



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS  
AMÉRICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Propuesta de Rediseño de los procesos productivos del área de  
cables de la empresa Smiths Interconnect**

**Para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería  
Industrial**

**Autora**

**Isabel Garro Rojas**

**Tutor**

**Freddy Hernández Barahona**

**Sede Aranjuez**

**Agosto/2018**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis es dedicada a mi madre la señora Ana Rojas Marín y mi padre Gerardo Garro Agüero, quienes a sus esfuerzos trabajando en sus diferentes funciones, como ama de casa y taxista han hecho posible que yo hiciera los estudios universitarios en la Universidad Internacional de las Américas.

A mi hermana Adriana Garro Rojas, por su constante ayuda, paciencia y apoyo que me brindó en los momentos difíciles.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios el todo poderoso por haberme permitido culminar mi tesis.

A mis padres por el apoyo incondicional recibido durante mi formación profesional, por su cariño y los consejos que me han dicho a lo largo de mi vida, son mi ejemplo de vida.

A profesores de la Escuela de Ingeniería Industrial que imparten su conocimiento.

De igual manera al ingeniero Leo Rivera de la empresa Smiths Interconnect por su apoyo y las facilidades brindadas en el desarrollo del presente trabajo y a los que me dieron su respaldo.

## CONTENIDO

Dedicatoria .....	1
Agradecimientos.....	2
Carta de revisión filológica .....	5
<b>FIGURAS</b> .....	<b>15</b>
<b>TABLAS</b> .....	<b>18</b>
<b>RESUMEN EJECTIVO</b> .....	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>21</b>
Generalidades de la Empresa.....	22
Visión de Smiths Interconnect.....	24
Misión de Smiths Interconnect .....	24
Valores.....	24
Organigrama de la Empresa, Smiths Interconnct .....	25
Planteamiento del Problema .....	26
Objetivos.....	27
Objetivo General .....	27
Objetivos Específicos .....	27
Justificación.....	27
Antecedentes.....	28
Automatización.....	28
Estandarización.....	28
Proyecciones.....	29
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>30</b>
Diagrama .....	30
Diagrama Ishikawa .....	30

	10
Diagrama de Flujo.....	31
Diagrama de Proceso.....	34
Diagrama de Pareto.....	37
Mapeo de Procesos .....	39
Etapas del mapeo de procesos.....	39
Reingeniería.....	40
Rediseño .....	41
Proceso .....	42
Administración de Procesos .....	43
Calidad.....	43
Competitividad .....	45
Productividad.....	46
Eficiencia.....	46
Eficacia.....	47
Efectividad .....	47
Mejora Continúa .....	47
Estandarización.....	49
Automatización.....	49
Metodología de las 5S .....	50
Seiri (Seleccionar) .....	50
Seiton (Ordenar).....	50
Seiso (Limpiar) .....	50
Seiketsu (Estandarizar) .....	50
Shitsuke (Autodisciplinarse) .....	50
Proceso Esbelto .....	51
Desperdicio o muda.....	51
Justo a tiempo (JIT) .....	54
Cambio de herramientas en pocos minutos (SMED) .....	55

Jidoka.....	55
Ingeniería de Métodos .....	56
Estudio de Métodos .....	58
Diagrama de Proceso.....	59
Diagrama Bimanual.....	59
Diagrama de Recorrido.....	61
Medición del Trabajo .....	62
Medición Directa: Estudio de Tiempos con Cronómetro .....	63
Muestreo del Trabajo.....	66
Ergonomía .....	67
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>68</b>
Enfoque.....	68
Cualitativo .....	68
Cuantitativo .....	68
Mixto .....	68
Diseño / Método .....	69
Investigación Exploratoria.....	69
Investigación Descriptiva .....	69
Investigación Correlacional.....	69
Investigación Explicativa .....	69
Muestra de la Investigación.....	69
Muestra Probabilística.....	70
Método tradicional.....	70
Muestra de lo tiempos de procedimiento. ....	72
Muestreo Aleatorio Simple .....	73

	12
Variables o Unidades de Análisis.....	74
Instrumentos .....	76
Proceso para la Recolección de Datos.....	76
Método de Análisis.....	78
Cronograma .....	78
WBS .....	78
Diagrama de Gantt.....	79
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN.....</b>	<b>80</b>
Análisis de la Demanda de Smiths Interconnect .....	80
Oferta-Demanda .....	81
Capacidad del Proceso.....	83
Capacidades de la Planta de Producción del Área de Cables.....	83
Capacidad real del área de cables estándar .....	85
Capacidad teórica del área de cables estándar.....	85
Capacidad necesaria del área de cables estándar.....	85
Capacidad real del área de cables custom .....	86
Capacidad teórica del área de cables custom .....	86
Capacidad necesaria del área de cables custom.....	87
Cuello de Botella .....	87
Tiempos de proceso .....	87
Descripción del Proceso del Área de Cables.....	87
Mapa de Proceso.....	88
Diagrama de Proceso.....	89
Cables Estándar .....	89
Cables Custom .....	90
Diagrama de Flujo .....	92
Análisis de Causas.....	95

	13
Ishikawa.....	103
Estudio de Tiempos .....	104
Pasos para la Línea Estándar .....	106
Tiempos para el cálculo del número de observaciones de los Cables Estándar .....	106
Pasos en la Línea Custom.....	107
Tiempos para el cálculo del número de observaciones de los Cables Custom .....	107
Valoración del ritmo de trabajo.....	109
Análisis de Productividad del Área de Cables .....	110
Eficiencia.....	112
Eficacia .....	112
Productividad.....	113
Distribución del Área de Cables.....	113
Diagrama de Recorrido.....	115
<b>CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>117</b>
Conclusiones.....	117
Recomendaciones .....	118
<b>CAPÍTULO VI: PROPUESTA .....</b>	<b>119</b>
Balance de Líneas.....	119
Balance de Líneas de Cables Estándar.....	119
Balance de Línea de Cables Custom .....	122
Diagrama de Proceso.....	124
Diagrama de proceso estándar .....	124
Diagrama de proceso custom.....	125
Diagrama de Flujo .....	126
Diagrama de Flujo de la Línea Estándar .....	127
Diagrama de Flujo de la Línea Custom .....	129

Distribución de planta.....	131
Diagrama de recorrido propuesto .....	133
Inversión de equipos deteriorados y claves para la producción .....	134
Análisis económico .....	137
Costo de la propuesta .....	137
Beneficio Económico .....	138
Beneficio No Económico.....	139
Plan de Implementación .....	139
1Referencias .....	142
Bibliografía.....	142
Apéndices .....	144
Apéndice #1.....	144
Apéndice #2.....	144
Apéndice #3.....	145
Apéndice #4.....	146
Apéndice #5.....	147
Apéndice #6.....	148
Apéndice #7.....	148
Apéndice #8.....	149
Apéndice #9.....	150
Apéndice #10.....	151
Apéndice #11.....	152
Apéndice #12.....	152
Apéndice #13.....	153
Apéndice #14.....	154
Apéndice #15.....	155
Apéndice #16.....	166
Apéndice #17.....	183

## FIGURAS

<b>Figura No. 1 Ubicación de Smiths Interconnect .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura No. 2 Organigrama de Smiths Interconnect.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura No. 3 Diagrama de Ishikawa .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura No. 4 Ejemplo de Diagrama de Flujo .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura No. 5 Simbología asignada para el Diagrama de Proceso .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura No. 6 Ejemplo de un Diagrama de Proceso para el ensamble de un juguete. 36</b>	
<b>Figura No. 7 Diagrama de Pareto .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura No. 8 Mapeo de Procesos .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura No. 9 Rediseño .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura No. 10 Medición del Proceso .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura No. 11 Funciones de la Ingeniería de Métodos .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura No. 12 Ejemplo de Diagrama de Proceso.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura No. 13 Ejemplo de un Diagrama Bimanual.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura No. 14 Ejemplo de Diagrama de Recorrido.....</b>	<b>62</b>
<b>Figura No. 15 Fórmula para calcular el promedio.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura No. 16 Fórmula del cociente.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura No. 17 Tabla para el cálculo del número de observaciones.....</b>	<b>72</b>
<b>Figura No. 18 Fórmula de Desviación Estándar.....</b>	<b>72</b>
<b>Figura No. 19 Intervalo de confianza .....</b>	<b>73</b>
<b>Figura No. 20 Fórmula de Muestreo Aleatorio Simple.....</b>	<b>73</b>
<b>Figura No. 21 WBS.....</b>	<b>79</b>
<b>Figura No. 22 Diagrama Gantt.....</b>	<b>79</b>

<b>Figura No. 23 Gráfico de la Demanda Histórica .....</b>	<b>82</b>
<b>Figura No. 24 Demanda de Cables.....</b>	<b>84</b>
<b>Figura No. 25 Capacidad Teórica Mensual del Área Estándar .....</b>	<b>85</b>
<b>Figura No. 26 Capacidad Necesaria del Área de Cables Estándar.....</b>	<b>86</b>
<b>Figura No. 27 Capacidad Teórica Mensual del Área de Custom.....</b>	<b>86</b>
<b>Figura No. 28 Capacidad Necesaria del Área de Cables Custom .....</b>	<b>87</b>
<b>Figura No. 29 Mapeo de Proceso.....</b>	<b>88</b>
<b>Figura No. 30 Diagrama de Proceso Estándar .....</b>	<b>89</b>
<b>Figura No. 31 Diagrama de Proceso de la Línea Custom .....</b>	<b>91</b>
<b>Figura No. 32 Diagrama de Flujo de los Cables Estándar .....</b>	<b>92</b>
<b>Figura No. 33 Diagrama de Flujo de Cables Custom .....</b>	<b>94</b>
<b>Figura No. 34 Respuesta de la pregunta #1.....</b>	<b>96</b>
<b>Figura No. 35 Respuesta de soldadura .....</b>	<b>96</b>
<b>Figura No. 36 Respuesta de materia prima.....</b>	<b>96</b>
<b>Figura No. 37 Respuesta de calibración RF .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura No. 38 Respuesta de experiencia.....</b>	<b>97</b>
<b>Figura No. 39 Respuesta de actitud .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura No. 40 Respuesta de la pregunta #3.....</b>	<b>98</b>
<b>Figura No. 41 Respuesta de la pregunta #4.....</b>	<b>98</b>
<b>Figura No. 42 Respuesta a la pregunta #5.....</b>	<b>99</b>
<b>Figura No. 43 Respuesta a la pregunta #6.....</b>	<b>99</b>
<b>Figura No. 44 Respuesta de la pregunta #7.....</b>	<b>100</b>
<b>Figura No. 45 Respuesta de la pregunta #8.....</b>	<b>100</b>
<b>Figura No. 46 Respuesta de la pregunta #9.....</b>	<b>101</b>

<b>Figura No. 47 Respuesta de la pregunta #10.....</b>	<b>101</b>
<b>Figura No. 48 Diagrama de Ishikawa .....</b>	<b>103</b>
<b>Figura No. 49 Tabla para el cálculo del número de observaciones.....</b>	<b>105</b>
<b>Figura No. 50 Escala de valoración.....</b>	<b>109</b>
<b>Figura No. 51 Tiempos Muertos del Área de cable .....</b>	<b>111</b>
<b>Figura No. 52 Tiempos Fijos en el Área de Cables.....</b>	<b>111</b>
<b>Figura No. 53 Tiempo Muerto Total.....</b>	<b>111</b>
<b>Figura No. 54 Eficiencia del Área de Cables.....</b>	<b>112</b>
<b>Figura No. 55 Eficacia del área de cables.....</b>	<b>112</b>
<b>Figura No. 56 Productividad del Área de Cables. ....</b>	<b>113</b>
<b>Figura No. 57 Distribución del Área de Cables .....</b>	<b>113</b>
<b>Figura No. 58 Diagrama de Recorrido Smiths Área de Cables. ....</b>	<b>115</b>
<b>Figura No. 59 Tiempo de Ciclo de la Línea Estándar .....</b>	<b>120</b>
<b>Figura No. 60 Capacidad para cada estación en la línea estándar .....</b>	<b>120</b>
<b>Figura No. 61 Promedios Desbalanceados de la Línea Estándar.....</b>	<b>121</b>
<b>Figura No. 62 Promedios Balanceados de la Línea Estándar .....</b>	<b>121</b>
<b>Figura No. 63 Tiempo Ciclo de la Línea Custom .....</b>	<b>122</b>
<b>Figura No. 64 Capacidad para cada estación en la línea Custom.....</b>	<b>123</b>
<b>Figura No. 65 Promedios Desbalanceados de la Línea Custom .....</b>	<b>123</b>
<b>Figura No. 66 Promedios Balanceados de la Línea Custom.....</b>	<b>124</b>
<b>Figura No. 67 Diagrama de Proceso Propuesto Estándar .....</b>	<b>125</b>
<b>Figura No. 68 Diagrama de Proceso Propuesto para Custom.....</b>	<b>126</b>
<b>Figura No. 69 Diagrama de Flujo Propuesto para la Línea Estándar. ....</b>	<b>128</b>
<b>Figura No. 70 Diagrama de Flujo Propuesto. ....</b>	<b>130</b>

<b>Figura No. 71 Distribución de Planta Propuesta</b> .....	132
<b>Figura No. 72 Diagrama de recorrido propuesto</b> .....	133
<b>Figura No. 73 Características de la máquina de soldadura propuesta</b> .....	134
<b>Figura No. 74 Machote de Productos Rechazados</b> .....	136

## TABLAS

<b>Tabla No. 1 Tipos de Desperdicios, síntomas, posibles causas y herramientas para eliminarlas</b> .....	52
<b>Tabla No. 2 Etapas para hacer Ingeniería de Métodos</b> .....	58
<b>Tabla No. 3 Criterios de Evaluación</b> .....	66
<b>Tabla No. 4 Tabla de Variables</b> .....	74
<b>Tabla No. 5 Instrumentos de la Investigación</b> .....	76
<b>Tabla No. 6 Datos Históricos de la Demanda</b> .....	81
<b>Tabla No. 7 Demandas Mensuales</b> .....	83
<b>Tabla No. 8 Respuestas, pregunta 1</b> .....	96
<b>Tabla No. 9 Respuestas, pregunta 2</b> .....	98
<b>Tabla No. 10 Respuestas, pregunta 3</b> .....	98
<b>Tabla No. 11 Respuestas, pregunta 4</b> .....	99
<b>Tabla No. 12 Respuestas, pregunta 5</b> .....	99
<b>Tabla No. 13 Respuestas, pregunta 12</b> .....	100

<b>Tabla No. 14 Respuestas, pregunta 7</b> .....	100
<b>Tabla No. 15 Respuestas, pregunta 8</b> .....	101
<b>Tabla No. 16 Respuestas, pregunta 9</b> .....	101
<b>Tabla No. 17 Respuestas, pregunta 10</b> .....	102
<b>Tabla No. 18 Tiempos para el cálculo del número de observaciones de los Cables Estándar</b> .....	106
<b>Tabla No. 19 Cálculo de observaciones cable estándar</b> .....	106
<b>Tabla No. 20 Tiempos para el cálculo del número de observaciones de los Cables Custom</b> .....	108
<b>Tabla No. 21 Cálculo de observaciones de los cables Custom</b> .....	109
<b>Tabla No. 22 Desperdicios del Área de Cables</b> .....	110
<b>Tabla No. 23 Promedios de Tiempos de la Línea Estándar</b> .....	120
<b>Tabla No. 24 Promedios de Tiempos de la Línea Custom</b> .....	122
<b>Tabla No. 25 Costos de la propuesta</b> .....	138
<b>Tabla No. 26 Tabla de Costo de Salario</b> .....	139
<b>Tabla No. 27 Tabla de Costos de Personal</b> .....	139
<b>Tabla No. 28 Plan de Implementación</b> .....	140

## RESUMEN EJECTIVO

La propuesta del rediseño de los procesos de producción de la empresa Smiths Interconnect ubicada en el Coyal de Alajuela, fabricante de cable, que se comercializa tanto en el mercado nacional como internacional, nace debido a la exigencia de los clientes y la fluidez que debe tener el área de cables.

Por lo mencionado, se justifica desde un punto de vista de volumen de producción la necesidad de realizar el proyecto, también se consideró en el rediseño de las líneas y procedimientos y la modernización de las máquinas de soldadura, lo que genera la necesidad de actuar y tomar medidas en el proceso.

La empresa se ubica en la Zona Franca el Coyal de Alajuela, Smiths Interconnect es un proveedor líder de componentes electrónicos, subsistemas, microondas y productos de radiofrecuencia técnicamente diferenciados que conectan, protegen y controlan aplicaciones críticas en los mercados de aviación comercial, defensa, espacial, médico, ferroviario, prueba de semiconductores, telecomunicaciones inalámbricas e industriales.

El objetivo del proyecto es asegurar el satisfacer a los clientes, en calidad y cantidad del producto, mediante el rediseño del proceso del área de cables; rediseñando la línea de **custom** y estándar: Se pretende estandarizar los procedimientos, y agilizar la fluidez de las líneas.

La idea de la propuesta es generar un proceso que sea flexible a cualquier cambio y que el producto desarrollado marque la diferencia en el mercado con respecto a las variables de calidad de los cables, además de generar un producto completamente inocuo para el uso humano.

Según la evaluación económica es un proyecto que tiene un costo de ₡6.496.295,00. También se realiza un plan de implementación en caso de que la empresa decida poner en funcionamiento el proyecto, en dicho plan se establece una serie de actividades que se deben cumplir en un orden cronológico para que el proyecto sea exitoso.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

En épocas donde las exigencias del mercado son cada vez más altas, las empresas se han visto en la tarea de ser más productivas y competitivas con sus productos o servicios, es por esta razón que siempre se debe trabajar con la filosofía del mejoramiento continuo, logrando procesos estandarizados y buscando siempre sobrepasar los niveles de satisfacciones de los clientes.

En el siguiente trabajo se darán a conocer los significados y las metodologías para rediseño, estandarización y mejoramiento de procesos en la empresa Smiths Interconnect, tomando como referencia el proceso de Gestión de Operaciones y los respectivos sub-procesos, analizando el estado actual de los procesos y efectuando recomendaciones de mejora en la organización.

El proyecto está enfocado en la línea de investigación de automatización de los procesos para elaborar productos y rediseñar, desarrollar y mejoramiento de procesos; ya que surge la necesidad de identificar, analizar y reducir las fallas que afectan el rendimiento y la productividad de la empresa. Se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I: Introducción, donde se describe la empresa, se plantea el problema del proyecto, los objetivos, la justificación, los antecedentes y las proyecciones del mismo.

Capítulo II: Marco Teórico, se presentan los antecedentes a la investigación y los fundamentos teóricos para justificar y realizar el presente proyecto.

Capítulo III: Marco Metodológico, presenta información acerca de los métodos, técnicas, estrategias y procedimientos aplicados para lograr el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación.

Capítulo IV: La Situación Actual, se presentan los productos que ofrece Smiths Interconnect, además la maquinaria y los procesos involucrados en la producción de los productos.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones, se exponen las conclusiones del estudio realizado y un conjunto de recomendaciones para el mismo.

Capítulo VI: Propuesta, se presentan las propuestas de mejora elaboradas con base en la información y resultados obtenidos durante el período de estudio, sobre los factores que afectan el proceso productivo de la empresa.

Por último, se presentan las referencias que se consultaron y anexos referenciados a lo largo del estudio.

### **Generalidades de la Empresa**

EMC Technology Inc, actualmente Smiths Interconnect, fue fundada en 1963 en el estado de Pennsylvania, con el propósito de producir resistencias de alta potencia y para microondas. Para el año de 1997 la alta gerencia de EMC Technology Inc., operando desde su sede actual en Nueva Jersey, incorporó dentro de sus objetivos estratégicos el establecer una fábrica alterna fuera de los EEUU. Se evaluó entonces la posibilidad de establecerla en México, Irlanda o Costa Rica.

Durante la primera mitad de 1997 un grupo de Gerentes de EMC Technology Inc. visitó Costa Rica y evaluó las ventajas de producir bajo el Régimen de Zonas Francas. Como parte del proceso visitaron varias zonas francas del país, tanto en el Valle Central como en Cartago y Puntarenas.

Después de visitar las zonas francas decidieron establecerse en el Valle Central en la Zona Franca Metropolitana. El edificio escogido, después de un largo análisis, tenía un tamaño de aproximadamente 1,300 m<sup>2</sup> o unos 14,000 ft<sup>2</sup>.

Una vez escogida la localización de la planta era hora de escoger el equipo de trabajo para arrancar la planta. A mediados de julio de 1997 escogieron al Gerente General. Entre agosto y setiembre de ese mismo año se contrató el personal clave para iniciar el entrenamiento en los EEUU.

Durante los meses de setiembre, octubre y diciembre el personal clave estuvo recibiendo entrenamiento en los EEUU, aprendiendo la tecnología utilizada en el proceso de fabricación. Pasaron por el entrenamiento en las diferentes celdas y procesos de manufactura que actualmente se tienen en Costa Rica.

El 25 de noviembre de 1997 se presentó, al Gobierno de Costa Rica, la solicitud para incorporarse al régimen de Zonas Francas, al amparo de la ley #7210 del país. El gobierno resolvió positivamente nuestra solicitud el 1 de diciembre de 1997 y se publicó, en La Gaceta del 26 de enero de 1998, el acuerdo ejecutivo de otorgar a Compañía EMC Tecnología S.A. el permiso para operar bajo dicho régimen.

Durante los primeros días de febrero de 1998 dieron inicio los trabajos para el acondicionamiento de las instalaciones.

En abril de 1998 llegó el primer lote material para producción. Iniciando la producción con un lote de un producto conocido como el 8475. El 27 de abril se produjeron las primeras 520 piezas, de un lote de 10,000 unidades.

Para el 8 de mayo de 1998 se había terminado el primer lote completamente. El rendimiento fue de un 99.3%. El 19 de mayo se estaba haciendo la primera exportación desde Costa Rica. 9902 piezas del producto 8475 iban camino a los EEUU. En 1998 se pasó de cuatro empleados a 28 y en 1999 de 28 a 55, continuando el crecimiento en los años subsiguientes, hasta la actualidad con 225.

