control dimensional:** Es un método de verificación, validación y calibración de características geométricas de objetos
- **Cut Test:** prueba de corte que se realiza sobre una superficie pintada
- **END:** Ensayos no destructivos
- **Ensayos:** Prueba que se realiza para determinar si la fabricación esta de acorde a lo indicado según Norma

- **ERP:** Sistema de información que integran operaciones de producción y aspectos de distribución de una organización
- **Evaluación en fierro negro:** Revisión de fabricación previa al proceso de acabado y/o pintura
- **Feedback:** Termino en ingles que significa retroalimentación
- **Fitting:** Denominación en inglés para nombrar a accesorios soldables a tuberías de acero
- **Fundentes:** Sustancia que se añade a otra para facilitar su fusión
- **Granallar:** Propulsar a alta presión con fuerza abrasiva contra una superficie para alisarla o eliminar materiales contaminantes
- **Hard Test After:** Prueba de Dureza posterior al tratamiento térmico
- **Hard Test Before:** Prueba de Dureza previa al tratamiento térmico
- **ITP:** De las siglas en ingles Inspection test plan,
- **Layout:** Termino en inglés para diseño o disposición
- **Liberación de capa acabado:** Atestiguamiento de Ensayos en Pintura de acabado con presencia del cliente