En setiembre de 1998 un grupo de inversionistas de los EEUU compró a los dueños originales la mayoría de las acciones. Un año más tarde iniciaron las negociaciones para vender el 100% de las acciones a una empresa del Reino Unido. El 14 de febrero del 2000 se concreta la venta a la empresa Smiths Industries una compañía de más de 15,000 empleados fundada en 1851 por Samuel Smiths y con ventas que superaron en 1999 los \$2,000 millones. Esta empresa es la actual dueña de EMC.

Durante el mes de julio del 2000 se ensamblaron los primeros cables para Times Microwave. A fines de febrero del 2001 iniciamos el ensamble de cables para Florida RFL.

Smiths Interconnect es un proveedor líder de componentes electrónicos, subsistemas, microondas y productos de radiofrecuencia técnicamente diferenciados que conectan, protegen y controlan aplicaciones críticas en los mercados de aviación comercial, defensa, espacial, médico, ferroviario, prueba de semiconductores, telecomunicaciones inalámbricas e industriales.

Smiths Interconnect es parte de Smiths Group, un líder global en la aplicación de tecnologías avanzadas para mercados en detección de amenazas y contrabando, energía, dispositivos médicos, comunicaciones y componentes de ingeniería. Smiths Group emplea a alrededor de 22,000 personas en más de 50 países.

Las marcas de tecnología de Smiths Interconnect (EMC, HYPERTAC, IDI, LORCH, MILLITECH, RF LABS, TECOM y TRAK) son sinónimo de un rendimiento excepcional siempre que se requiera una solución de alta calidad tecnológicamente avanzada para garantizar la fiabilidad

y la seguridad. Nuestro amplio portafolio de productos incluye ensambles de cables y conectores eléctricos de alta confiabilidad, soluciones para sistemas de antenas y una amplia gama de innovadoras soluciones de RF y microondas.

Smiths Inteconnect comparte los valores de respeto, propiedad, integridad, atención al cliente y pasión, que guían las acciones y el comportamiento de todos los días, sin importar el papel.

La empresa cuenta con certificaciones: Sistema de gestión de calidad AS9100C y ISO 9001:2008 Sistema de gestión ambiental ISO-14001 Acreditación Nadcap para conjuntos de cables SAE Aerospace Standard AS7003 Sistema de gestión de seguridad y salud laboral OSHAS 18001 REACH Certificado de conformidad Certificado de cumplimiento RoHS Conflicto Minerals Compliance.

### **Visión de Smiths Interconnect**

Es un orgullo ser parte de Smiths y desafiar los límites para brindar soluciones innovadoras a fin de hacer frente a los retos del mundo.

### **Misión de Smiths Interconnect**

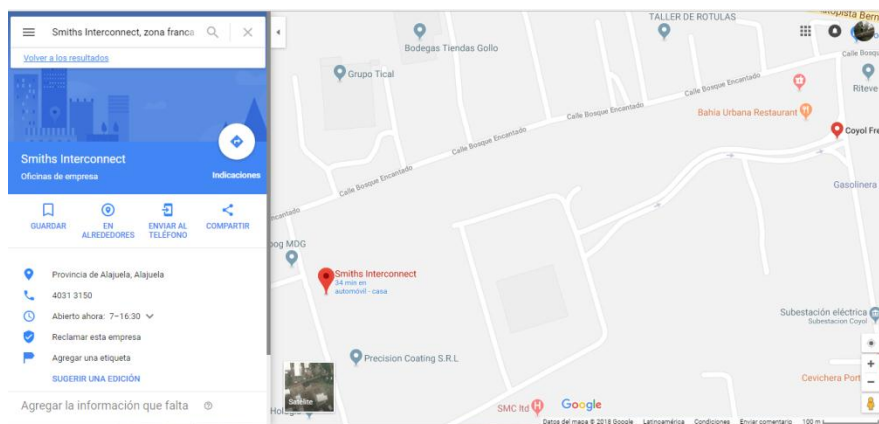
Ser socio global para las soluciones innovadoras de conectividad.

### **Valores**

- Integridad.
- Respeto.
- Responsabilidad.
- Enfoque en el cliente.
- Pasión.

En la siguiente figura No. 1 se mostrará donde se encuentra la empresa Smiths Interconnect.

### Figura No. 1 Ubicación de Smiths Interconnect



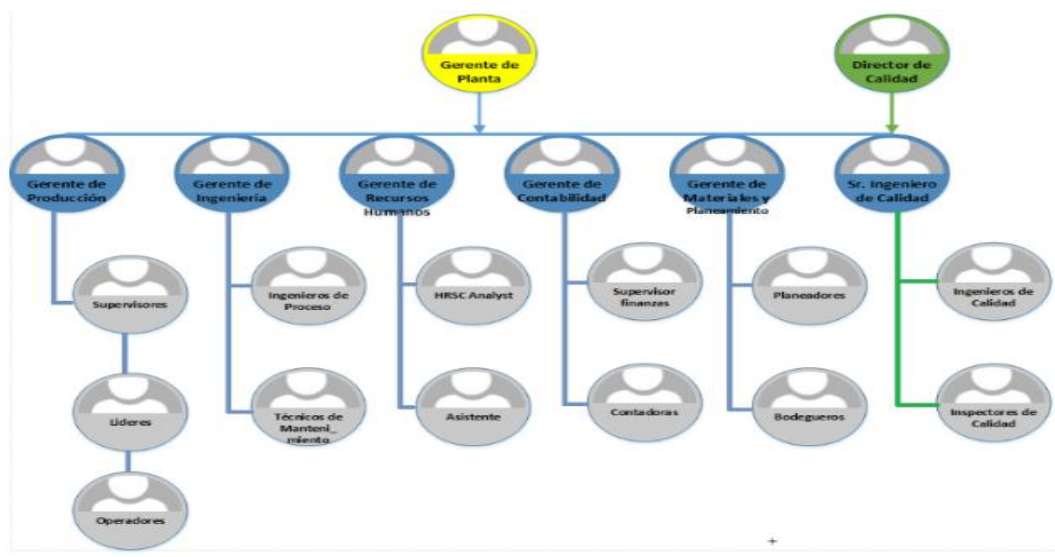
### Nota: Google Maps

En la figura No 1 anterior, muestra la ubicación por medio de una imagen de la empresa Smiths Interconnect, que se encuentra ubicada dentro de la zona franca del Coyoil localizada en la provincia de Alajuela.

### Organigrama de la Empresa, Smiths Interconnect

La empresa Smiths Interconnect cuenta con un organigrama, el cual representa la información representativa de una organización hasta determinado nivel jerárquico, según la magnitud y las características, en la figura No. 2.

**Figura No. 2 Organigrama de Smiths Interconnect**



**Nota: Smiths Interconnect**

En la figura No 2 se muestra el organigrama de la empresa Smiths Interconnect; donde se representa de manera gráfica la estructura de los departamentos, haciendo un esquema sobre las relaciones jerárquicas y competenciales en vigor en la organización.

**Planteamiento del Problema**

De acuerdo con la situación actual de la empresa, se estudia la exigencia del proceso en el área de cables, la cual resulta como prioritario lograr el cumplimiento de los estándares de tiempos y calidad en el producto para ofrecer un excelente servicio, se cumple en ocasiones pero no en todos los pedidos, ya que el área labora con órdenes de trabajo y no siempre son las mismas cantidades ni los mismos productos.

Se pretende establecer tiempos estándares para mejorar la línea, y de esta manera tomar en cuenta la calidad del producto.

En la empresa cuentan con una planeación de la producción, diagramas de flujo donde indica el orden en el que se realiza la producción del cable, pero por más orden que consiga tener en el área de cables no se les está dando de buena manera.

Smiths Interconnect trabaja con orden de trabajo, por ende produce lo que le solicitan; algunos meses les solicitan más que en otros, por eso, dependiendo de la demanda requiere de personal, y si en dado caso no se da abasto acude a las horas extra.

Lo que se lleva a la siguiente pregunta:

¿Cómo rediseñar el método de trabajo para el área de cables de la empresa Smiths Interconnect para el cumplimiento de los estándares de tiempos y calidad para la elaboración del producto?

Smiths Interconnect es un proveedor líder de componentes electrónicos, subsistemas, microondas y productos de radiofrecuencia técnicamente diferenciados que conectan, protegen y controlan aplicaciones críticas en los mercados de aviación comercial, defensa, espacial, médico, ferroviario, prueba de semiconductores, telecomunicaciones inalámbricas e industriales.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Rediseñar el método de trabajo para el área de cables de la empresa Smiths Interconnect para lograr el cumplimiento de los estándares de tiempos y calidad para la elaboración del producto.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar un mapeo de proceso mediante la observación y la toma de tiempos para determinar el estado actual del área de cables.
- Aplicar herramientas de análisis a la información obtenida para determinar el proceso de planeación de la producción y los materiales.
- Analizar la información obtenida del proceso del área de cables para diseñar una propuesta de mejora del proceso en estudio.
- Desarrollar un análisis de costo-beneficio de la propuesta.

### **Justificación**

La competitividad en las empresas y su constante búsqueda por la excelencia en un entorno actual, ha llevado a que las mismas desarrollen estrategias y modelos que les ayuden a lograr un mejoramiento continuo sostenido en el tiempo. El presente trabajo se realiza con el fin de mostrar la importancia, beneficios y alcance que ofrece la implementación de una metodología para el diseño, estandarización y mejoramiento de procesos en un determinado ente económico.

En la empresa Smiths Interconnect se ha evidenciado la necesidad de estandarizar una metodología para el desarrollo de procedimientos en el área de cables como primera etapa, e ir aplicando estas técnicas en las diferentes áreas que componen la organización.

La empresa cuenta con altos estándares de calidad. Es por esto que el documento a continuación refleja el estado actual de los procedimientos y pretende fortalecer posibles puntos débiles, así como presentar mejoras para el área de cables de la organización y con esto optimizar en todos sus aspectos funcionales incrementando no sólo sus utilidades, sino su efectividad en los tiempos de respuesta a los requerimientos que se presenten en el día a día de la operación.

La competitividad en las empresas y su constante búsqueda por la excelencia en un entorno actual, ha llevado a que las mismas desarrollen estrategias y modelos que les ayuden a lograr un mejoramiento continuo sostenido en el tiempo. El presente trabajo se realiza con el fin de mostrar la importancia, beneficios y alcance que ofrece la implementación de una metodología para el diseño, estandarización y mejoramiento de procesos en un determinado ente económico.

## **ANTECEDENTES**

### **Automatización**

“La automatización industrial, considerada como el manejo de la información en las empresas para la toma de decisiones en tiempo real, incorpora la informática y el control automatizado para la ejecución autónoma y de forma óptima de procesos diseñados según criterios de ingeniería y en consonancia con los planes de la dirección empresarial” (Ernesto, 2006).

El concepto de automatización (del griego autos que significa “por sí mismo” y “maiomai” que significa “lanzar”) corresponde a la necesidad de minimizar la intervención humana en los procesos de gobierno directo en la producción, vale decir, ahorrar esfuerzo laboral. La automatización es, esencialmente, la convergencia de tres tecnologías: mecánica, electrónica e informática.

### **Estandarización**

En el presente trabajo, se realizó una investigación en los procesos de tres productos, de una empresa dedicada a productos metálicos para uso de la construcción, implementando la técnica del estudio del trabajo la cual establece herramientas estadísticas, cuadros de calificación, gráficas de producción y recorrido, que ayudan a identificar los tiempos de ocio, estandarizar los procesos,

establecer los transportes improductivos que provocan desperdicios de tiempo y material, con el objetivo de aumentar la productividad con los mismos recursos y mejorar el rendimiento de los trabajadores al disminuir la fatiga. Se establece una metodología en la cual se conforman por un diagnóstico general del área donde se conoce cuáles son los diferentes componentes que interactúan, el estado actual de los procedimientos que da como resultado la descripción de los procesos, los tiempos operativos, la representación gráfica y las posibles mejoras en las actividades de los procesos. (Mazuera, 2012). *Estandarización de los procesos de producción de la empresa construcciones cuartas*. Tesis para el grado de Bachillerato, Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia.

### **Proyecciones**

- Aumentar la competitividad de la empresa con estrategias y modelos que le ayuden a lograr un mejoramiento continuo en dicha área.
- Aumentar la producción de los diferentes tipos de cables por medio de procesos automatizados.
- Rediseñar el proceso del área de cables, en donde se estandaricen los tiempos de producción y que aumente su capacidad de producción.
- Disminuir la ergonomía en la empresa Smiths Interconnect, específicamente en el área de cables.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se tomarán en cuenta conceptos importantes para profundizar en la investigación y para el desarrollo del presente proyecto. De esta manera, la presente sección sirve de guía para interpretar más ampliamente las herramientas y métodos que se utilizarán para el entendimiento del desarrollo de este proyecto.

### Diagrama

Una herramienta gráfica que visualiza fenómenos o flujos, tanto de la realidad como del proyecto. El diagrama, que surge de la materia y que aún no tiene forma o figura precisa, es un primer paso de cristalización momentánea, una visión esquemática pensada para que evolucione en el tiempo sin condicionar la forma. Un diagrama es una posibilidad, un medio geométrico que sirve para proceder de lo no decible hacia las palabras; es decir, de lo que no tiene forma ni lenguaje a lo que puede irse formulando, proyectando y formalizando. (Montaner, 2008, pág. 23).

### Diagrama Ishikawa

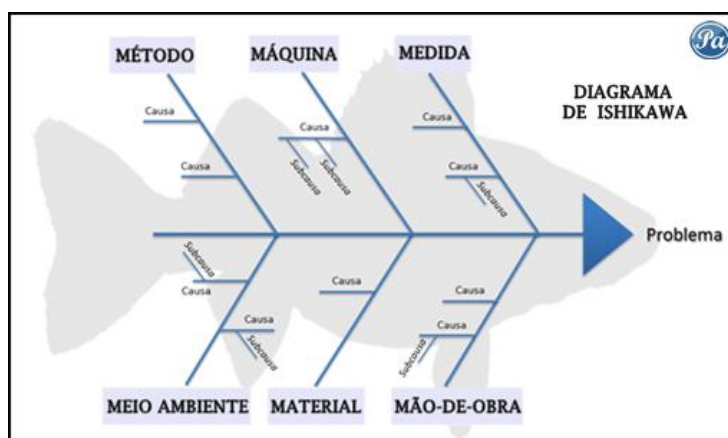
Conocido también como causa-efecto, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. (Stachú, 2009, pág. 5).

Las etapas para realizar un Ishikawa son las siguientes:

1. Decidir el efecto (por ejemplo una característica de calidad) que se quiere controlar y/o mejorar o un problema (real o potencial) específico.
2. Colocar el efecto en un rectángulo en el extremo con una flecha.
3. Escribir los principales factores vinculados con el efecto sobre el extremo de flechas que se dirigen a la flecha principal (en general se considera aquí los factores de variabilidad más comunes). Cada grupo individual forma una rama.
4. Escribir, sobre cada una de estas ramas, los factores secundarios. Un diagrama bien definido tendrá ramas de al menos dos niveles y varias ramas tendrán tres o más niveles.
5. Continuar de la misma forma hasta agotar los factores.
6. Completar el diagrama, verificando que todas las causas han sido identificadas.

(Técnicas, 2009, págs. 22-23).

**Figura No. 3 Diagrama de Ishikawa**



**Nota: Google.**

Se observa un ejemplo tomado de Google para demostrar de manera gráfica lo que es un Diagrama de Ishikawa; es la representación de causas que a su vez tienen sub-causas que muestran el problema por el cual la empresa esté pasando.

**Diagrama de Flujo**

Identifica la secuencia de actividades o flujo de materiales e información en un proceso. Los diagramas de flujo ayudan a la gente que participen en el proceso a entenderlo mucho mejor y con mayor objetividad al ofrecer un panorama de los pasos necesarios para realizar la tarea. (Evans & William M. Lindsay, 2008, pág. 689).

Los pasos que sirven de guía para la construcción de un Diagrama de Flujo, son los siguientes:

1. Conformar un grupo de trabajo donde participen aquellos que son responsables de la ejecución y el desarrollo de los procedimientos que se encuentran debidamente interrelacionados y que constituyen un proceso.
2. Establecer el objetivo que se persigue con el diseño de los diagramas y la identificación de quién lo empleará, ya que esto permitirá definir el grado de detalle y tipo de diagrama a utilizar.
3. Definir los límites de cada procedimiento mediante la identificación del primer y último paso que lo conforman, considerando que en los procedimientos que están

interrelacionados el comienzo de uno es la conclusión del proceso previo y su término significa el inicio del proceso siguiente.

4. Una vez que se han delimitado los procedimientos, se procede a la identificación de los pasos que están incluidos dentro de los límites de cada procedimiento y su orden cronológico.
5. Al realizar la ubicación de los pasos se deben identificar los puntos de decisión y desarrollarlos en forma de pregunta, la presentación de las dos ramas posibles correspondientes se identifican con los términos SÍ/NO.
6. Al tener identificados y ubicados los pasos en orden cronológico, es recomendable hacer una revisión del procedimiento con el fin de corroborar que el mismo se encuentra completo y ordenado, previendo así la omisión de pasos relevantes.
7. Construir el diagrama respetando la secuencia cronológica y asignando los correspondientes símbolos.

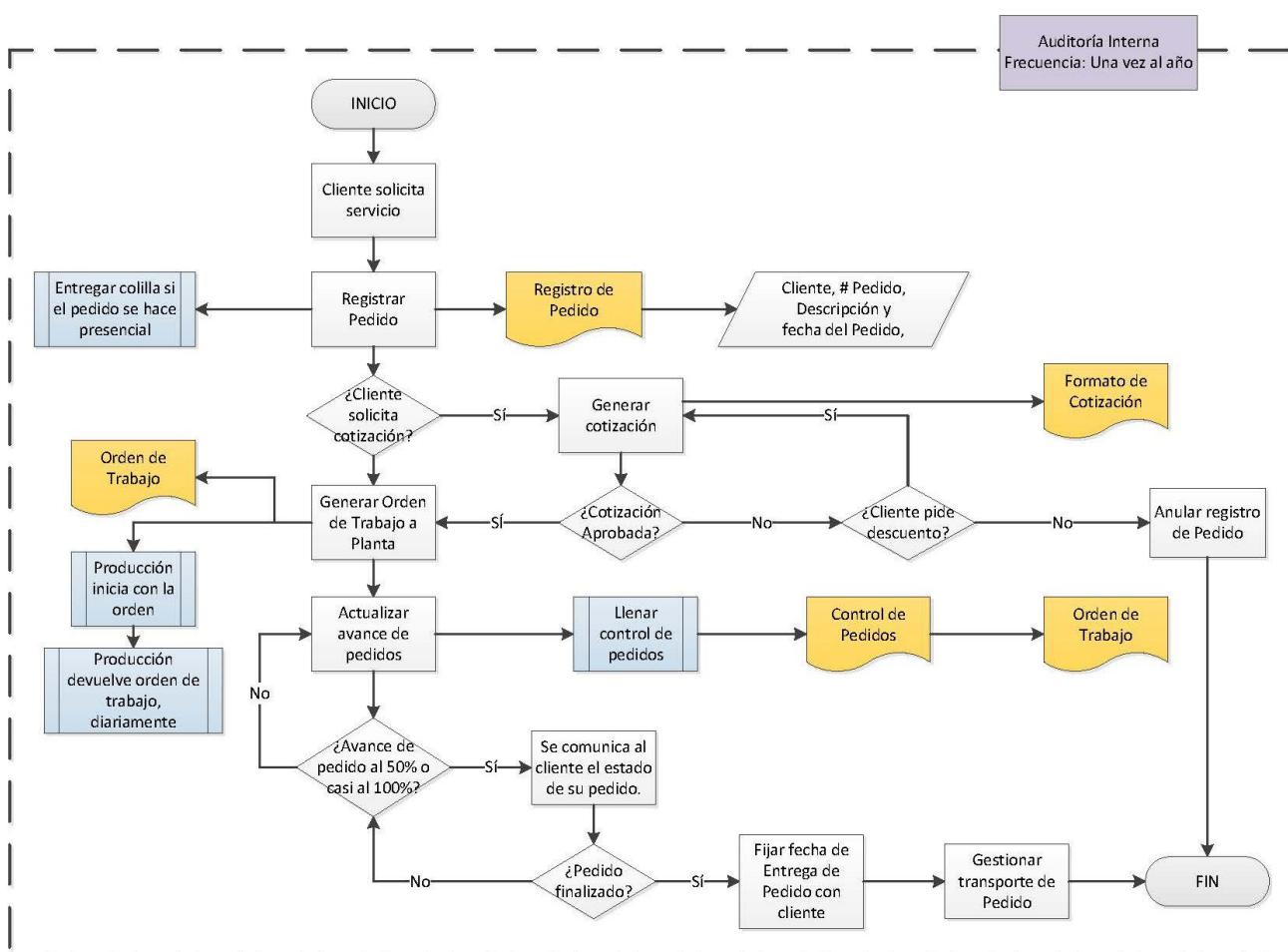
(Gutiérrez, 2009, págs. 5-6).

### **Estructura de un diagrama de flujo.**

- ✓ Debe indicarse claramente dónde inicia y dónde termina el diagrama.
- ✓ Las líneas deben ser verticales u horizontales, nunca diagonales.
- ✓ No cruzar las líneas de flujo empleando los conectores adecuados sin hacer uso excesivo de ellos.
- ✓ No fraccionar el diagrama con el uso excesivo de conectores.
- ✓ Solo debe llegar una sola línea de flujo a un símbolo. Pero pueden llegar muchas líneas de flujo a otras líneas.
- ✓ Las líneas de flujo deben entrar a un símbolo por la parte superior y/o izquierda y salir de él por la parte inferior y/o derecha.
- ✓ En el caso de que el diagrama sobrepase una página, enumerar y emplear los conectores correspondientes.
- ✓ Todo texto escrito dentro de un símbolo debe ser legible, preciso, evitando el uso de muchas palabras.
- ✓ Todos los símbolos tienen una línea de entrada y una de salida, a excepción del símbolo inicial y final.

- ✓ Solo los símbolos de decisión pueden y deben tener más de una línea de flujo de salida.
  - ✓ Cada casilla de actividad debe indicar un responsable de ejecución de dicha actividad.
  - ✓ Cada flecha representa el flujo de una información.
- (Gutiérrez, 2009, pág. 6).

**Figura No. 4 Ejemplo de Diagrama de Flujo**



**Nota: Google.**

Se ejemplifica un Diagrama de Flujo, donde se puede notar el orden de las actividades a realizar; es una manera gráfica para que se comprenda mejor lo que el personal debe realizar.

## Diagrama de Proceso

Es un esquema gráfico que sirve para describir un proceso y la secuencia general de operaciones que se suceden para configurar el producto. Es un diagrama descriptivo que sirve para dar una visión general de cómo transcurre el proceso. (Suñé, Francisco Gil, & Ignacio Arcusa, 2004, pág. 88).







Guía para elaborar un Diagrama de Proceso:

- Los diagramas comienzan con la entrada de materiales la cual se representa mediante una línea horizontal donde se debe describir las características del material.
- A la derecha de la línea horizontal (entrada de materiales) debe iniciar una línea vertical hacia abajo, línea en la cual se ubicarán los símbolos de las actividades de un proceso.
- Ensamble: En el punto del proceso que se necesite un material para continuar; se debe indicar la entrada de este material, y se pueden presentar dos casos puntuales:
  - Material sea comprado (se utiliza la línea horizontal al lado izquierdo de la línea vertical).
  - Material sea procesado dentro de la planta, se debe indicar hacia la izquierda todo el proceso que se aplica al material.
- En un diagrama siempre debe existir una línea principal, esta línea corresponde al componente o parte más importante del producto y es la que tiene el mayor número de actividades.
- Después de la entrada de un material siempre hay una operación, nunca otra actividad.
- Desmontaje: Cuando un producto se divide en su componente este se indica como una salida de material posterior a la operación de desmontaje y se representa con una línea horizontal a la derecha de la línea vertical de flujo; por esta línea van las partes más pequeñas del material desmontado. Los materiales más grandes continúan por la línea vertical. Cuando ocurre un desmontaje se pueden presentar dos casos puntuales.

- Material desmontado no vuelve a entrar al proceso de producción. Esta salida se representa únicamente con una línea horizontal hacia la derecha y por la línea vertical continúa el proceso de producción.
- Material desmontado vuelve a integrarse al proceso de producción. Se debe representar el proceso que se hace al material desmontado a la derecha de la línea vertical de flujo.
- Luego la línea vertical del proceso de producción de la cual se desmontó el material se desvía a la derecha hasta encontrar la otra línea vertical del proceso desmontado y se continúa el proceso en la dirección de esta línea.
- En caso de intersección en la línea de flujo, interrumpir la línea horizontal y trazar un semicírculo en la intersección.
- Varias alternativas. Después de una actividad, generalmente de inspección, se puede presentar:
  - Productos que se aceptan sin trabajo adicional.
  - Productos que se aceptan después de un trabajo adicional que se deben representar a la derecha de la línea vertical de flujo.
  - Productos rechazados totalmente que nunca vuelven al proceso y se representan a la izquierda de la línea vertical de flujo.
- Cambio de unidad: Cuando se está realizando una inspección de un proceso puede ocurrir un cambio en la unidad de producción, esto se representa interrumpiendo la línea vertical de flujo colocando dos líneas horizontales y entre estas dos líneas se debe colocar la descripción de la unidad.
- Todo diagrama debe llevar una numeración, las actividades se enumeran utilizando una serie para cada una de las actividades (operaciones, inspecciones, transportes), se enumera en el orden que van apareciendo, comenzando por la línea principal, que es la más cercana a la derecha.
- Se debe enumerar hasta encontrar la línea de entrada de material (ensamble) se enumera esta y luego se continúa por la vertical.

(U, y otros, 2014).

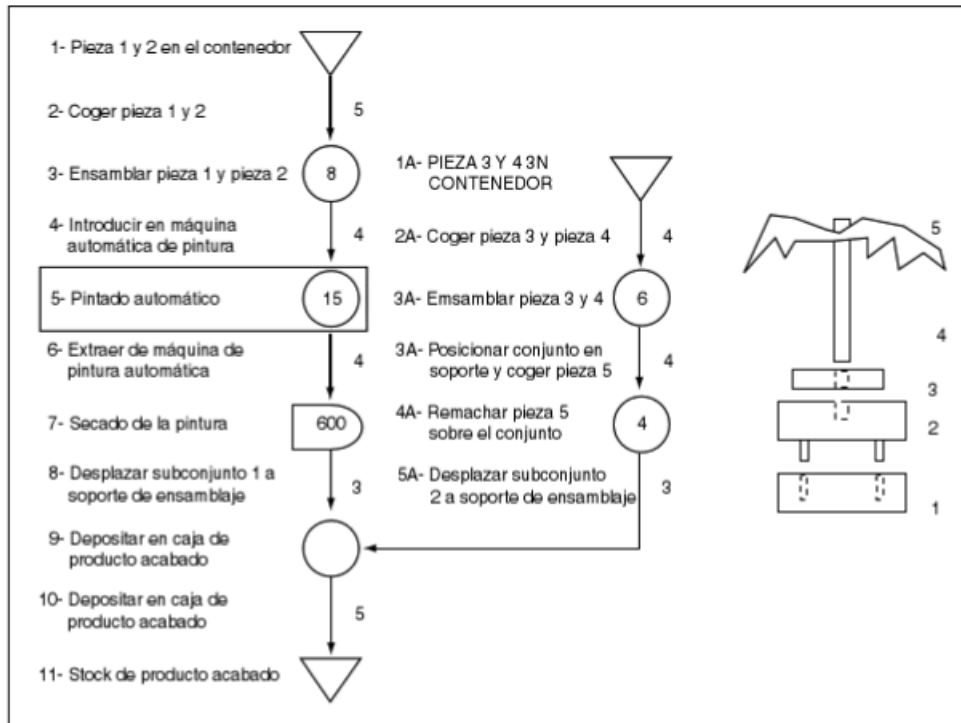
**Figura No. 5 Simbología asignada para el Diagrama de Proceso**

	Transporte: cualquier operación que implique el desplazamiento del producto de un lugar a otro.
	Almacenaje (o stock): depósito del producto en un lugar fijo durante un periodo de tiempo en general largo
	Espera (parecido al stock): el producto espera un tiempo (en general no muy largo) entre una operación y otra.
	Control: el producto sufre una inspección de cualquier tipo. En general se asocia con comprobaciones de calidad.
	Valor añadido: el producto sufre una transformación que le añade valor.
	Operación combinada. Se utilizan símbolos combinados para indicar operaciones simultáneas

**Nota:** Libro Manual práctico de diseño de sistemas productivos. (Suñé, Francisco Gil, & Ignacio Arcusa, 2004, pág. 88).

En la tabla anterior se muestra la simbología que conlleva el armado de un Diagrama de Proceso.

**Figura No. 6 Ejemplo de un Diagrama de Proceso para el ensamble de un juguete.**



**Nota: Libro Manual práctico de diseño de sistemas productivos.** (Suñé, Francisco Gil, & Ignacio Arcusa, 2004, pág. 90).

Se muestra un ejemplo de un Diagrama de Proceso de manera gráfica, donde se puede notar el orden para el armado de un juguete; por ende este ayuda de manera visual para el orden del proceso.

### Diagrama de Pareto

Es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación nos va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causas y en la solución de las mismas, el diagrama de Pareto se puede elaborar de la siguiente manera:

- Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
- Reordenar los elementos de mayor a menor.
- Determinar el porcentaje acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
- Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).

- Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).
- Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
- Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.
- Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.
- Analizar el diagrama localizando el “punto de inflexión” en este último gráfico.

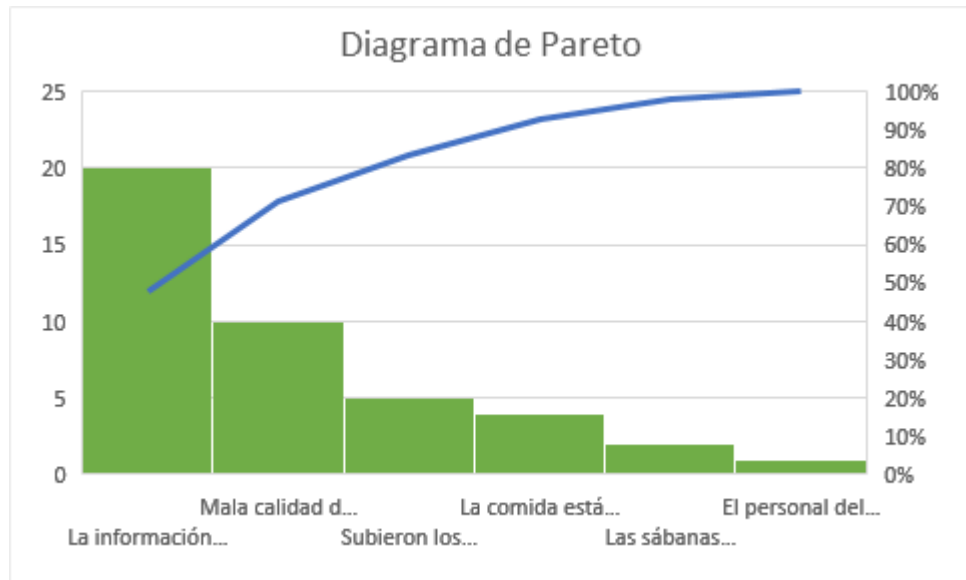
(Stachú, 2009, págs. 4-5).

Para la construcción de un Diagrama de Pareto, se siguen los siguientes pasos:

1. Elegir un problema que se quiera resolver y detectar las causas más comunes que provocan dicho problema.
2. Clasificar las causas detectadas de acuerdo con el número de veces que dichas causas ocasionaron el problema (frecuencia).
3. Ordenar las frecuencias de mayor a menor y calcular los porcentajes para cada una. Después, calcular los porcentajes de frecuencias acumuladas.
4. Graficar, en el eje de las x, las causas más comunes, iniciando, de izquierda a derecha, con la de mayor frecuencia. Terminar de graficar las causas y en seguida graficar los porcentajes que cada una de éstas representa, según su frecuencia acumulada.
5. Analizar el diagrama para poder resolver las causas de los problemas que se consideren necesarios atacar.

(U, y otros, 2014, pág. 124).

### **Figura No. 7 Diagrama de Pareto**



**Nota: Google.**

La figura muestra una gráfica, en la cual se muestra un orden de prioridad, donde los datos se ordenan de manera descendente, de izquierda a derecha y se separan por barras.

### **Mapeo de Procesos**

Esta herramienta permite identificar los procesos medulares en el núcleo de una empresa; es una fase indispensable para después garantizar el control y el mejoramiento permanente. (Goinard, 2014, pág. 73).

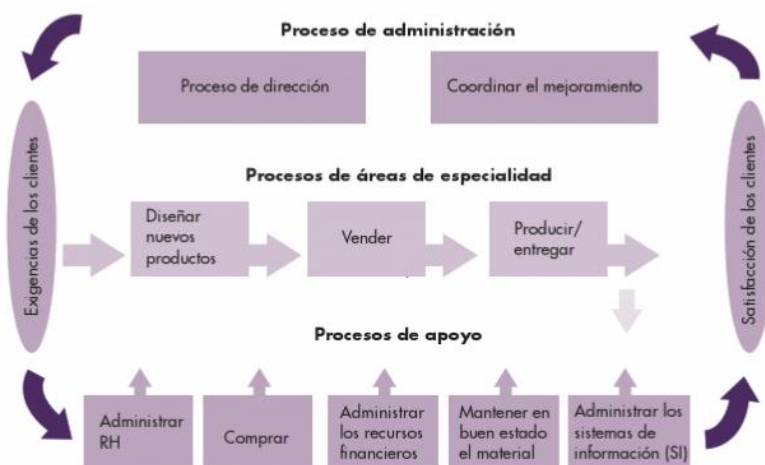
#### **Etapas del mapeo de procesos**

- Hacer una lista de clientes.
- Enumerar lo que la empresa proporciona y pone a disposición de sus clientes.
- Trabajar en los procesos de las áreas de especialidad. ¿Cuáles son los procesos que garantizan la satisfacción de las necesidades de los clientes?, ¿cuál es la esencia de la labor de la empresa tal y como la perciben los clientes?
- Listar las fases de apoyo que harán posible el funcionamiento de los procesos de las áreas de especialidad, y las que permiten disponer de los recursos necesarios, como competencias, materias primas, medios, energía, etcétera.
- Registrar los procesos gerenciales que dinamizan el sistema.
- Validar los mapas, esclareciendo los límites de los procesos, por ejemplo, entradas y salidas.

- Hacer una confirmación definitiva con ayuda de las matrices FEE (funciones, estrategia, expectativas de los clientes).

(Gillet & Bernard Seno, 2014, pág. 73).

**Figura No. 8 Mapeo de Procesos**



**Nota: Libro La caja de herramientas.** (Goinard, 2014, pág. 74).

La figura anterior, muestra un diagrama de valor; un inventario gráfico de los procesos de la organización, con el fin de relacionar el propósito de las organizaciones con los procesos que lo gestionan.

### Reingeniería

La reingeniería es, según Lowental, 1994: “Repensar y rediseñar los aspectos fundamentales de la estructura organizacional y la operación de os procesos, encaminados hacia los aspectos de mayor ventaja competitiva de la organización, para lograr las mejoras espectaculares de la organización”. (Polido, 2014, pág. 107).

Para poder reinventar empresas los gerentes tienen que deshacer los conceptos antiguos que saben sobre cómo organizar y manejar los negocios: deben abandonar los principios y procedimientos organizacionales y operacionales que actualmente utilizan y crear otros completamente nuevos. Esto creará que las nuevas organizaciones no se parezcan a las actuales.

Las empresas deben realizar estos 5 pasos generales para dar un nuevo diseño a sus procesos de operación:

1. Desarrollar la visión y los objetivos de los procesos de la empresa. Establecer prioridades y metas.
2. Identificar los procesos que es necesario volver a diseñar. Identificación de los procesos críticos, cuellos de botellas, etc.
3. Entender y medir los procesos actuales.
4. Reunir a las personas involucradas y realizar sesiones de trabajo.
5. Diseñar y elaborar un prototipo del proceso. Implementación técnica.

(Polido, 2014).

### **Rediseño**

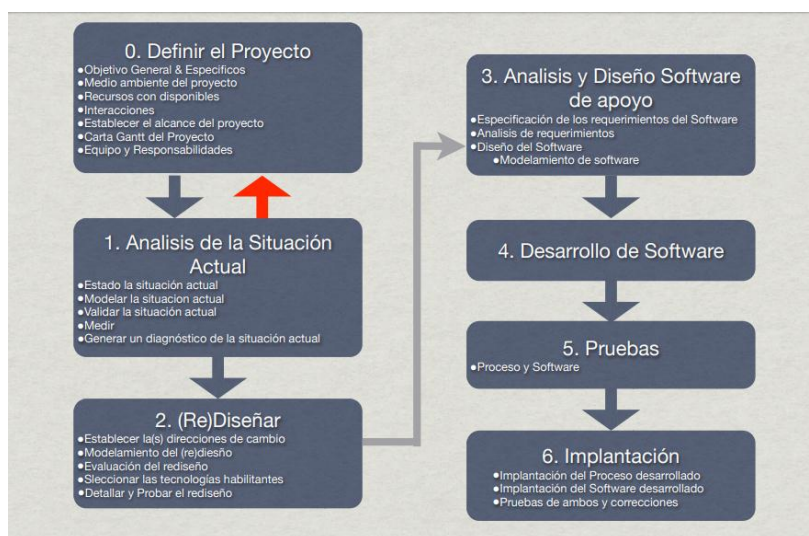
Volver a establecer los elementos esenciales que conforman un objeto o proceso partiendo, por lo general, de un análisis crítico a la luz de nuevas ideas de la conformación actual. (Polido, 2014, pág. 104).

El cómo se hace un rediseño de un proceso, corresponde a identificar donde se origina la necesidad de rediseño:

- Existen quiebres.
- Hay desperdicios (ineficiencias).
- Hay malas prácticas que cambiar.
- Productos nuevos.

(Ríos, 2008, pág. 14).

**Figura No. 9 Rediseño**



**Nota: Rediseño de Procesos. (Ríos, 2008).**

### Proceso

Es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. (Polido, 2014, pág. 17).

Según (Polido, 2014), para medir procesos, lo primero que hay que hacer es identificar cuáles se ejecutan en la empresa y clasificarlos en grandes grupos homogéneos. La clasificación más clásica es la que separa los procesos en dos grandes grupos:

- Procesos de negocio: procesos que aportan valor al cliente. Son procesos de negocio, los procesos de **marketing**, comerciales, de fabricación y distribución.
- Procesos de soporte: procesos que no aportan valor al cliente pero que son necesarios para el funcionamiento del negocio. Son procesos de soporte, los relacionados con la administración y organización de la empresa, las tecnologías de la información, recursos humanos, la gestión de reclamaciones, entre otros.

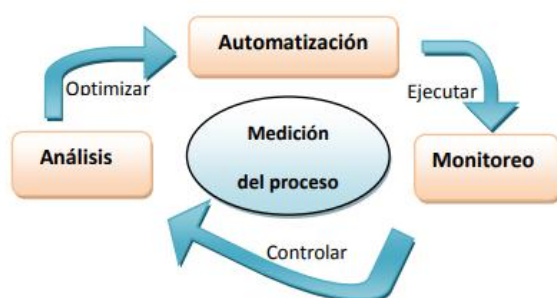
La medición de procesos es un paso previo a la elaboración de información para la toma de decisiones. La medición de procesos llevada a cabo con buen criterio, puede proporcionar mucha información de valor.

La medición de procesos y la transformación de los datos en información deben realizarse de la manera más ágil posible, para ponerla a disposición de la organización en plazo y forma. Para

lograr plazos razonables, se puede recurrir a los sistemas de captura de datos en planta o en producción (por ejemplo, un sistema financiero o una Web) y en herramientas de procesado de datos y análisis.

Del modelo tradicional, de capturar los datos y construir informes para verlos en una reunión, se está pasando poco a poco a una nueva visión integrada, a través de sistemas que permiten ir más allá, fijando un límite superior y otro inferior entre los que tienen que moverse los parámetros clave de los procesos y generar una alarma cuando se salga del rango, que será comunicada a las personas responsables.

**Figura No. 10 Medición del Proceso**



**Nota: Google.**

### **Administración de Procesos**

Es la selección de los insumos, las operaciones, los flujos de trabajo y los métodos que transforman los insumos en productos. (Krajewski & P Rizman, 2000, pág. 89).

### **Calidad**

Es la totalidad de los rasgos y características de un producto o servicio que se sustenta en su habilidad para satisfacer las necesidades establecidas implícitas. (Calderón, 2009, pág. 6).

El concepto de calidad según:

Edwards Deming: "la calidad no es otra cosa más que "Una serie de cuestionamiento hacia una mejora continua". (Espinosa, 2009, pág. 6).

Dr. J. Juran: la calidad es "La adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente". (Espinosa, 2009, pág. 6).

Kaoru Ishikawa define a la calidad como: "Desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el útil y siempre satisfactorio para el consumidor". (Espinosa, 2009, pág. 6).

Rafael Picolo, Director General de Hewlett Packard: define "La calidad, no como un concepto aislado, ni que se logra de un día para otro, descansa en fuertes valores que se presentan en el medio ambiente, así como en otro que se adquieren con esfuerzos y disciplina". Con lo anterior se puede concluir que la calidad se define como "Un proceso de mejoramiento continuo, en donde todas las áreas de la empresa participan activamente en el desarrollo de productos y servicios, que satisfagan las necesidades del cliente, logrando con ello mayor productividad". (Espinosa, 2009, pág. 6).

Existen dos tipos de indicadores de calidad:

- a) los objetivos, fijados por la organización de acuerdo con sus especificaciones internas.
- b) los subjetivos, que se refieren a la calidad de acuerdo a cómo la misma es percibida por el cliente.

Ambos indicadores no tienen necesariamente que ser coincidentes, pero en un enfoque de gestión total de la calidad deben acercarse lo más posible, ya que interesa la satisfacción plena del cliente. La misma debe ser medida para saber que realmente la organización cumple con sus objetivos fundamentales.

La voz de los clientes puede llegar a la organización a través de encuestas, de investigación del mercado, de quejas o de reclamaciones.

Si bien el proceso lógico para el diseño de un producto debe originarse en la investigación del mercado, un sistema de quejas o reclamaciones puede ser aprovechable.

Para ello dicho sistema, que también se puede utilizar para medir la satisfacción del cliente, debe tener dos condiciones fundamentales:

- a) Formar parte de un programa de implantación de un sistema de gestión de la calidad.
- b) Ser considerado con una actitud abierta, positiva, respetuosa y como una oportunidad para la mejora de la calidad.

Con esta finalidad, la organización debe realizar las siguientes actividades:

- Elección del indicador de calidad apropiado a ser verificado.
- Establecimiento de la especificación para el indicador seleccionado.
- Selección de la forma de expresión de la medición.
- Elección del dispositivo sensor.
- Medición del indicador correspondiente.
- Comparación del valor de la medición con el valor especificado, para el indicador seleccionado.
- Interpretación de los resultados.
- Toma de decisión.

Esta secuencia de actividades puede se conoce bajo la denominación de ciclo universal de control. (Técnicas, 2009, págs. 95-96).

### **Competitividad**

Se entiende como la capacidad de una empresa para ofrecer un producto o servicio de mejor manera que sus competidores. Esta capacidad resulta fundamental en un mundo de mercados globalizados, en los que el cliente por lo general puede elegir, con frecuencia a través de medios electrónicos conectados a Internet, lo que necesita de entre varias opciones. (Polido, 2014, pág. 16).

La competitividad de una empresa confluyen cuatro atributos: las condiciones de los factores y los de la demanda, las industrias de apoyo y las conexas. Las diferentes combinaciones que puedan surgir de estos atributos son los que determinan si una empresa es un caso exitoso de competitividad o no. En otras palabras, las combinaciones efectivas llevan a innovación, crecimiento, niveles de eficiencia cada vez superiores, etc.

Para llevar a cabo un análisis de competitividad, se deben tener en cuenta diferentes aspectos. En primer lugar, se debe evaluar el nivel en el que se encuentra la empresa, con respecto a las dimensiones de la competitividad, interna y externa.

En segundo lugar, toda organización cuenta con unos factores claves de competitividad, estos pueden ser tangibles o intangibles, de carácter externo o interno. Un ejemplo de los factores tangibles-externos es el PIB, la inflación, etc., en tanto, los factores intangibles internos pueden ser internacionalización, innovación, etc.

Tercero, se deben identificar las fuentes de ventaja competitiva que hacen referencia a las condiciones estructurales y políticas, si son externas a la organización y a condiciones competitivas y estratégicas, o bien si conciernen a los procesos internos.

Cada uno de estos factores ayuda a establecer el índice de competitividad de una empresa, además permite reforzar o cambiar los aspectos que sean necesarios para alcanzar mayores niveles. (Polido, 2014, págs. 18-20).

### **Productividad**

La productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el coeficiente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados pueden medirse por unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valor adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados. (Polido, 2014, pág. 20).

En las empresas miden su productividad, y la fórmula que se utiliza con más frecuencia es:

Productividad: Número de unidades producidas / Insumos empleado. (Jiménez, Castro, & Brenes, 2009, pág. 7).

### **Eficiencia**

Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. (Polido, 2014, pág. 20).

Con la eficiencia se mide el logro de los resultados propuestos. Los indicadores de eficiencia miden el nivel de ejecución del proceso, se concentran en el cómo se hicieron las cosas y miden el rendimiento de los recursos utilizados por un proceso. Tienen que ver con la productividad.

Ejemplo: Tiempo fabricación de un producto, razón de piezas / hora, rotación de inventarios.

$(\text{Resultado alcanzado} / \text{Costo real}) * \text{Tiempo invertido} / (\text{Resultado esperado} / \text{Coste estimado}) * \text{Tiempo previsto}$ .

### **Eficacia**

Es el grado en el que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados. (Polido, 2014, pág. 20).

Eficaz tiene que ver con hacer efectivo un intento o propósito. Los indicadores de eficacia están relacionados con las razones que indican capacidad o acierto en la consecución de tareas y/o trabajos.

Ejemplo: grado de satisfacción de los clientes en relación con los pedidos.

$(\text{Resultado alcanzado} * 100) / \text{Resultado previsto}$ .

### **Efectividad**

Trascendencia de los objetivos planteados que deben ser alcanzados. (Polido, 2014, pág. 20).

$(\text{Puntaje de eficiencia} / \text{Puntaje de eficacia}) / 2 / \text{Máxima puntuación posible}$ . Obtendremos un porcentaje que nos dirá lo efectiva que es la actividad analizada.

### **Mejora Continúa**

Actividad recurrente para aumentar el desempeño de la organización en relación con la calidad, productividad y competitividad. (Polido, 2014, pág. 64).

La mejora continua ha sido pilar fundamental para el desarrollo y evolución de lo que ahora se conoce como calidad total.

Por otro lado, los japoneses dieron un gran impulso al concepto de la mejora continua a través del KAIZEN (Masaaki Imai, 1989, en su libro “Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa”).

KAIZEN , proviene de dos ideogramas japoneses: “ KAI” que significa cambio y “ZEN” que quiere decir para mejorar. Así se puede decir que KAIZEN es “cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo”, como comúnmente se le conoce.

Esta mejora continua, más aún una mejora progresiva, involucra a todos y supone que nuestra forma de vida, ya sea en el trabajo o en la vida social y familiar, es tan valiosa que merece ser mejorada de manera constante.

El mensaje de la estrategia Kaizen es que no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejora en algún lugar de la organización. En el desarrollo y aplicación del Kaizen se ven unidos conocimientos y técnicas vinculados con Administración de Operaciones, Ingeniería Industrial, Comportamiento Organizacional, Calidad, Costos, Mantenimiento, Productividad, Innovación y Logística entre otros.

El punto de partida para el Kaizen, es reconocer la existencia de problemas. Si no se reconoce ningún problema, tampoco se reconoce la necesidad de mejora. La complacencia es el principal enemigo de Kaizen. El Kaizen enfatiza el reconocimiento de problemas, proporciona datos para la identificación de los mismos y es un proceso para la resolución de estos.

El Kaizen se realiza en un área de Gemba (lugar de trabajo o aquel lugar donde se agrega valor). Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos operativos mediante: los métodos de trabajo por operación (**housekeeping**), la eliminación de desperdicios (Muda), la reducción de tiempos de ciclo y la estandarización de criterios de calidad, para cada proceso.

El **housekeeping** es un ingrediente fundamental para una buena gestión gerencial, aplicándolo se logra en las personas la autodisciplina que hace posible suministrar productos o servicios de buena calidad al cliente. Eliminar el muda (desperdicio), es identificar y prescindir de todas aquellas actividades que no agreguen valor.

El kaizen hace énfasis en la eliminación de la muda en el gemba, en lugar de incrementar la inversión con la esperanza de agregar valor. La normalización es una forma de asegurar la calidad en cada proceso y de prevenir la reaparición de errores. No puede haber mejora en donde no hay estándares.

El punto de partida de cualquier mejoramiento es saber con exactitud en dónde se encuentra uno. La estrategia de Kaizen hace esfuerzos sin límites para el mejoramiento.

El Kaizen es un reto continuo a los estándares existentes. Para el Kaizen sólo existen los estándares para ser superados por otros estándares mejores. “Cada estándar, cada especificación, y cada medición claman por una constante revisión y mejora”. Para desarrollar el Kaizen es fundamental el trabajo en equipo, el desarrollo óptimo de las relaciones humanas y la inteligencia colectiva. (Técnicas, 2009, págs. 106-107).

Desempeño: Es la suma de resultados obtenidos por una persona, o grupo de ellas en un determinado período, mientras se ejecuta una actividad, proceso o proyecto. La medición de procesos no es nada novedoso, tampoco es un concepto aislado de la vida cotidiana. Se puede medir casi cualquier cosa tangible o intangible; es una de las maneras que se puede medir la mejora continua.

### **Estandarización**

La estandarización o normalización se denomina al proceso de elaborar, emplear y optimizar las reglas que se aplican a distintas actividades tanto de carácter científico, como industrial o económico con la finalidad de concretarlas y mejorarlas. (Martínez & Juan Gabriel Cegarra Navarro, 2014, pág. 81).

Pasos para la estandarización:

1. Involucrar al personal operativo.
2. Investigar y determinar la mejor forma para alcanzar el objetivo del proceso.
3. Documentar con fotos, diagramas, descripción breve.
4. Capacitar y adiestrar al personal.
5. Implementar formalmente el estándar.
6. Si el resultado se apega al estándar, continua la implementación, si no, se analiza la brecha y tomar acción correctiva.

(Martínez & Juan Gabriel Cegarra Navarro, 2014, pág. 82).

### **Automatización**

La automatización consiste en disminuir la intervención del ser humano en la ejecución de secuencias o procesos industriales. Sobre todo se aplica en tareas rutinarias o monótonas, que implica riesgo a la vida; y en otras cosas, de considerable probabilidad de ocurrencia de fallas de producción; así mismo, el término automatización abarca un amplio campo de actividades orientadas a mejorar la calidad, productividad y competitividad, y a disminuir el riesgo industrial en la mayoría de sus procesos. (Alamilla, Gabriela Díaz Aguirre, & Erick Aarón Jiménez Rodríguez, 2012, pág. 98).

La automatización es relativa, no es absoluto el grado de automatización en una industria puede verse como el grado de mecanización. Las consideraciones industriales, tales como los

problemas técnicos o los factores económicos de la industria son los que hacen la diferencia. Son siempre importantes: la consistencia del proceso, la cantidad del producto que puede mecanizarse, la cantidad de capital requerido por la inversión en el equipo de automatización y la relación de la cantidad de automatización al ciclo total de producción.

La automatización debería librar al hombre del trabajo tedioso y monótono, elevar su nivel de vida y conducirlo a un trabajo más limpio, mejor y más inteligente. Basándose en la experiencia adquirida con las máquinas, en lo futuro la demanda será de trabajadores especializados en menor grado por los no especializados. La automatización produce cambios radicales en algunos casos en que las máquinas se vuelven obsoletas y se deprecian continuamente. (Alamilla, Gabriela Díaz Aguirre, & Erick Aarón Jiménez Rodríguez, 2012, pág. 99).

### **Metodología de las 5S**

Metodología para organizar los lugares de trabajo con el propósito de mantenerlos funcionales, limpios, ordenados, agradables y seguros. (Polido, 2014, pág. 110).

#### **Seiri (Seleccionar)**

Seleccionar lo necesario y eliminar del espacio de trabajo lo que no sea útil. (Polido, 2014, pág. 110).

#### **Seiton (Ordenar)**

Cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa. Organizar el espacio de trabajo. (Polido, 2014, pág. 110).

#### **Seiso (Limpiar)**

Esmerarse en la limpieza del lugar y de las cosas. (Polido, 2014, pág. 110).

#### **Seiketsu (Estandarizar)**

Como mantener y controlar las tres primeras S. prevenir la aparición de desorden. (Polido, 2014, pág. 110).

#### **Shitsuke (Autodisciplinarse)**

Convertir las 4 S en una forma natural de actuar. (Polido, 2014, pág. 110).

Su objetivo es mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal, la eficacia y la eficiencia y, en consecuencia la calidad, la productividad y la competitividad de la organización. Todos los integrantes de la organización, directores, jefes, empleados, deberían estar involucrados en la tarea de otro modo la práctica del buen orden no resultaría exitosa. (Técnicas, 2009, pág. 115).

Pasos para realizar el 5S:

- ✓ Crear el ejemplo.
- ✓ Educar a los trabajadores.
- ✓ Llegar a las áreas de trabajo.
- ✓ Disciplina.
- ✓ Mejora continua.

### **Proceso Esbelto**

Es una filosofía de gestión que ha tenido un alto impacto en muchas organizaciones líderes en el mundo porque se ha enfocado en eliminar las actividades que no agregan valor al producto y a evidenciar lo valioso que es el hecho de que el trabajo fluya, que no haya tiempos de espera, pases laterales, etc. (Polido, 2014, pág. 96).

Principios que guían para lograr el Proceso Esbelto:

1. Especificar el valor de cada producto desde el punto de vista del cliente: es decir, definir con calidad por qué el bien o servicio que proporciona la organización es valioso para el cliente final.
2. Identificar el flujo de valor y eliminar el desperdicio.
3. Agregar valor flujo continuo a través de las diferentes etapas del proceso.
4. Organizar el proceso para que produzca cuando el cliente lo solicita (kanban).
5. Buscar la perfección.

(Polido, 2014, pág. 96).

### **Desperdicio o muda**

Cualquiera aspecto o actividad que genera costos pero que no agrega valor al producto. (Polido, 2014, pág. 96).

En la tabla N 1, aparecerán varios tipos de desperdicios que normalmente las empresas sufren por descontrol tanto de la materia prima como de sus mismos empleados.

**Tabla No. 1 Tipos de Desperdicios, síntomas, posibles causas y herramientas para eliminarlas.**

Tipo de Desperdicio	Síntomas	Posibles Causas	Ideas y Herramientas
<p>Sobreproducción</p> <p><b>Producir mucho o más pronto que necesita el cliente.</b></p>	<p>Se producen muchas partes y/o se producen con mucha anticipación.</p> <p>Las partes se acumulan incontroladamente en inventarios.</p> <p>Tiempo de ciclo extenso.</p> <p>Tiempos de entrega deficientes.</p>	<p>Mucho tiempo para adaptar el proceso para que produzca otro modelo o parte.</p> <p>Tamaño grande de lotes.</p> <p>Mala programación de la producción o de las actividades.</p> <p>Desbalance en el flujo de materiales.</p>	<p>Justo a tiempo (JIT).</p> <p>SMED.</p> <p>Reducir tiempos de preparación, sincronizar procesos, haciendo solo lo necesario.</p>
<p>Esperas</p> <p><b>Tiempo desperdiciado (de máquinas o personas), debido a que durante ese tiempo no hubo actividades que le agregan valor al producto.</b></p>	<p>Trabajadores en espera de materiales, información o de máquinas no disponibles.</p> <p>Operadores parados y viendo las máquinas producir.</p> <p>Grandes retrasos en la producción.</p> <p>Tiempos de ciclo extensos.</p>	<p>Tamaño de lote grande.</p> <p>Mala calidad o malos tiempos de entrega de proveedores.</p> <p>Deficiente programa de mantenimiento.</p> <p>Mala programación.</p>	<p>Eliminar actividades innecesarias, sincronizar flujos, balancear cargas de trabajo, trabajador flexible y multi habilidades, organizar el proceso en forma Kanban.</p>

<p>Transportación</p> <p><b>Movimiento innecesario de materiales y gente.</b></p>	<p>Mucho manejo y movimiento de partes.</p> <p>Daños excesivos por manejo.</p> <p>Largas distancias recorridas por las partes del proceso.</p> <p>Tiempo de ciclo extenso.</p>	<p>Procesos secuenciales que están separados físicamente.</p> <p>Mala distribución de planta.</p> <p>Inventarios altos.</p> <p>La misma pieza en diferentes lugares.</p>	<p>Procesamiento en flujo continuo, sistemas Kanban y distribución de planta para hacer innecesario el manejo/transporte.</p>
<p>Sobrepocesamiento</p> <p><b>Esfuerzos que no son requeridos por clientes y que no agregan valor.</b></p>	<p>Ejecución de procesos no requeridos por el cliente.</p> <p>Autorizaciones y aprobaciones redundantes.</p> <p>Costos directos muy altos.</p>	<p>Diseño del proceso y el producto.</p> <p>Especificaciones vagas de los clientes.</p> <p>Pruebas excesivas.</p> <p>Procedimientos o políticas inadecuados.</p>	<p>Simplificar procesos y eliminar actividades y operaciones que no agregan valor.</p>
<p>Inventarios</p> <p><b>Mayor cantidad de partes y materiales que el mínimo requerido atender los pedidos del cliente.</b></p>	<p>Inventarios obsoletos.</p> <p>Problemas de flujo de efectivo.</p> <p>Tiempos de ciclo extensos.</p> <p>Incumplimiento en plazos de entrega.</p> <p>Muchos retrabajos cuando hay problemas de calidad.</p>	<p>Sobreproducción.</p> <p>Pobres pronósticos o mala programación.</p> <p>Niveles altos para los inventarios mínimos.</p> <p>Políticas de compras.</p> <p>Proveedores no confiables.</p> <p>Tamaño grande de lotes.</p>	<p>Acordar tiempos de preparación y respuesta: organizar el proceso en forma Kanban; aplicar Justo a Tiempo.</p>

<p>Movimientos</p> <p><b>Movimientos innecesarios de gente y materiales dentro de un proceso.</b></p>	<p>Búsqueda de herramientas o partes.</p> <p>Excesivos desplazamientos de los operadores.</p> <p>Doble manejo de partes.</p> <p>Baja productividad.</p>	<p>Mala distribución de las celdas de trabajo, herramientas y materiales.</p> <p>Falta de controles visuales.</p> <p>Diseño deficiente del proceso.</p>	<p>Organización de celdas de trabajo, procesamiento en flujo continuo; administración visual.</p>
<p>Retrabajo</p> <p><b>Repetición o corrección de un trabajo.</b></p>	<p>Procesos dedicados al retrabajo.</p> <p>Altas tasas de defectos.</p> <p>Departamentos de calidad o inspección muy grandes.</p>	<p>Mala calidad de materiales.</p> <p>Máquinas en malas condiciones,</p> <p>Procesos no capaces e inestables.</p> <p>Poca capacitación.</p> <p>Especificaciones vagas del cliente.</p>	<p>Control estadístico de procesos, mejora de procesos; desarrollo de proveedores.</p>

**Nota: Libro de Calidad y Productividad.** (Polido, 2014, pág. 97).

### **Justo a tiempo (JIT)**

Estrategia para planear en forma óptima los requerimientos de materiales de producción; se basa en que haya poco o nulo material de inventario entre las diferentes etapas de un proceso. (Polido, 2014, pág. 98).

Filosofía: Producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan.

Para hacer esto posible se necesita una buena planificación y control de la producción, además de que se revisen los estándares de calidad constantemente.

El JIT se basa en tres principios:

El sistema PULL dentro del proceso de producción, significa solicitar las piezas que se necesitan, cuando se necesitan y en la cantidad exacta necesaria.

El flujo continuo implica la eliminación rápida y definitiva de los problemas que detienen las líneas de producción. Es la eliminación del estancamiento del trabajo durante los procesos, produciendo una sola pieza en un tiempo de producción.

El Takt Time es el tiempo que debería tomar el producir un vehículo o un componente. En síntesis, es la velocidad constante y sincronizada requerida entre las líneas de producción.

(Polido, 2014, pág. 98).

Herramientas del JIT: SMED, Jidoka, Kanban, Heijunka y Kaizen.

Pasos para realizar el JIT:

- ✓ Concientización: Obtener compromiso con la gerencia y superiores de la empresa.
- ✓ Crear un equipo con objetivos: Reducir tiempo **de set up**, nivelar la producción.
- ✓ Expandir el JIT a los proveedores: Estabilizar el cronograma de entregas y aumentar frecuencia, asegurar la calidad el proveedor, negociar contratos a largo plazo.

### **Cambio de herramientas en pocos minutos (SMED)**

Estrategia que busca reducir al máximo el tiempo de preparación de un proceso cuando hay necesidad de ajustarlo para producir otro modelo de producto. (Polido, 2014, pág. 98).

El tiempo de cambio de una serie u orden de fabricación comienza cuando se acaba la última pieza de una serie y termina cuando se obtiene una pieza libre de defectos de la siguiente serie.

Dentro de este periodo, las operaciones que se realizan con la máquina parada se denominan internas y aquellas que se realizan mientras la máquina produce piezas buenas se denominan externas. Será más fácil recordarlo en términos de la siguiente ecuación:

Tiempo de preparación = tiempo de preparación interna + tiempo de preparación externa.  
(Polido, 2014, pág. 98).

### **Jidoka**

Es una metodología japonesa incluida en **Lean Manufacturing**, la cual busca que cada proceso tenga su propio autocontrol de calidad (refiriéndose principalmente a procesos industriales de producción en línea o a gran escala).

Este método no funciona solamente corrigiendo una irregularidad puntual, sino que investiga la causa raíz, permitiendo eliminarla y evitando su repetición en el futuro.

Pasos para realizar el método Jidoka:

- ✓ Se localiza un problema. Puede ser localizado automáticamente (por sensores o dispositivos electrónicos), o manualmente (por operarios o inspectores).
- ✓ Se para la producción de la línea momentáneamente.
- ✓ Se establecen soluciones rápidas para corregir los efectos del problema. Así se puede reanudar la producción mientras se busca una solución definitiva.
- ✓ Se investigan las causas raíz del problema (esto puede llevar bastante tiempo) y se implanta una solución definitiva.

(Rajadell & Sánchez, 2010, pág. 158).

### **Ingeniería de Métodos**

Se ocupa de la integración del ser humano en el proceso de producción de artículos o servicios. La tarea consiste en decidir dónde encaja el ser humano en el proceso de convertir materias primas en productos terminados o prestar servicios y en decidir cómo puede una persona desempeñar efectivamente las tareas que se le asignen. (Acero, 2009, pág. 27)

La importancia de la ingeniería de métodos, radica en el desempeño efectivo del personal en cualquier tarea, ya que el costo de contratar, capacitar y entrenar a una persona, es cada vez más alto. Es evidente que el ser humano es y será por mucho tiempo, una parte importantísima del proceso de producción en cualquier tipo de planta. Pero también es cierto, que su óptimo aprovechamiento dependerá del grado de utilización de su inteligencia, de su potencial de ingenio y creatividad. (Acero, 2009, pág. 28).

**Figura No. 11 Funciones de la Ingeniería de Métodos**



**Nota:** Libro **Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos** (Acero, 2009, pág. 28)

En la figura tres, se muestra las funciones de la Ingeniería de Métodos según Luis Carlos Palacios Acero, en su libro “Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos”.

La ingeniería de métodos se caracteriza por:

- Usar técnicas y teorías nuevas.
- Progreso extraordinario, con periodos de superación, de creciente exactitud y objetividad, de perfeccionamiento en perspectiva.
- Ayudar a tomar decisiones inteligentes, con referencia a la mejor política, técnica o curso de acción.
- Dar énfasis a la evaluación de principios y prácticas.
- Su filosofía y procedimientos son de ingeniería y de diseño, de reducción de costos y de simplificación.
- Elevar el criterio analítico por medio de exámenes objetivos.
- Requiere un alto grado de actitud, criterio, inventiva e iniciativa.

(Acero, 2009, pág. 29).

**Tabla No. 2 Etapas para hacer Ingeniería de Métodos.**

ETAPAS	ANÁLISIS DEL PROCESO	ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN
<b>SELECCIONAR</b> el trabajo al cual se hará el estudio.	Teniendo en cuenta consideraciones económicas, de tipo técnico y reacciones humanas.	Teniendo en cuenta consideraciones económicas, de tipo técnico y reacciones humanas.
<b>REGISTRAR</b> toda la información referente al método actual.	Diagrama de proceso actual: sinóptico, analítico y de recorrido.	Diagrama de operación bimanual actual.
<b>EXAMINAR</b> críticamente lo registrado.	La técnica del interrogatorio: Preguntas preliminares.	La técnica del interrogatorio: Preguntas preliminares a la operación completa.
<b>IDEAR</b> el método propuesto	La técnica del interrogatorio: Preguntas de fondo.	La técnica del interrogatorio: Preguntas de fondo a la operación completa "Principios de la economía de movimientos"
<b>DEFINIR</b> el nuevo método (Propuesto)	Diagrama de proceso propuesto: sinóptico, analítico y de recorrido.	Diagrama de operación bimanual del método propuesto.
<b>IMPLANTAR</b> el nuevo método	Participación de la mano de obra y relaciones humanas.	Participación de la mano de obra y relaciones humanas.
<b>MANTENER</b> en uso el nuevo método	Inspeccionar regularmente	Inspeccionar regularmente

**Nota:** (Acero, 2009, pág. 29).

### Estudio de Métodos

El estudio de métodos (EM), también conocido como análisis de métodos, se centra en determinar cómo se realiza un trabajo, considerando que las tareas o actividades pueden ser realizadas por un solo operario o por un grupo de ellos, utilizando herramientas, equipo o maquinaria. El EM se puede definir como el registro y el examen crítico sistemático que se efectúa a las maneras de realizar actividades, con el fin de proponer mejoras que incrementen el rendimiento de los empleados y la calidad de los productos y/o servicios resultados de su trabajo.

Un EM se conforma de seis etapas:

1. Selección del trabajo a estudiar.
2. Registrar información pertinente.
3. Examinar los métodos de trabajo.
4. Establecer evolución de las opciones.
5. Definir los métodos más adecuados.

6. Implantar y controlar.

(Acero, 2009, pág. 54).

### Diagrama de Proceso

El Diagrama de proceso-análisis del hombre representa gráficamente las diferentes etapas en forma separada, lo que una persona realiza cuando hace una determinada tarea o labor que requiera que el trabajador se movilice de un área a otra en el curso del trabajo. (Abraham, 2008, pág. 9)

Básicamente el diagrama abarca a personas que están involucradas en las siguientes áreas: encargados de máquinas, personal de mantenimiento, personal de almacenamiento de materia prima, personal de almacenamiento de producto terminado, encargados de manejo de materiales, personal en la línea de producción, y cualquier otro tipo de trabajo que se realice en una determinada área. (Abraham, 2008, pág. 9).

**Figura No. 12 Ejemplo de Diagrama de Proceso**

SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso. Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y cantidad. En general no agrega valor.
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén.
	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas.

#### Nota: Google – WordPress

En la figura anterior, se muestra de manera gráfica las actividades y la descripción que conlleva el armado de un Diagrama de Proceso.

### Diagrama Bimanual

Este diagrama muestra en detalle las actividades realizadas por ambas manos de un operario, siempre y cuando se realicen en un área de trabajo relativamente pequeña (mesa de trabajo). Se recomienda, en forma especial, cuando se analizan operaciones de ensamble, las cuales

requieren un seguimiento meticuloso de las actividades efectuadas por cada extremidad del individuo. El diagrama consta de un encabezado, un croquis que representará el área de trabajo, la ubicación del empleado y la posición de las piezas, componentes y materiales utilizados, una escala de tiempo adecuada (minutos, segundos) para que el analista calcule de manera rápida el tiempo de duración de cada actividad, descripciones de las actividades ejecutadas por cada extremidad y su símbolo respectivo, los tiempos de ejecución calculados, etcétera. El analista podrá observar los tiempos de actividad/inactividad para cada mano e ideará, en la medida de lo posible, la manera de balancear el trabajo. (U, y otros, 2014, págs. 179-180).

#### Guía para la elaboración de un Diagrama Bimanual:

- Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
- Registrar una sola mano cada vez.
- Registrar unos pocos símbolos una vez.
- EL momento de recoger otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo conviene empezar por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo.
- Registrar las acciones en el mismo reglón cuando se realizan al mismo tiempo.
- Las acciones que tienen lugar sucesivamente deben registrarse en reglones distintos.
- Procure registrar todo lo que hace el operador y evite combinar las operaciones con transporte o colocaciones, a no ser que ocurran realmente en el mismo tiempo.

(U, y otros, 2014, págs. 179-180).

**Figura No. 13 Ejemplo de un Diagrama Bimanual.**

DIAGRAMA BIMANUAL							
Método: Actual				Diagrama #		Hoja 1 de 1	
Actividad: Recargado de cartucho	RESUMEN						
	Actividad	Actual		Propuesto		Economía	
		Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.
Descripción: Trabajo completamente manual	Operación 	5	4				
	Sostenimiento 	2	2				
Compuesto por: <small>http://ingenieriametodos.blogspot.com</small>	Movimiento 						
	Espera 		1				
	Totales	7	7				
Descripción Mano Izquierda	SIMBOLO						Descripción Mano Derecha
							
Toma fulminante	+						Toma casquillo
Coloca fulminante	+						Sostiene casquillo
Toma pólvora	+						Mueve casquillo a mesa
Coloca pólvora en pesadora	+						Espera
Toma pólvora y coloca en casquillo							Sostiene casquillo
Sostiene casquillo							Toma bala
Sostiene casquillo							Coloca la bala


### Nota: Google

Con la figura anterior se muestra un ejemplo de un Diagrama Bimanual, tomando de Google para ejemplificarlo gráficamente.

### Diagrama de Recorrido

Permite observar, en dos dimensiones, la distribución real del área donde se ejecuta cada una de las actividades que componen el proceso (dibujo de planta), además de los flujos y las distancias recorridas. Esta representación ayuda a visualizar posibles cambios en la distribución de las áreas (layout), maquinarias, etc. (U, y otros, 2014, pág. 182).

La elaboración de un Diagrama de Recorrido consiste en:

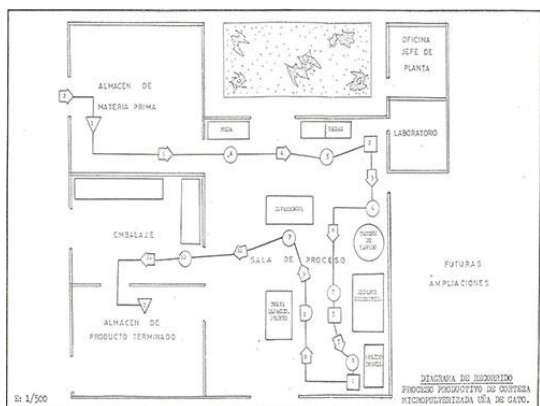
-  Trazar un esquema de la disposición de las instalaciones (pisos y edificios) en él que se debe mostrar la ubicación de todas las actividades que se han registrado previamente en un curso grama analítico. Este esquema no tiene que ser

precisamente a escala o muy exacto, simplemente debe ser representativo de las áreas de la planta.

- ✚ Las actividades se deben localizar en el lugar en el que suceden y se deben identificar por medio de un símbolo y un número que debe corresponder al que se le asignó al curso grama analítico.
- ✚ La ruta que siguen los operarios, los materiales o los equipos debe ser trazada con líneas y la dirección de dicha ruta debe de identificarse por medio de flechas que apunten en la dirección del recorrido; en caso de que el movimiento regrese sobre la misma ruta o se repita en la misma dirección, es necesario que se utilicen líneas separadas para cada desplazamiento. Si en el mismo diagrama se registra el recorrido de dos o más elementos, es necesario utilizar líneas de color diferente para hacer evidente su recorrido o en el caso en que se desea representar el método actual y el método propuesto.

(U, y otros, 2014, pág. 182).

**Figura No. 14 Ejemplo de Diagrama de Recorrido**



**Nota: Google.**

Se muestra un ejemplo de un Diagrama de Recorrido de manera gráfica para que se comprenda de mejor manera el concepto de dicho diagrama.

### Medición del Trabajo

Se refiere a la aplicación de técnicas cuantitativas para determinar el tiempo que tarda un trabajador “calificado” en efectuar sus tareas comparándolas contra estándares preestablecidos. Tiene dos objetivos principales:

- Detectar, reducir y/o eliminar el tiempo improductivo, entendiéndose como aquel que no añade valor a los productos o servicios. Es tiempo ocioso y de inactividad que a veces los empleados malgastan.
- Crear normas o estándares de tiempo que consideren las debidas tolerancias y retrasos inevitables, a fin de que funcionen como referencia del tiempo de ejecución de una tarea y a través de éstos se detecte cuando un empleado toma más tiempo del que debiera para ejecutar su trabajo.

(U, y otros, 2014, pág. 186).

Pasos de un Estudio de Medición del Trabajo:

1. Seleccionar el trabajo a medir.
2. Registrar información pertinente.
3. Examinar los métodos de trabajo.
4. Medir cada elemento del trabajo.
5. Evaluar el desempeño del operario.
6. Completar las mediciones con las holguras necesarias.
7. Definir el estándar de tiempo.

(U, y otros, 2014, pág. 186).

### **Medición Directa: Estudio de Tiempos con Cronómetro**

El estudio de tiempos es la técnica básica (y principal) de la MT. Su objetivo es registrar los tiempos de ejecución de las actividades de los empleados, observándolas directamente y usando un instrumento de medición del tiempo (por lo general cronómetro, aunque también se utiliza el video y el cronógrafo), evaluando su desempeño y comparando estos resultados con normas establecidas. (U, y otros, 2014, pág. 187).

Variantes del estudio de tiempos:

#### **Seleccionar el trabajo**

La selección del trabajo tiene el mismo sentido que la realizada para un EM. Siempre que se instale un nuevo método, que cambien las especificaciones del trabajo o el tipo de producto o existan inconformidades por parte de los trabajadores acerca del estándar establecido, es probable que se requiera la ejecución de un ET. (U, y otros, 2014, pág. 187).

### **Seleccionar un operario “calificado”**

El objeto de un ET debe ser el trabajador promedio, es decir, un operador que realice su trabajo consistentemente y a un ritmo normal. Se desea elegir a los empleados que tienen las aptitudes físicas necesarias, inteligencia, capacitación, destreza y conocimientos suficientes para efectuar las operaciones asignadas según las normas de seguridad y calidad definidas por el ingeniero industrial. Existen varios factores que influyen en el ritmo de trabajo de un empleado, los más comunes son: variaciones en la calidad de los materiales, eficiencia de los equipos, variaciones en la concentración de los trabajadores, cambios de clima y medio ambiente (temperatura, luz, ruido, etc.), estado de ánimo. (U, y otros, 2014, pág. 187).

### **Análisis del trabajo**

El objetivo principal de este paso no es criticar el método, sino conocer a profundidad las actividades que componen una tarea. Sin embargo, si el analista de tiempo nota inconsistencias graves en los métodos de trabajo existentes, será necesario que las informe. (U, y otros, 2014, pág. 187).

### **Dividir trabajo en elementos**

Resultado del análisis del trabajo, este se divide en partes o subelementos para efectuar las mediciones de una manera más sencilla, identificar y separar actividades improductivas, observar condiciones que originen fatiga al empleado, instantes donde pueda tomar pequeños descansos, etcétera. Algunas recomendaciones para esta división son:

- Verificar todos los elementos de trabajo son absolutamente necesarios.
- Separar los tiempos de ejecución de las máquinas de los efectuados por el ser humano.
- Identificar si los elementos son constantes con variables, es decir, si la actividad se ejecuta de forma consistente siempre que se realiza el trabajo o es resultado de alguna circunstancia repentina.
- Seleccionar elementos de tal manera que sea posible identificar su inicio y terminación por algún sonido, señal luminosa, etcétera. Esto permitirá seleccionar los elementos que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

(U, y otros, 2014, pág. 187).

### **Efectuar mediciones de prueba y ejecutar una muestra inicial**

La muestra inicial además de servir de práctica al analista, permite determinar algunos parámetros que servirán para establecer el número real de observaciones, auxiliándose de principios estadísticos (tamaño de muestra). Se recomiendan al menos 20 observaciones iniciales. (U, y otros, 2014, pág. 187).

### **Determinar el tamaño de la muestra**

Con los parámetros de la muestra inicial, y con el nivel de confianza y exactitud requerida por el ingeniero analista de tiempos, se procede a determinar el tamaño de la muestra del estudio. Estas observaciones se efectuarán aleatoriamente para garantizar la validez y confiabilidad del estudio. Existen distintas formas para calcular el tamaño de la muestra; la más recomendada es la estadística. (U, y otros, 2014, pág. 187).

### **Cronometrar**

Es la medición del tiempo de ejecución con un cronómetro o algún otro instrumento. Es importante resaltar que el operario elegido debe tener pleno conocimiento de la ejecución del estudio de MT. (U, y otros, 2014, pág. 188).

### **Calificar la actuación del operario**

Conocido también como valoración del ritmo de trabajo del empleado, califica el desempeño de este, respecto de un nivel normal de ejecución del trabajo. (U, y otros, 2014, pág. 188).

En la tabla No 4, se presentarán unos criterios de evaluación para la calificación de la actuación del operario.

**Tabla No. 3 Criterios de Evaluación**

ESCALA	DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO
0	Actividad nula.
50	Muy lento, movimientos torpes e inseguros, operador somnoliento, sin interés en el trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien supervisado. Parece lento pero no pierde tiempo voluntariamente.
100 (Ritmo estándar)	Trabajador activo y capaz; operario calificado promedio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, superior al ritmo estándar.
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intensos sin probabilidad de durar así por periodos largos de tiempo.

**Nota: Libro de Introducción a la Ingeniería Industrial.** (U, y otros, 2014, pág. 188).

### Muestreo del Trabajo

Es la versión más simple del estudio de MT. Su objetivo principal no es la determinación de estándares ni la medición de tiempos de operación; lo único que busca un estudio de muestreo es determinar proporciones de tiempo basados en observaciones aleatorias que justifiquen su validez estadística. Piense, por ejemplo, que se desea estimar la proporción de tiempo ocioso de una máquina o de un empleado en relación con el tiempo total de la jornada de trabajo; intuitivamente, se procedería a hacer observaciones repentinas, anotando el estatus del objeto de estudio (activo/inactivo); por supuesto, entre más observaciones repentinas se hagan, es más probable estimar acertadamente la proporción del tiempo que la maquinaria/individuo se encuentra en actividad/ inactividad. (U, y otros, 2014, pág. 190).

## **Ergonomía**

La ergonomía surge del concepto de que la actividad laboral no es el individuo o la máquina solos, o el individuo manipulando la máquina, o bien el individuo en su entorno, sino más bien la investigación mancomunada para encontrar la concordancia entre las posibilidades físicas de la máquina y las propiedades físicas, psicológicas y fisiológicas del individuo en su entorno laboral, cualquiera que éste sea. La ergonomía se ha formado por la confluencia de una serie de disciplinas, cuyo fin, sin lugar a dudas, es examinar al individuo en el trabajo desde diferentes puntos de vista, como su comportamiento, su resistencia física a cargas de trabajo, las condiciones de su medio ambiente y la adecuación para que él se sienta comfortable y seguro en su lugar de trabajo. (U, y otros, 2014, pág. 340).

El trabajo repetitivo es una causa habitual de lesiones y enfermedades del sistema óseo muscular (y relacionado con la tensión). Las lesiones provocadas por el trabajo repetitivo se denominan generalmente lesiones provocadas por esfuerzos repetitivos (LER). Son muy dolorosas y pueden incapacitar permanentemente. En las primeras fases de una LER, el trabajador puede sentir únicamente dolores y cansancio al final del turno de trabajo. Ahora bien, conforme empeora, puede padecer grandes dolores y debilidad en la zona del organismo afectada. Esta situación puede volverse permanente y avanzar hasta un punto tal que el trabajador no pueda desempeñar ya sus tareas. (Cruz & Garnica, 2010, pág. 35).

### **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

En el siguiente capítulo se detalla la metodología del proyecto donde se presenta el tipo de investigación, los procedimientos y las técnicas que serán utilizados para llevar a cabo la investigación; es decir, es cómo se va realizar el proyecto para dar respuesta al problema planteado.

#### **Enfoque**

##### **Cualitativo**

El enfoque cualitativo se guía por áreas o temas significativos de investigación. Los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas antes, durante o después de la recolección de datos y el análisis. Con frecuencia estas actividades sirven, primero para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes, y después para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria es dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más circular en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar, 2014, pág. 7).

##### **Cuantitativo**

El enfoque cuantitativo representa un conjunto de procesos, es secuencial y probatoria, por lo que se no puede eludir ninguno de sus pasos. El orden es riguroso, pero sí se puede redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la bibliografía y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y se determinan variables. Posteriormente, se traza un plan para probarlas (diseño) y se miden las variables en un determinado contexto. Las mediciones obtenidas se analizan utilizando métodos estadísticos y se extrae una serie de conclusiones en relación con las hipótesis. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar, 2014, pág. 4).

##### **Mixto**

(Hernández Sampieri, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar, 2014) resume el enfoque mixto como aquel que utiliza evidencia de datos numéricos, verbales, textuales, visuales, simbólicos y de otras clases, para entender problemas en las ciencias (pág. 534).

El enfoque en este trabajo es cuantitativo, ya que se analizará el comportamiento de una serie de causas y efectos, a partir de datos numéricos y basados en estudios probabilísticos, que ayudarán a analizar el comportamiento de la población.

Se usarán herramientas como encuestas a los operarios, mediciones y otras técnicas para recoger datos numéricos o siempre medibles. Normalmente, la representación de esta información se ve reflejada en tablas.

## **Diseño / Método**

### **Investigación Exploratoria**

Se emplean cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado o novedoso. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar, 2014, pág. 91).

### **Investigación Descriptiva**

Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar, 2014, pág. 92).

### **Investigación Correlacional**

Asocian variables mediante un patrón predecible para un grupo o población. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar, 2014, pág. 93).

### **Investigación Explicativa**

Pretenden establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar, 2014, pág. 95).

El método de investigación de este proyecto es descriptivo y correlacional, ya que se analiza el cómo se encuentra la situación actual de la empresa y de igual manera se notará las relaciones entre las variables, donde se realizarán pruebas para ver si se cumple o no con lo establecido; tomando en cuenta que la demanda es independiente.

### **Muestra de la Investigación**

Es necesario conocer la demanda de los últimos años, conocer la cantidad de producción, los tiempos de los procedimientos y la capacidad del proceso para esto es necesario tomar una

muestra que según (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar, 2014, pág. 173) es:

Para el proceso cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra se generalicen o extrapolen a la población (en el sentido de la validez externa que se comentó al hablar de experimentos). El interés es que la muestra sea estadísticamente representativa.

### **Muestra Probabilística**

En las muestras probabilísticas, todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos para la muestra y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de muestreo/análisis. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar, 2014, pág. 175).

Se usará un muestreo probabilístico ya que es una técnica de muestreo en virtud de la cual las muestras son recogidas en un proceso que brinda a todos los individuos de la población las mismas oportunidades de ser seleccionadas.

#### **Método tradicional.**

Este método consiste en seguir un procedimiento sistemático:

1. Realizando una muestra, tomando 10 lecturas si los ciclos son menores a 2 minutos, y 5 lecturas si los ciclos son mayores a 2 minutos; esto debido a que hay mayor confiabilidad a tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar.
2. Calcular el rango o intervalo de los tiempos de ciclo, es decir, restar el tiempo mayor al tiempo menor de la muestra:  
$$R \text{ (Rango)} = X_{\max} - X_{\min}$$
3. Calcular el promedio:

**Figura No. 15 Fórmula para calcular el promedio**

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

**Nota: Estadística aplicada a los negocios y a la economía Donde:**

**$\Sigma x$**  = Sumatoria de los tiempos de muestra

**n** = Número de ciclos tomados

4. Hallar el cociente entre el rango y la media:

**Figura No. 16 Fórmula del cociente**

$$\frac{R}{\bar{X}}$$

**Nota: Estadística aplicada a los negocios y a la economía.**

5. Buscar ese cociente en la siguiente tabla, en la columna (R/X), se ubica el valor correspondiente al número de muestras realizadas (5 o 10) y ahí se encuentra el número de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de  $\pm 5\%$ .

**Figura No. 17** Tabla para el cálculo del número de observaciones

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

**Nota:** Google, Ingeniería Industrial Line.

### **Muestra de lo tiempos de procedimiento.**

Se muestrearán los tiempos de cada procedimiento con el fin de conocer la duración que se tiene en cada actividad, ya que estos tiempos se dan con base a la capacidad que tiene el proceso.

Para realizar el cálculo de la muestra se utilizó las siguientes formulas:

- Desviación Estándar

### **Figura No. 18** Fórmula de Desviación Estándar

$$s = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{M}}{M - 1}}$$

**Nota: Manual de movimientos y procedimientos Donde:**

s es la desviación estándar

t es el tiempo

M es la muestra

- Intervalo de confianza

**Figura No. 19 Intervalo de confianza**

$$I_M = 2 T_{0,90} \left( \frac{s}{M} \right)$$

**Nota: Manual de movimientos y procedimientos Donde:**

$I_M$  es el intervalo de confianza

s es la desviación estándar

$T_{0,90}$  es T de Student para coeficiente de confianza del 90%.

**Muestreo Aleatorio Simple**

Es la técnica de muestreo en la que todos los elementos que forman el universo y que, por lo tanto, están descritos en el marco muestral, tienen idéntica probabilidad de ser seleccionados para la muestra. Sería algo así como hacer un sorteo justo entre los individuos del universo: asignamos a cada persona un boleto con un número correlativo, introducimos los números en una urna y empezamos a extraer al azar boletos. Todos los individuos que tengan un número extraído de la urna formarían la muestra. Obviamente, en la práctica estos métodos pueden automatizarse mediante el uso de ordenadores.

**Figura No. 20 Fórmula de Muestreo Aleatorio Simple**

$$\begin{aligned} n &= \frac{n_0 N}{n_0 + (N - 1)} = \frac{n_r N}{n_r + (N - 1)} = \\ &= \frac{n_r}{\frac{n_r}{N} + \frac{N - 1}{N}} < n_r \end{aligned}$$

**Nota: Google.**

Donde  $n_0$  es el tamaño de muestra necesario para un universo infinito y  $N$  es el tamaño del universo finito. Es posible demostrar que el tamaño de muestra cuando usamos reemplazo ( $nr$ ) es siempre igual al tamaño necesario para universo infinito ( $nr=n_0$ ).

### Variables o Unidades de Análisis

**Tabla No. 4 Tabla de Variables**

Objetivo	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Realizar un mapeo de proceso mediante la observación y la toma de tiempos para determinar el estado actual del área de cables.	Estudio de Tiempos. Mapeo de Procesos.	Estudio de Tiempos: actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.  Mapeo de Procesos: es un conjunto de gráficos, útil para dar claridad a la operación de una organización el cual sirve para mejorar la comunicación en los diferentes niveles organizacionales y establecer las diferentes responsabilidades que permitan ejecutar las diferentes actividades y de acuerdo con los objetivos estratégicos que la organización se ha propuesto.	Tiempo de entrega de fabricación.  Disponibilidad de la información.	Mapeo de Procesos.  Estudio de Tiempos.
Aplicar herramientas de análisis a la información	Análisis de Información.	Análisis de Información: Decodificación de datos contenidos en un documento, es ejecutado por un especialista en	Producción: Número de unidades	Justo a Tiempo.

obtenida para determinar el proceso de planeación de la producción y los materiales.	Planeación de Producción.	relación con las operaciones del procesamiento de la información para facilitar la recuperación y acceso a la misma.  Planeación de Producción: consiste en decidir las cantidades de mano de obra, materias primas, maquinaria y equipo, para realizar la fabricación que está	producidas por turno.  Control.	
Analizar la información obtenida del proceso del área de cables para diseñar una propuesta de mejora del proceso en estudio.	Mejora de Proceso	Mejora de Proceso: optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas de nuevos y futuros clientes	Eficiencia: relacionados con los recursos invertidos en la consecución de los objetivos de los procesos.	Diagrama Ishikawa.  Metodología 5 S.
Desarrollar un análisis de costo-beneficio de la propuesta.	Costo - Beneficio	Costo – Beneficio: es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad, entendiéndose por proyecto de inversión no solo como la creación de un nuevo negocio.	Beneficio / Costo	Plantillas en Excel

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

## Instrumentos

“En la investigación disponemos de múltiples tipos de instrumentos para medir las variables de interés y en algunos casos llegan a combinarse varias técnicas de recolección de los datos”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar, 2014, pág. 217).

En el proyecto de investigación es necesario medir las siguientes variables, en los cuales es necesario medirlas con los siguientes instrumentos:

**Tabla No. 5 Instrumentos de la Investigación**

<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Recursos Requeridos</b>	<b>Beneficios Esperados</b>
<b>La demanda</b>	Hojas de pedidos	Computadora	Conocer el comportamiento de la demanda
<b>Producción</b>	Hoja de recolección de datos	Computadora	Conocer la cantidad de cables producidos semanalmente
<b>Tiempo de los procedimientos</b>	Hoja de recolección de datos	Computadora	Dar a conocer el tiempo estándar de la línea de producción

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

### Proceso para la Recolección de Datos

Se reunió información de tiempo de proceso que se tomaron en años anteriores, para que de esta manera se tenga un referente y para que también se pueda realizar una comparación, ya que estos datos fueron tomados alrededor de hace dos años atrás y los datos no eran totalmente verídicos.

Por otro lado, se realiza un reconocimiento de la planta, del área de cables específicamente, del personal que labora en esta empresa y de las operaciones del proceso productivo, de igual manera el diagrama de proceso nos indica el orden en el cual se realizan las operaciones del proceso y así tener una idea de los elementos que deben ser medidos.

La maquinaria y demás herramientas en el proceso, fue parte importante en el reconocimiento, ya que se requiere saber con precisión el cómo trabajan, la funcionalidad, modo de operación, capacidades y demás que ayuden a fundamentar el proyecto; además saber de qué manera se relaciona una con la otra, la participación del operario con respecto a la misma y conocer la importancia del criterio dentro del proceso, tomando en cuenta la vida útil de los equipos.

El plan de recolección de datos implica: (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar, 2014, pág. 198).

- 1) Las variables o atributos a medir.
- 2) Las definiciones operacionales.
- 3) Los recursos disponibles (tiempo, económicos, etc...)
- 4) Datos históricos, producción.

Etapas de un Estudio de Tiempos:

- Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea del operario y de las condiciones que pueda influir en la ejecución del trabajo.
- Registrar una descripción completa del método, descomponiendo la operación en elementos.
- Examinar una descripción para verificar que se están utilizando los mejores métodos de trabajo.
- Medir el tiempo con un instrumento apropiado, y registrar el tiempo invertido por el operario en realizar cada elemento de la operación.
- Simultáneamente con la medición, determinar la velocidad de trabajo del operario por correlación con el ritmo normal de trabajo de este.
- Convertir los tiempos observados o medidos en tiempos normales o básicos.
- Determinar los suplementos por descanso que se añadirán al tiempo normal o básico de la operación.
- Determinar el tipo y tiempo estándar de la operación.

### **Método de Análisis**

Una vez que los datos se han codificado, transferido a una matriz, guardado en un archivo y “limpiado” los errores, el investigador procede a analizarlos. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar, 2014, pág. 272).

Una vez que se obtienen los datos, se analizan para de esta manera poder tomar alternativas a posibles decisiones para una propuesta y que al fin y al cabo le ayude a la empresa a mejorar y resolver el problema.

Los datos se analizarán en Excel ya que es una herramienta útil para el agrupamiento de los datos y las funciones de automatización de cálculos con numerosas fórmulas y da la posibilidad de graficar los datos. Excel almacena, organiza y manipula los datos.

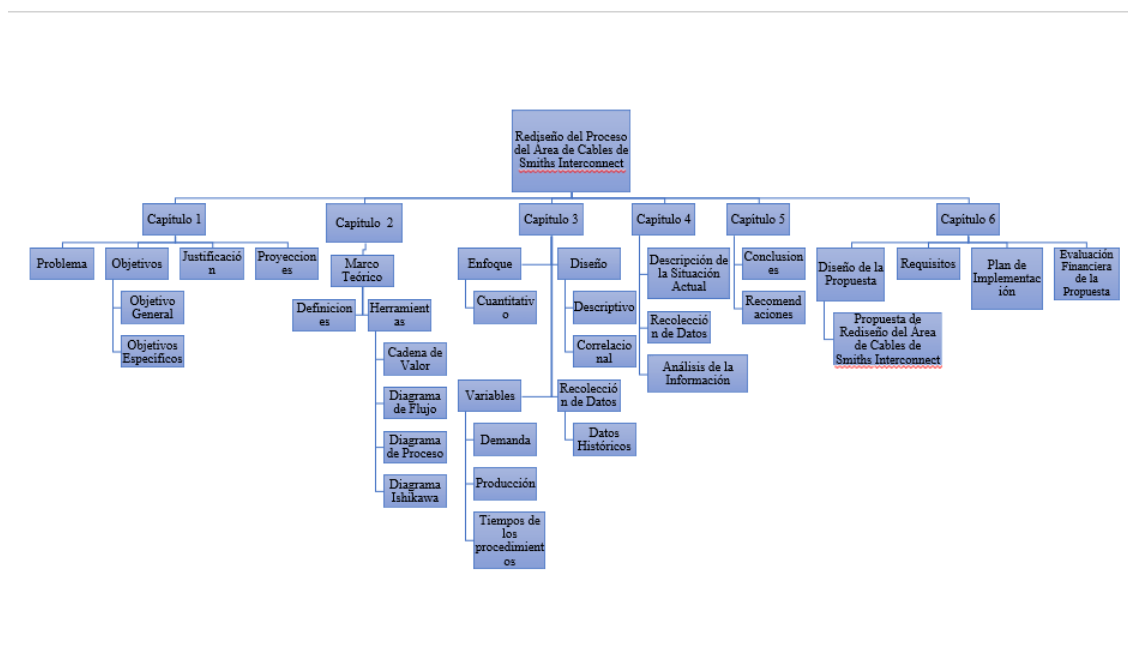
Para los análisis de los datos de la demanda, los datos de los tiempos de procedimientos, se seguirán los siguientes pasos:

- Se selecciona el software, se utilizará Excel.
- Una vez en el programa, se introducen los datos recolectado en Excel.
- Explorar los datos. Se realiza el análisis con respecto a los resultados estadísticos obtenidos.
- Se preparan los resultados para presentarlos.

### **Cronograma**

#### **WBS**

Figura No. 21 WBS



**Nota:** Isabel Garro Rojas

### Diagrama de Gantt

Figura No. 22 Diagrama Gantt

Actividad	Primer Cuatri 2018							Segundo Cuatri 2018								
	10	11	12	13	14	15	16	17	1	2	3	4	5	6	7	8
Capítulo IV	■	■	■	■	■	■										
Descripción de la Situación Actual	■	■														
Recolección y Análisis de datos			■	■	■	■										
Capítulo V							■	■								
Conclusiones							■									
Recomenaciones								■								
Capítulo VI									■	■	■	■	■	■		
Diseño de la Propuesta									■	■						
Plan de Implementación										■	■					
Evaluación Económica												■	■			
Correcciones															■	■

**Nota:** Isabel Garro Rojas

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN**

Antes de iniciar con el diseño de la propuesta es importante rastrear a profundidad la situación actual de la empresa para poder definir cuál es la metodología que se utiliza en la actualidad, y así encontrar aquellas causas que influyen en el área de cables.

Para lograr lo dispuesto en el párrafo anterior se realizará un estudio del proceso y se analizarán los puestos de trabajo del área de cables para determinar quién es el encargado de esta tarea y por qué no se está dando de manera correcta o por qué del todo no se hace, además se buscará conocer las funciones y cargas de trabajo de cada uno de los involucrados.

Lo primero es realizar un análisis de oferta-demanda de la empresa durante 2016 y 2017, y con esa información se realizará un pronóstico y así conocer el comportamiento de la empresa.

Se representan las capacidades del proceso en el área de cables, las capacidades que se calculan son la real, necesaria y la teórica, además se identifica el cuello de botella para identificar cuál de las actividades del proceso es la más lenta.

De la manera para conocer las entradas, transformaciones y salidas, se realizan diagrama de proceso, diagrama de flujo, mapeo de proceso.

En la descripción de la situación actual se mide la productividad de la empresa, para esto es necesario conocer la eficacia y la eficiencia.

Finalmente en el diagnóstico se analiza las necesidades que tiene el proceso en la organización, procesos y procedimientos, recursos materiales y sistema de información, con el fin de encontrar las mejoras para el área de cables.

### **Análisis de la Demanda de Smiths Interconnect**

Se entiende por “demanda” la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado. (Urbina, 2001, pág. 17).

En la empresa Smiths Interconnect es necesario identificar el comportamiento de la demanda para identificar la oportunidad que tiene la empresa en el mercado, por ende se realiza un estudio de datos históricos de la demanda y se pronostican dichos datos; y también se realiza el punto de equilibrio para ver el estado actual de la empresa.

### Oferta-Demanda

Para el análisis del comportamiento de la demanda se toma una serie histórica del mes de agosto del 2016, hasta el mes de junio del 2018 de la demanda de cables en la empresa Smiths Interconnect; tomando en cuenta que ellos trabajan con orden de trabajo.

Al tener diferentes tipos de cables, lo que se realiza es una agrupación por líneas (Custom y Estándar). A continuación se presentan estos datos en la siguiente tabla No. 6:

**Tabla No. 6 Datos Históricos de la Demanda**

Fecha	Tipo de Cable (FAMILIAS)	
	Custom	Estándar
ago-16	9.854	123
sep-16	5.510	385
oct-16	10.028	132
nov-16	8.959	522
dic-16	6.227	190
ene-17	11.211	30
feb-17	11.218	20
mar-17	7.808	99
abr-17	10.981	248
may-17	15.869	457
jun-17	23.757	105
jul-17	38.739	171
ago-17	2.551	3
sep-17	4.653	52
oct-17	6.984	260
nov-17	4.042	469
dic-17	2.067	
ene-18	7.118	451
feb-18	9.542	2
mar-18	10.637	203
abr-18	4.990	144
may-18	273	

**Nota: Smiths Interconnect.**

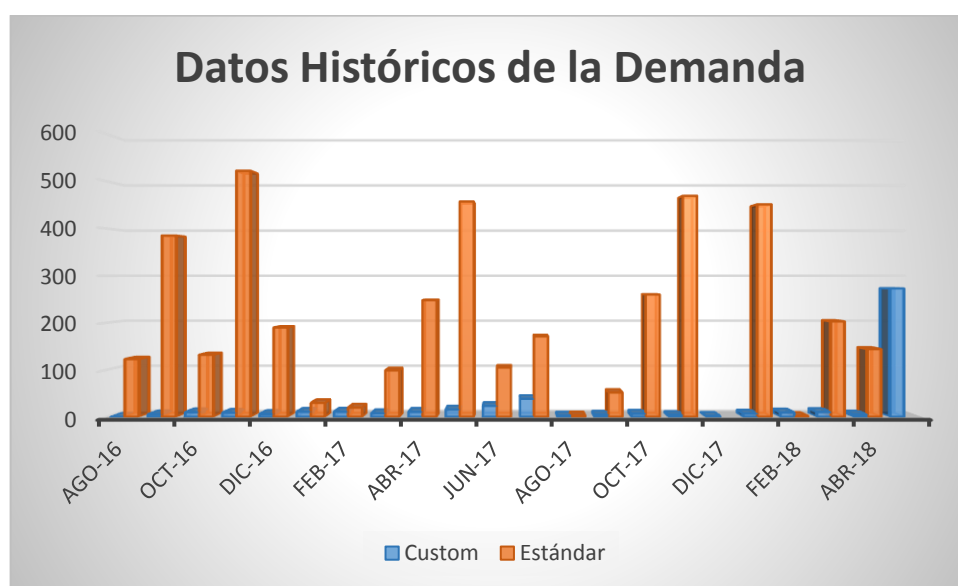
En la tabla No. 6, muestra la cantidad de unidades de cables de los últimos 23 meses, donde se dividen en familias (estándar y **custom**); esta división de líneas facilita la visualización para ver y analizar la cantidad de unidades que se han producido este tiempo atrás. Sin dejar de lado que en

Smiths Interconnect producen con orden de pedido, por lo cual no cuenta con producto terminado en bodega, lo cual genera más orden y control sobre la producción, evitando desperdicios de producto terminado.

En la tabla anterior, se muestran las intermitentes que tiene la empresa Smiths Interconnect con base a las órdenes de pedido del área de cables.

En la siguiente figura No. 23 se detalla la información de tabla No. 6 gráficamente, y que de esta manera se pueda interpretar mejor los datos.

**Figura No. 23 Gráfico de la Demanda Histórica**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No. 23 se visualiza de manera gráfica que la línea con mayor demanda es la de **custom**, ya que es la que en mayor cantidad de cables realizaron a lo largo de estos últimos 23 meses. A pesar de su dificultad a la hora de elaborarse, la línea **custom** cuenta con mayor demanda y se observa en el gráfico anterior que a pesar de producir más, su demanda es muy inconstante; por otro lado, la línea estándar también tiene su demanda, la cual fue creciendo y en el último mes que se puede observar en la figura No. 23, fue quien tuvo una mayor cantidad en unidades elaboradas.

Con base a los datos históricos que presenta Smiths Interconnect, en la línea **custom** tiene un promedio de 8.929 unidades mensuales, y presenta una desviación estándar de 8.768; y por su

parte, la línea estándar tiene un promedio de 203 unidades mensuales, y una desviación estándar de 169, e indica la diferencia que presenta de una línea a otra, y se concluye que la línea **custom** ha elaborado más unidades que la línea estándar.

## Capacidad del Proceso

### Capacidades de la Planta de Producción del Área de Cables

“Se conoce como capacidad de proceso el grado de variabilidad con que un proceso o una máquina generan una característica de calidad al ejecutar una operación determinada.” (Acuña, 2012, pág. 533). Es necesario calcular la capacidad del área de cables de la empresa, se utiliza como unidad agregada las unidades, es decir, se realiza el cálculo de las unidades que se producen, las unidades que podrían producir y las unidades que necesitan producir.

En la siguiente tabla No. 7 se muestran los datos mensuales por las familias de cables que existen en Smiths Interconnect.

**Tabla No. 7 Demandas Mensuales**

Fecha	Tipo de Cable (FAMILIAS)	
	Custom	Estándar
ago-16	9.854	123
sep-16	5.510	385
oct-16	10.028	132
nov-16	8.959	522
dic-16	6.227	190
ene-17	11.211	30
feb-17	11.218	20
mar-17	7.808	99
abr-17	10.981	248
may-17	15.869	457
jun-17	23.757	105
jul-17	38.739	171
ago-17	2.551	3
sep-17	4.653	52
oct-17	6.984	260
nov-17	4.042	469
dic-17	2.067	
ene-18	7.118	451

<b>feb-18</b>	9.542	2
<b>mar-18</b>	10.637	203
<b>abr-18</b>	4.990	144
<b>may-18</b>	273	
<b>jun-18</b>	20	

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la tabla No. 7 se detalla la cantidad de cables que elaboraron en los últimos 23 meses, las cuales se dividen en familias para una mejor interpretación y por las líneas en que se producen; la línea **custom** que fue la que tuvo una mayor demanda en este tiempo y por otro lado está la línea estándar, que presenta una gran diferencia pero que de igual manera produjeron a lo largo de los días y fue aumentando su demanda que en abril del presente año, fue la línea que más produjo. A pesar de que trabajan con orden de pedido, Smiths Interconnect, según la tabla anterior, presenta una alta demanda en el área de cables, teniendo trabajo constante para satisfacer las necesidades de los diferentes clientes. La línea estándar muestra un promedio de 203 unidades mensuales en los últimos 23 meses, mientras la línea custom 8.929 unidades mensuales con base a los datos históricos que la empresa tiene.

En la siguiente figura No. 24 se mostrará la demanda mensual de las líneas estándar y custom.

**Figura No. 24 Demanda de Cables**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No.24, se puede observar la demanda que tuvo la empresa Smiths Interconnect en los últimos 22 meses (2016-2017-2018). De manera gráfica se puede interpretar mejor; ya que se evidencia que la línea de **custom** es la que mayor producción genera, mientras que la línea estándar tiene un tipo de cable que es su estabilidad de producción.

La línea estándar es una línea con mayor fluidez para producir, mientras que la **custom** es de producto más específico, donde el cliente menciona las características que requiere para lo que necesita, de ahí parte que en el gráfico se visualice que la mayor producción en los últimos meses se va por el lado de los cables de la línea **custom**, ya que el cliente busca lo que necesita.

### **Capacidad real del área de cables estándar**

Para el cálculo de la capacidad real se realiza un promedio de lo que se produce por semana y se multiplica por 8.5 horas trabajadas; y así se obtiene la capacidad real por día es de 7.650 (900\*8.5), en la línea de cable estándar; la capacidad real semanal es de 38.250 unidades; dando como resultado una capacidad mensual real de 153.000 unidades.

### **Capacidad teórica del área de cables estándar**

En el cálculo de la capacidad teórica se toma como referencia el total de unidades por hora, multiplicándola por semana y tiene como resultado la capacidad teórica mensual, como se muestra en la siguiente figura No. 25:

**Figura No. 25 Capacidad Teórica Mensual del Área Estándar**

$1.100 * 8,5 =$	9.350
$9.350 * 5 =$	46.750
$46.750 * 4 =$	187.000

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

La capacidad teórica mensual mostrada en la figura No. 25 es de 187.000 unidades, tomando en cuenta que la empresa labora bajo orden de pedido, entonces es un dato que podría variar según la demanda que se genere en el momento.

### **Capacidad necesaria del área de cables estándar**

La capacidad necesaria de esta línea está anuente a cambios según la demanda semanal o mensual que se genera en el momento, en la siguiente figura No.26 se muestra:

**Figura No. 26 Capacidad Necesaria del Área de Cables Estándar.**

$1.000 * 8,5 =$	8.500
$8.500 * 5 =$	42.500
$42.500 * 4 =$	170.000

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

Como se muestra en la figura No. 26, la capacidad necesaria podría variar según la demanda que podría cambiar, ya que la empresa labora bajo las órdenes de pedido y estas varían según la demanda del cliente.

#### **Capacidad real del área de cables custom**

Para el cálculo de la capacidad real se realiza un promedio de lo que se produce por semana y se multiplica por 8.5 horas trabajadas para obtener la capacidad real por diaria de Smiths Interconnect es de 1.700, por semana sería 8.500 unidades, dando como resultado una capacidad real mensual de 34.000 unidades en la línea de cable **Custom**.

#### **Capacidad teórica del área de cables custom**

En el cálculo de la capacidad teórica se toma como referencia el total de unidades por hora, multiplicándola por semana y tiene como resultado la capacidad teórica mensual como se muestra en la figura No.27.

**Figura No. 27 Capacidad Teórica Mensual del Área de Custom.**

$300 * 8,5 =$	2.550
$2.550 * 5 =$	12.750
$12.750 * 4 =$	51.000

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

La capacidad teórica mensual mostrada en la figura No. 27 es de 51.000 unidades, tomando en cuenta que la empresa labora bajo orden de pedido, entonces es un dato que podría variar según la demanda que se genere en el momento.

### Capacidad necesaria del área de cables custom

Dada a la alta variabilidad que presenta la línea, no se puede definir con exactitud la capacidad necesaria, aun así en la figura No.28 se detalla la capacidad necesaria para el área de **custom**.

**Figura No. 28 Capacidad Necesaria del Área de Cables Custom**

$250*8,5 =$	2.125
$2125*5 =$	10.625
$10.625*4 =$	42.500

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No. 28 se representa la capacidad necesaria de la línea de **custom**, donde cabe destacar que las unidades podrían variar por el método en que la empresa labora ya que se demanda no es siempre la misma; en este caso, la capacidad necesaria de esta línea es de 42.500 unidades mensuales.

### Cuello de Botella

El cuello de botella lo determina la acción donde mayor duración tenga. Según conversado con los operarios, cuando llega la parte de soldadura es donde mayor atasco de producto hay, ya que es una parte clave para la línea porque determina en su mayor parte si el cable va a funcionar o no; y también es uno de los motivos más grades por el cual existen los reprocesos.

### Tiempos de proceso

El tiempo de reproceso se da en la parte de soldadura, ya que el operario realiza esta tarea a "*puro ojo*", donde se refleja más la experiencia en esta área y se ve reflejado en la encuesta que se realizó a los operarios y también en los tiempos que se tomaron para el estudio de tiempos.

### Descripción del Proceso del Área de Cables

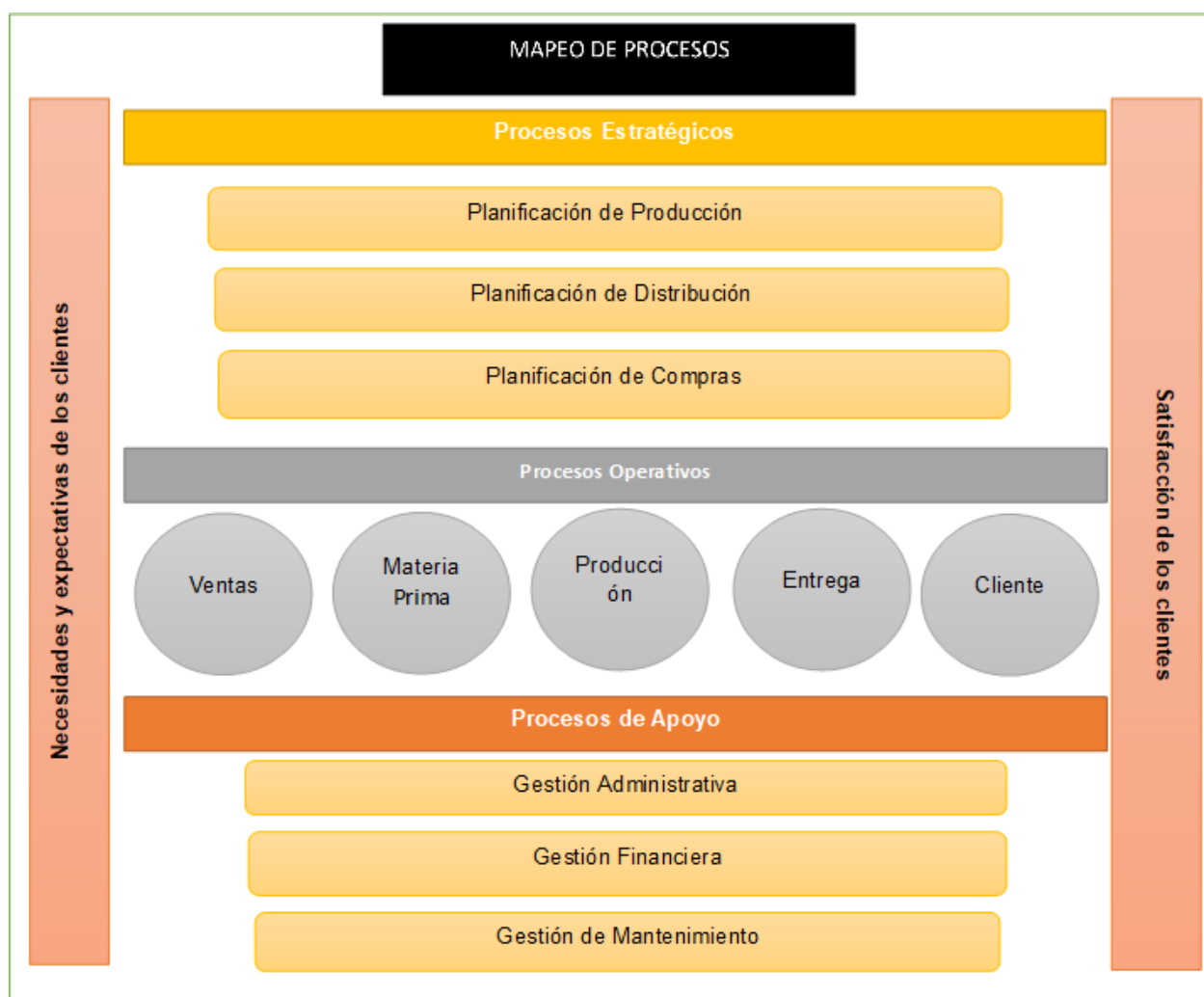
A continuación se analiza el proceso de producción del área de cables de la empresa Smtihs Interconnect desde las entradas, la transformación y las salidas presentes en dicho proceso, es decir se identifica desde que se inicia la producción de cables hasta que se empaca. A continuación se realizan diferentes diagramas para explicar el proceso:

## Mapa de Proceso

Es una visión de conjunto, holística o “de helicóptero” de los procesos. Se incluyen las relaciones entre todos los procesos identificados en un cierto ámbito. Une los procesos segmentados por cadena, jerarquía o versiones. (Carrasco, 2009, pág. 37).

En la siguiente figura No. 29 se muestra el mapeo de procesos que tiene el área de cables de la empresa Smiths Interconnect.

**Figura No. 29 Mapeo de Proceso**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En los procesos estratégicos se detalla la planificación de la producción, que una vez que existe un orden de trabajo, una persona encargada es quien realiza la planificación con base en la

materia prima que se encuentre en la empresa, una vez realizado la planificación de la producción, la encargada de las líneas del área de cables se encarga de la distribución de esa planificación, para que cumplan con la producción solicitada.

En los procesos operativos, es una secuencia que conlleva al producto terminado pero para ello encierran las ventas del producto, la compra de la materia prima, la producción y que todo vaya completo, empaque y entrega, y por último la satisfacción del cliente.

En los procesos de apoyo, son de mucha importancia para la empresa ya que cada proceso es necesario para cada orden de pedido, porque sin la organización de la gestión administrativa que es quien contrata al personal, la gestión financiera que es quien suplente las necesidades económicas y por último al gestión de mantenimiento que son quienes se encargan de que cuando alguna maquina o equipo falle, ellos son los encargados de velar porque vuelva a su funcionamiento y la producción pueda seguir y terminar con lo solicitado.

## Diagrama de Proceso

### Cables Estándar

Es un tipo de cable que fabrica la empresa Smiths Interconnect. Este proceso es más continuo, ya que es muy manual, como se muestra en la siguiente figura No. 30:

**Figura No. 30 Diagrama de Proceso Estándar**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No. 30 se detalla gráficamente el orden que deben seguir para la elaboración de los cables de la línea estándar, continuación se muestra el proceso de ensamble por pasos:

Paso 1: Se realiza el corte del cable, una máquina es la encargada de realizar esta actividad. El operario se encarga de configurar la máquina donde pone las especificaciones del cable.

Paso 2: Se realizan dos actividades en este paso. La primera es ingresa el cable en estaño y la segunda es el corte de Trin, esta funciona por medio de un sensor, el cual al ingresas el cable, la máquina le hace un tipo corte y le añade el “Trin”. Esta actividad lo realiza un operario.

Paso 3: Un solo operario, se realiza el colocar los hules y el acople al cable.

Paso 4: Un operario, realiza la soldadura de un lado del cable.

Paso 5: Un solo operario, realiza la soldadura del otro lado del cable.

Paso 6: Se realiza el corte del “*Teflón*” por medio de una máquina y que es operada por una persona.

Paso 7: Un solo operario, realiza la colocación de uno de los pines, o sea un lado.

Paso 8: Un solo operario, realiza la colocación del otro pin, o sea, del otro lado.

Paso 9: Se realiza el ensamble del conector, es por medio de una máquina a presión y se realiza la medición del mismo, donde tiene que medir P.n 0-25 para que el cable pueda seguir en el proceso. Un solo operario.

Paso 10: Se realiza el ensamble del otro conector, de igual manera por medio de una máquina y se mide. Un solo operario.

Paso 11: Se realiza la prueba DW, es una prueba de resistencia y potencia, por medio de una máquina y la misma se debe calibrar. Un solo operario.

Paso 12: Se realiza la prueba RF, es donde se verifica el comportamiento del cable. En este paso se acepta o rechaza el cable por su funcionalidad, o lo envía a reproceso. Un solo operario.

Paso 13: Se realiza el amolde de los hules, utilizan una máquina que calienta el hule y de esta manera el hule toma la forma del cable, según las especificaciones del cliente. En este paso tienen cuatro máquina pero depende de la producción es la cantidad de personas.

Paso 14: Se realiza la inspección final, es manual. Dos operarios encargados.

Paso 15: Se realiza el empaque de los cables, la cantidad se basa en como el cliente lo haya solicitado. Un solo operario.

### **Cables Custom**

Se incluyen los demás tipos de cables que producen en la empresa Smiths Interconnect, varían según las especificaciones del cliente. En su mayoría un operario se encarga de cada tipo de cable, ya que son muy pocas las unidades; en caso de que la cantidad aumente, se realiza en la línea donde cada operario se encarga de un paso, como se muestra en la siguiente figura No. 31:

**Figura No. 31 Diagrama de Proceso de la Línea Custom**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No. 31 se muestra de manera gráfica el orden de los pasos; que se describen a continuación, es un cable corrugado (LMR) que corresponde a la línea **custom**:

Paso 1: La máquina realiza el corte del cable, donde se le añaden las características del cable.

Paso 2: El operario revisa el plano para ver las especificaciones del cable y sus materiales.

Paso 3: El operario revisa el **Marker**, verifica que sea el mismo que el shock

Paso 4: Realiza la colocación de los pines, por ambos lados.

Paso 5: El operario realiza el corte del “polin”.

Paso 6: Se realiza el ensamble de uno de los conectores e ingresa la manga.

Paso 7: Se ingresa el **tubín** y el **marker**.

Paso 8: Se ensambla el otro conector.

Paso 9: El operario realiza la colocación del Poxil, un tipo goma.

A partir del paso 10, lo realiza otro operario ya que el ensamble del cable ya estaría finalizado.

Paso 10: Se realiza la prueba de DW.

Paso 11: Se realiza la prueba de RF.

Paso 12: Se realiza la medición del cable.

Paso 13: Se realiza el corrugado al cable.

Paso 14: El cable vuelve a la prueba de RF para que no exista ningún cambio.

Paso 15: Se realiza el amolde de los hules.

Paso 16: Se realiza la inspección, de igual manera es manual.

Paso 17: Se realiza el empaque. La cantidad de unidades depende de las especificaciones del cliente.

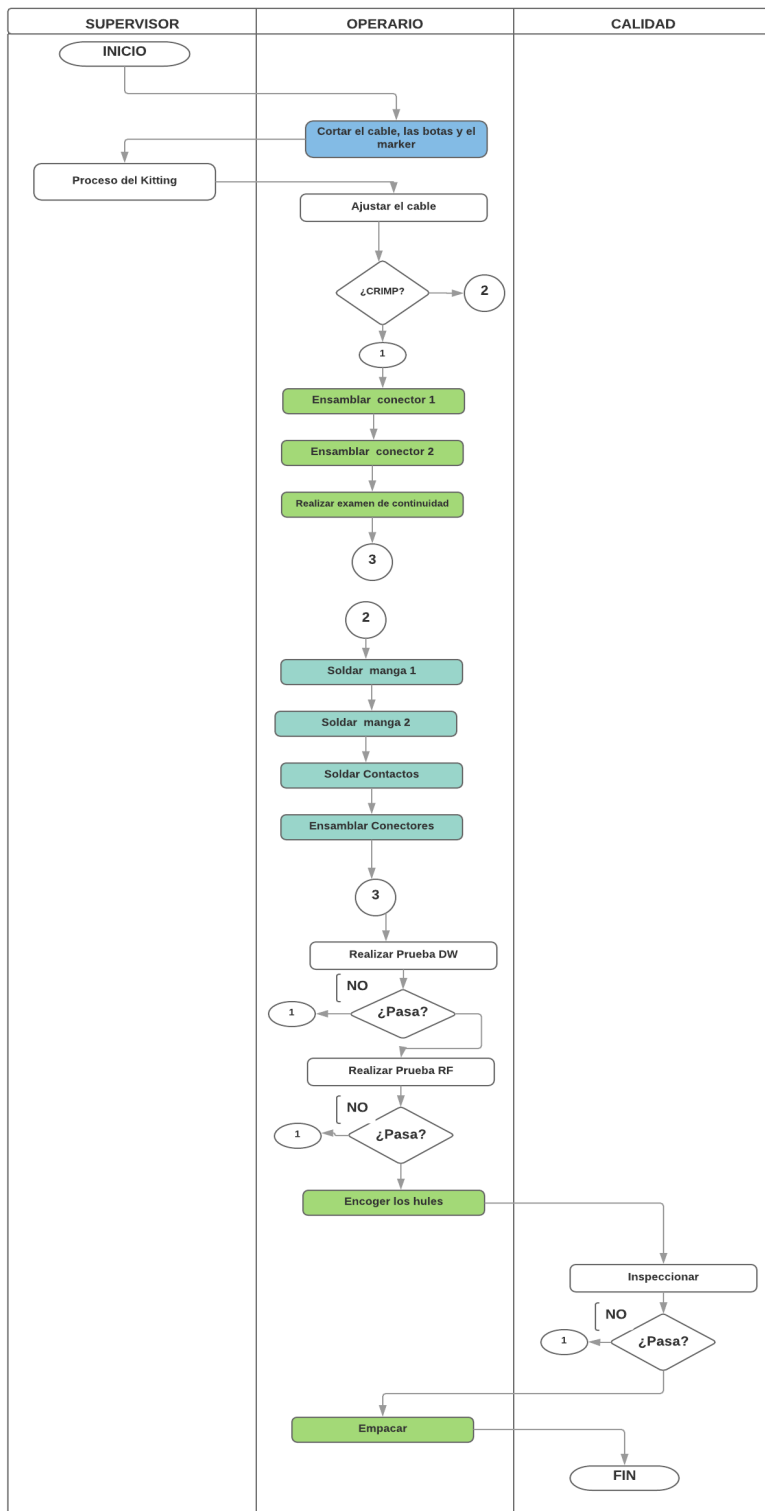


En la figura No. 32 se detalla el diagrama de flujo de la línea estándar, lo cual permite ver de una manera más legible el proceso que se lleva para la elaboración de los cables en esta línea, donde se describe cada actividad mostrando una secuencia entre las mismas; señalando los responsables de cada parte del proceso; cabe resaltar que los que tienen mayor importancia en el proceso son los operarios, sin dejar de lado que el o la supervisora son los encargados de velar en dar el visto bueno al cable, tomando en cuenta que la inspección debe pasar por la persona encargada de calidad junto con un operario; una vez aprobado cada parte del proceso, se realiza el empaque, que se hace según las especificaciones del cliente.

El proceso inicia con el corte del cable, una máquina es la encargada de realizar esta actividad. El operario se encarga de configurar la máquina donde pone las especificaciones que solicita el cliente. Luego se realizan dos actividades, la primera se ingresa el cable en estaño y la segunda es el corte de Trin, esta funciona por medio de un sensor, el cual al ingresar el cable, la máquina le hace un tipo corte y le añade el “*Trin*”. Continuando con el proceso, se realiza el colocar los hules y el acople al cable, luego se realiza la soldadura de un lado del cable para luego, otro operador, realice la soldadura del otro lado del cable. Luego, se realiza el corte del “*Teflón*” por medio de una máquina la cual es operada por una persona. Después, se realiza la colocación de los pines, que sería un operario para cada pin; se realiza el ensamble del conector, es por medio de una máquina a presión y se realiza la medición del mismo, donde tiene que medir P.n 0-25 para que el cable pueda seguir en el proceso, luego se realiza el ensamble del otro conector, de igual manera por medio de una máquina y se mide. Se realiza la prueba DW, es una prueba de resistencia y potencia, por medio de una máquina y la misma se debe calibrar. Como parte esencial del proceso, se realiza la prueba RF, donde se verifica el comportamiento del cable. En este paso se acepta o rechaza el cable por su funcionalidad, o lo envía a reproceso. Luego, se realiza el encogimiento de los hules, como penúltimo paso, se realiza la inspección final, es manual; y para finalizar se realiza el empaque, a como el cliente lo solicitó.

En la figura No.33 se muestra la guía de pasos que deben cumplir los operarios para completar la producción en la línea **custom**.

**Figura No. 33 Diagrama de Flujo de Cables Custom**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No. 33 se detalla el diagrama de flujo de la línea **custom**, lo cual permite detallar cada actividad mostrando una secuencia entre las mismas; diciendo los responsables de cada parte del proceso. La de mayor importancia son las pruebas DW y RF, ya que son las que indican si el cable cumple o no las especificaciones del cliente; una vez pasadas las pruebas, el encargado de la inspección valora manualmente el cable, lo acepta o rechaza; una vez aceptado el cable, se realiza el empaque, que de igual manera se basa como lo solicitó el cliente, ya sea en grupo de 100 unidades por bolsa o en cajas; varía según lo solicitado.

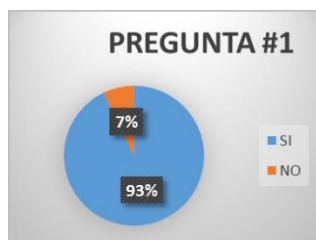
La línea **custom** da inicio con la máquina donde realiza el corte del cable, y el operario le añade las características que solicita el cliente para el cable. Luego, la persona encargada revisa el **Marker**, verifica que sea el mismo que el **shock**, se realiza la colocación de los pines, por ambos lados, luego se realiza el corte del “polin”; una vez finalizado, se ensambla de uno de los conectores e ingresa la manga. Se ingresa el **tubin** y el **marker** y se ensambla el otro conector. El operario realiza la colocación del **Poxil**, que es un tipo goma. Una vez finalizada esta parte del proceso de la línea **custom**, se realiza la prueba DW que de igual manera lo que revisa es la resistencia del cable, se procede con la prueba RF, donde verifica el comportamiento del cable; se realiza una medición del cable para que si cumpla con lo que el cliente solicita. Se ejecuta el corrugado al cable. El cable vuelve a la prueba de RF para que no exista ningún cambio. Se realiza el amolde de los hules. Y se hace la inspección, de igual manera es manual; para finalizar el proceso se activa el empaque. La cantidad de unidades depende de las especificaciones del cliente.

### **Análisis de Causas**

Para dar a conocer y analizar las causas, y de esta manera poder realizar el diagrama de Ishikawa, se conversa con los operarios, en diferentes días y horas; analizando y tomando en cuenta la opinión de los mismos.

Para realizar el Ishikawa, se aplicó la siguiente entrevista:

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?

**Figura No. 34 Respuesta de la pregunta #1**

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

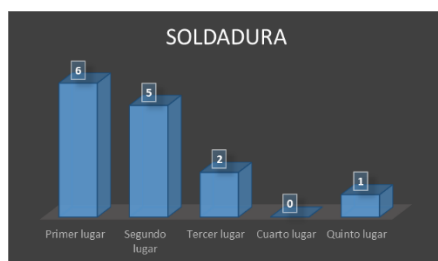
En la tabla No.7 se detalla la cantidad de respuestas de los 14 operarios que realizaron la encuesta.

**Tabla No. 8 Respuestas, pregunta 1**

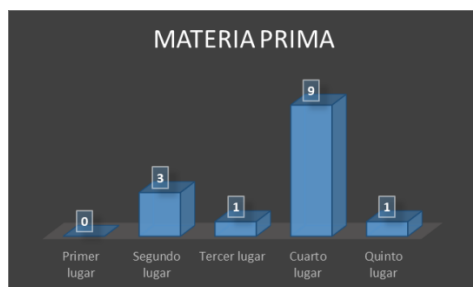
PREGUNTA #1	
SI	13
NO	1

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

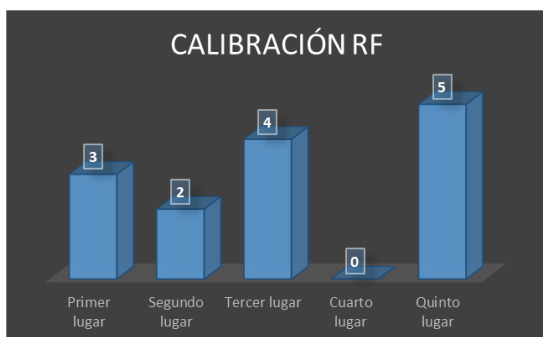
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5

**Figura No. 35 Respuesta de soldadura**

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

**Figura No. 36 Respuesta de materia prima**

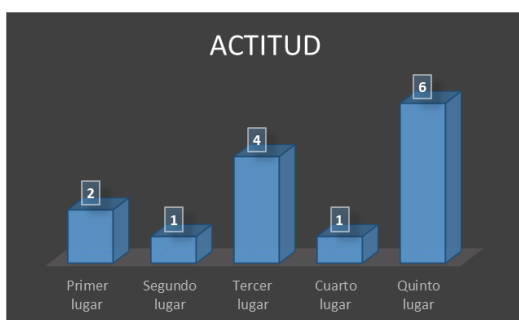
**Nota: Isabel Garro Rojas.**

**Figura No. 37 Respuesta de calibración RF**

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

**Figura No. 38 Respuesta de experiencia**

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

**Figura No. 39 Respuesta de actitud**

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

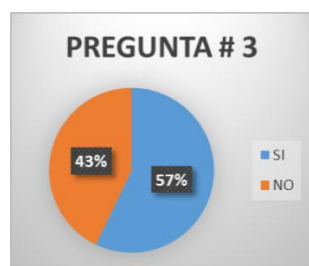
En la tala No.8 se muestra la cantidad de operarios que votaron por cada rubro y cual tuvo mayor puntuación según ellos.

**Tabla No. 9 Respuestas, pregunta 2**

PREGUNTA #2					
	SOLDADURA	CALIBRACIÓN RF	MATERIA PRIMA	EXPERIENCIA	ACTITUD
1	6	3	0	3	2
2	5	2	3	3	1
3	2	4	1	3	4
4	0	0	9	4	1
5	1	5	1	1	6

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

3. ¿Se mantiene el área limpia?

**Figura No. 40 Respuesta de la pregunta #3**

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

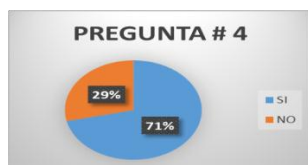
En la tabla No.9 se representa con números las respuestas de los operarios.

**Tabla No. 10 Respuestas, pregunta 3.**

PREGUNTA #3	
SI	8
NO	6

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?

**Figura No. 41 Respuesta de la pregunta #4**

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la tabla No.10 se detalla de donde salió el gráfico de la pregunta número cuatro.

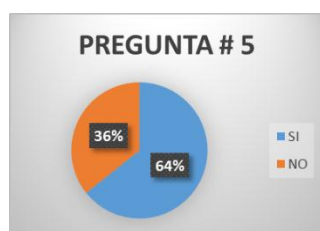
**Tabla No. 11 Respuestas, pregunta 4**

PREGUNTA #4	
SI	10
NO	4

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?

**Figura No. 42 Respuesta a la pregunta #5**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la tabla No. 11 se determina de donde salió el gráfico que representa las respuestas de la pregunta número 5.

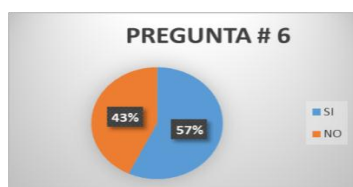
**Tabla No. 12 Respuestas, pregunta 5**

PREGUNTA #5	
SI	9
NO	5

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?

**Figura No. 43 Respuesta a la pregunta #6**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la siguiente tabla No.12, se representan las respuestas de la figura No. 40.

**Tabla No. 13 Respuestas, pregunta 12**

PREGUNTA #6	
SI	8
NO	6

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?

**Figura No. 44 Respuesta de la pregunta #7**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la siguiente tabla No. 13 se detallan las respuestas de la pregunta número siete.

**Tabla No. 14 Respuestas, pregunta 7**

PREGUNTA #7	
SI	14
NO	0

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?

**Figura No. 45 Respuesta de la pregunta #8**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la tabla No. 14 se detallan las respuestas de la figura No.42.

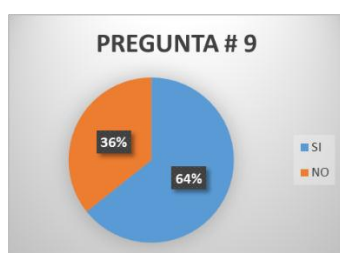
**Tabla No. 15 Respuestas, pregunta 8**

PREGUNTA #8	
SI	14
NO	0

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?

**Figura No. 46 Respuesta de la pregunta #9**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la siguiente tabla No.15, se representan las respuestas de la figura No.43.

**Tabla No. 16 Respuestas, pregunta 9.**

PREGUNTA #9	
SI	9
NO	5

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?

**Figura No. 47 Respuesta de la pregunta #10**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la tabla No. 16 se representan las respuestas de la figura No.44.

**Tabla No. 17 Respuestas, pregunta 10.**

PREGUNTA #10	
SI	14
NO	0

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

Se realizó una encuesta, en la cual los operarios respondieron de manera que ellos mismos ven el cómo avanza el trabajo en el área y lo que más les afecta como empleados. Desde la motivación y actitudes de supervisores y los mismos operarios, como que los equipos ya tienen sus años y la vida útil de la maquinaria ya no es la misma; y demás causas que ellos creen que estén afectando.

Cada figura tiene como respaldo una tabla con la cantidad de respuestas según la pregunta.

La encuesta se realizó con el fin de dar a conocer lo que los operarios veían y pensaban al respecto con el área de cables, mostrando su sinceridad y conocimiento sobre las líneas. De esta manera, un total de catorce operarios respondieron la encuesta, donde las de mayor importancia mostrada por ellos era la pregunta número dos, para dar a conocer la actividad o la acción que genera los reprocesos en las líneas, y de esta manera se confirmó que la soldadura es quien está de número uno por parte de los operarios, agregando que la actitud de superiores y de los mismos operarios también podría afectar en los reprocesos.

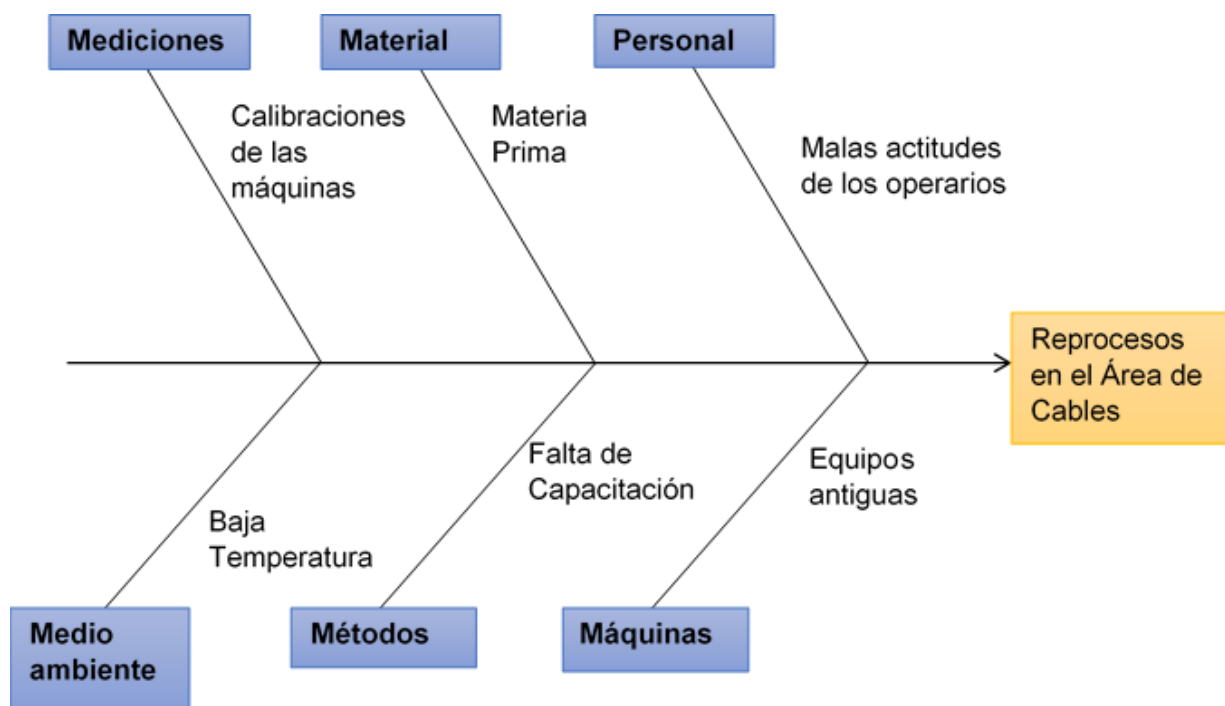
Con base en las respuestas de los 14 operarios que participaron en dicha encuesta, se concluye que parte del proceso que tiene mayor frecuencia en los reprocesos es la soldadura, por su mal uso o por la misma antigüedad que presenta la maquinaria y un 64% de los 14 operarios que participaron en la encuesta están de acuerdo con esto, la cual retrasa en su mayoría la producción; la falta de capacitación; para algunos es esencial para el uso correcto de la maquinaria y herramientas con las que se labora en dicha área, con un 57% los operarios indicaron que si dan capacitación y un 43% que no brindan una buena capacitación; recalcaron que las actitudes de los superiores es clave para el desempeño del operarios en su labor, indican que un 71% dice que si afecta las malas actitudes de los superiores. Cabe rescatar, que a pesar de no contar al 100% con capacitación, los operarios velan por su seguridad ya que a la hora de que muestran inseguridad en algún paso del proceso o en el uso de alguna herramientas, ellos se detienen, mostrando inseguridad

pero velando por la seguridad de sí mismos; a pesar de que los operarios saben cuál es el trabajo que deben realizar, los supervisores están observando y revisando que todo se vaya cumpliendo de buena manera, y un 64% están de acuerdo en que si se realiza un seguimiento al proceso.

### Ishikawa

Para identificar las causas se utiliza el método de las 6M que según (Gutierrez & Vara, 2009, pág. 147): “El método de las 6 M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6 M): métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente.” Al identificar las causas en cada una de la “M” se colocan en la figura No. 45 que se representa a continuación:

**Figura No. 48 Diagrama de Ishikawa**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No. 45 se muestran las causas que afectan con mayor reiteración en el área de cables, afectando el rendimiento de las líneas y por ende cada parte de la producción; dando inicio con la máquina de corte de cable, una vez entregada las órdenes de trabajo previas a realizar; se continúa con cada parte del proceso según el tipo de cable que solicite el cliente.

La calibración de las máquinas afecta en las dos áreas ya que es un paso importante en el proceso, porque determina si el cable cumple con las especificaciones del cliente y si funciona al 100%.

Las malas actitudes de los operarios y superiores, afecta en el rendimiento que puedan ofrecer y por ende se ve reflejado en el trabajo que realizan.

La falta de capacitación es un punto clave, ya que es la manera en que la empresa trasmite el cómo realizar el trabajo y los pasos que deben seguir; enseñando de una manera eficiente y que los empleados nuevos puedan cumplir con las especificaciones que solicita el cliente.

Los equipos antiguos afectan de manera directa, porque al actualizar herramientas, procedimientos y maquinaria, tendrá una mayor permanencia en la competencia a nivel empresarial y de esta manera ofrecer productos 100% fiables.

### **Estudio de Tiempos**

El estudio de tiempos se realiza con un cronómetro, instrumento que valora la velocidad con el cual el operario realiza la o las tareas.

Se realiza del método tradicional, y se hace de la siguiente manera:

1. Realizar una muestra tomando 10 lecturas si los ciclos son  $\leq 2$  minutos y 5 lecturas si los ciclos son  $> 2$  minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar.
2. Calcular el rango o intervalo de los tiempos de ciclo, es decir, restar del tiempo mayor el tiempo menor de la muestra:  $R$  (Rango) =  $X_{\max} - X_{\min}$
3. Calcular la media aritmética o promedio:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

4. Hallar el cociente entre rango y la media:

$$\frac{R}{\bar{X}}$$

5. Buscar el cociente en la siguiente tabla, en la columna (R/X), se ubica el valor correspondiente al número de muestras realizadas (5 o 10) y ahí se encuentra el número de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de  $\pm 5\%$ .

**Figura No. 49** Tabla para el cálculo del número de observaciones

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

**Nota: Google.**

En la figura anterior se observa una tabla que contiene el número de observaciones que se deben realizar para el cálculo del estudio de tiempos.

## Pasos para la Línea Estándar

### Tiempos para el cálculo del número de observaciones de los Cables Estándar

A continuación se presenta la tabla No.17 con los respectivos tiempos tomados para el cálculo de la cantidad de observaciones que se deben realizar para los cables estándar.

### Tabla No. 18 Tiempos para el cálculo del número de observaciones de los Cables Estándar

No. Pasos	Cable Estándar	Tiempos en segundos								
	Tiempo 1	Tiempos 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5	Tiempo 6	Tiempo 7	Tiempo 8	Tiempo 9	Tiempo 10
1	20	15	20	20	15	18	10	15	20	20
2 (a)	69	48	64	72	77	45	65	64	90	50
2 (b)	16	17	15	17	17	14	19	17	16	18
3	27	23	28	30	35	29	20	23	27	25
4	55	55	40	37	42	57	45	49	48	60
5	32	39	56	38	35	70	50	32	49	40
6	52	52	53	51	52	49	52	48	51	52
7	29	28	29	29	20	22	25	23	21	20
8	58	90	72	53	64	48	50	60	52	53
9	50	48	45	44	31	33	33	27	45	48
10	42	22	37	57	45	38	49	35	40	35
11	30	20	25	21	20	30	24	20	22	25
12	34	28	37	20	21	60	42	34	39	24
13	25	42	41	49	35	20	25	30	40	15
14	35	50	60	35	45	60	80	45	35	40
15	120	135	165	125	160	180	125	160	125	100

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la tabla No.18, se detallará el cálculo de las observaciones que se debe tomar para poder realizar el estudio de tiempos en la línea estándar.

### Tabla No. 19 Cálculo de observaciones cable estándar

PASOS	PROMEDIO	RANGO	CÁLCULO DE LA ARITMÉTICA	COCIENTE ENTRE EL RANGO Y LA MEDIA	REDONDEO DE COCIENTE ENTRE EL RANGO Y LA MEDIA	NÚMERO DE OBSERVACIONES
1	173	10	17,3	0,57803468	0,58	57
2 (a)	644	45	64,4	0,69875776	0,7	83
2 (b)	166	5	16,6	0,30120482	0,3	15
3	267	15	26,7	0,56179775	0,56	53
4	488	23	48,8	0,47131148	0,48	39
5	441	38	44,1	0,861678	0,86	126
6	512	4	51,2	0,078125	0,07	1
7	246	9	24,6	0,36585366	0,36	22
8	600	42	60	0,7	0,7	83
9	404	23	40,4	0,56930693	0,56	53
10	400	27	40	0,675	0,68	78
11	237	10	23,7	0,42194093	0,42	30
12	339	40	33,9	1,179941	1	169
13	322	34	32,2	1,05590062	1	169
14	485	25	48,5	0,51546392	0,5	42
15	1395	60	139,5	0,43010753	0,42	30

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

### **Pasos en la Línea Custom**

#### **Tiempos para el cálculo del número de observaciones de los Cables Custom**

En la tabla No.19, se muestran una serie de tiempos en segundos para el respectivo cálculo de observaciones que se deben realizar para los cables **custom**.

**Tabla No. 20 Tiempos para el cálculo del número de observaciones de los Cables Custom**

Custom		Tiempos en segundos				
No. Pasos	Tiempo 1	Tiempos 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5	
1	20	15	20	18	10	
2	300	240	270	210	180	
3	200	140	60	130	100	
4	120	180	110	100	90	
5	45	55	60	50	90	
6	125	125	90	110	95	
7	45	40	55	40	60	
8	100	125	85	120	100	
9	35	30	45	55	35	
10	18	30	23	20	23	
11	40	43	34	29	28	
12	120	125	180	100	90	
13	109	109	170	73	98	
14	77	32	42	57	60	
15	35	45	30	50	45	
16	65	70	60	85	75	
17	120	135	120	90	95	

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la tabla No.20, se detallará el cálculo de las observaciones que se debe tomar para poder realizar el estudio de tiempos en la línea **custom**.

**Tabla No. 21 Cálculo de observaciones de los cables Custom**

PASOS	PROMEDIO	RANGO	CÁLCULO DE LA ARITMÉTICA	COCIENTE ENTRE EL RANGO Y LA MEDIA	REDONDEO	NÚMERO DE OBSERVACIONES
1	83	5	16,6	0,30120482	0,3	27
2	1200	120	240	0,5	0,5	74
3	630	140	126	1,111111111	1	296
4	600	90	120	0,75	0,76	171
5	300	45	60	0,75	0,76	171
6	545	35	109	0,32110092	0,32	30
7	240	20	48	0,41666667	0,42	52
8	530	40	106	0,37735849	0,38	43
9	200	25	40	0,625	0,62	114
10	114	12	22,8	0,52631579	0,52	80
11	174	15	34,8	0,43103448	0,44	57
12	615	90	123	0,73170732	0,74	162
13	559	97	111,8	0,86762075	0,86	218
14	268	45	53,6	0,83955224	0,84	209
15	205	20	41	0,48780488	0,48	68
16	355	25	71	0,35211268	0,36	38
17	560	45	112	0,40178571	0,4	47

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

### Valoración del ritmo de trabajo

Es una calificación que se le da al operario por su trabajo.

### Figura No. 50 Escala de valoración

0 %	Actividad Nula
50 %	Muy lento
75 %	Constante
100 %	Ritmo tipo
125 %	Muy rápido
150 %	Excesivamente rápido

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No.47 se muestra una tabla con datos que son valoraciones o calificaciones que se les da a los operarios por su labor, tomando en cuenta aspectos como las características del

material que usarán, los posibles cambios que se podrían generar durante la producción, variaciones en la concentración mental de la persona y de esta manera afectar la ejecución de su trabajo, y los cambios de clima u otros factores del ambiente, iluminación, ruido, etc.

La calificación para los cables custom es de un 75%, para cada operario que participa en el proceso de la línea, ya que realiza su trabajo a cómo tiene que ser pero hay situaciones y factores que afectan en la ejecución del mismo.

### **Análisis de Productividad del Área de Cables**

Se realiza el análisis de la productividad del área de cables para verificar cuál es la eficiencia y la eficacia del proceso, además se realiza un polinomio de productividad para identificar el estado productivo de la producción. La productividad según (Gutierrez & Vara, 2009) la productividad se define como:

En general, la productividad se entiende como la relación entre lo producido y los medios utilizados; por lo tanto, se mide mediante el cociente: resultados logrados entre recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas, clientes atendidos o en utilidades. Mientras que los recursos empleados se cuantifican por medio del número de trabajadores, tiempo total empleado, horas-máquina, costos.

A continuación en la Tabla 22 se presenta un análisis de los desperdicios para identificar los tiempos que no generan valor al proceso.

**Tabla No. 22 Desperdicios del Área de Cables**

DESPERDICIOS	
Re procesos	Por hora se presentan al menos 3 reprocesos
Transportes	Cuando el cable pasa por el estaño, se traslada a cada línea
Movimientos	Mover los cables de una línea a otra
Esperas	Cada sub-área debe esperar el cable para continuar con la producción, al igual que los materiales

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

Se presentan los desperdicios que se generan en el proceso del área de cables, donde los reprocesos es lo que con mayor frecuencia

**Figura No. 51 Tiempos Muertos del Área de cable**

TIEMPOS MUERTOS	
Reprocesos	30
Transporte	15
Movimientos	15
Esperas	10
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No.48, se muestran los tiempos muertos del área de cables para ambas líneas.

**Figura No. 52 Tiempos Fijos en el Área de Cables.**

TIEMPOS FIJOS	
Almuerzo	30
Desayuno	15
Café	15
Limpieza	10
Estiramientos	10
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No.49, se determinan los tiempos fijos que los empleados pueden tomar para los diferentes tiempos de alimentación, limpieza del área de trabajo y estiramientos para evitar repetidas lesiones.

**Figura No. 53 Tiempo Muerto Total**

TIEMPO MUERTO TOTAL
150

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura anterior No. 50 se determina el tiempo total muerto que se utiliza en el área de cables.

### Eficiencia

Es importante medir la eficiencia de la producción del proceso para conocer que tanto está afectando los tiempos muertos, según Gutiérrez (2010, pág. 21) (Gutierrez & Vara, 2009) la eficiencia es "... la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados." A continuación se presenta en la Figura 53 el cálculo de la eficiencia.

#### Figura No. 54 Eficiencia del Área de Cables

$$\frac{340 \text{ minutos}}{510 \text{ minutos}} = 0,67$$

#### Nota: Isabel Garro Rojas.

Se obtiene que la eficiencia del proceso es de 67%, se toman el tiempo promedio total que se trabaja en el área de cables (570 minutos) y se le restan los tiempos de desperdicios (150 minutos), los tiempos de limpieza del área (10 minutos), los tiempos de comida (60 minutos), tiempos de estiramientos (10 minutos) y se obtiene el tiempo útil, este tiempo útil se divide entre el tiempo total (340 minutos).

### Eficacia

Después se mide la eficacia que según (Gutiérrez, Guía para la Elaboración de un Diagrama de Flujo, 2009) es "... el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanza los resultados planeados." Se presenta el cálculo de la eficiencia en la figura No. 55:

#### Figura No. 55 Eficacia del área de cables

$$\frac{700 \cdot 100}{7000} = 70$$

#### Nota: Isabel Garro Rojas.

Se obtiene multiplicando el resultado alcanzando (700 unidades) por 100, que equivale al 100% de producción de la línea; dividido entre el resultado previsto (1.000 unidades), obteniendo como resultado que la eficacia es de un 70%, que se observa en la figura No.55.

### **Productividad**

Para medir la productividad del Área de Cables de Smiths Interconnect se realiza la multiplicación de eficiencia por eficacia.

#### **Figura No. 56 Productividad del Área de Cables.**

$$67\% * 70\% = 46,90\%$$

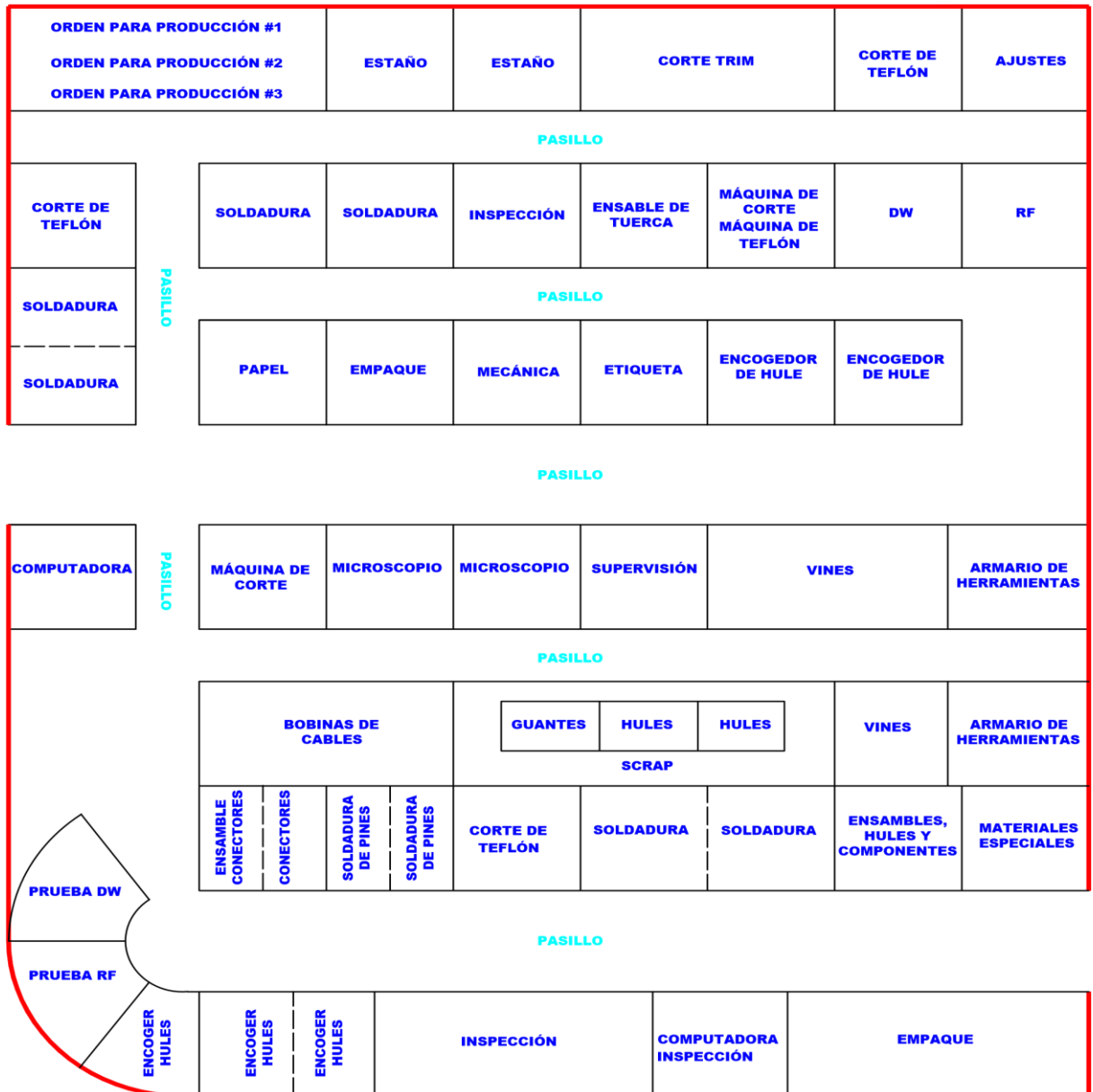
#### **Nota: Isabel Garro Rojas.**

La productividad obtenida es de un 46.90% se obtiene multiplicando la eficacia por la eficiencia. El resultado que se obtiene es bajo debido que los tiempos muertos que hay son elevados, como se muestra en la figura No.56.

### **Distribución del Área de Cables**

La empresa Smiths Interconnect, cuenta con un diseño del área de cables el cual tiene cada sub-área para completar el producto final, el cable. Según la figura No 57, se realiza un recorrido para las dos áreas (**custom** y estándar) luego de que se realiza el corte del cable, y de esta manera se da inicio a la producción.

#### **Figura No. 57 Distribución del Área de Cables**



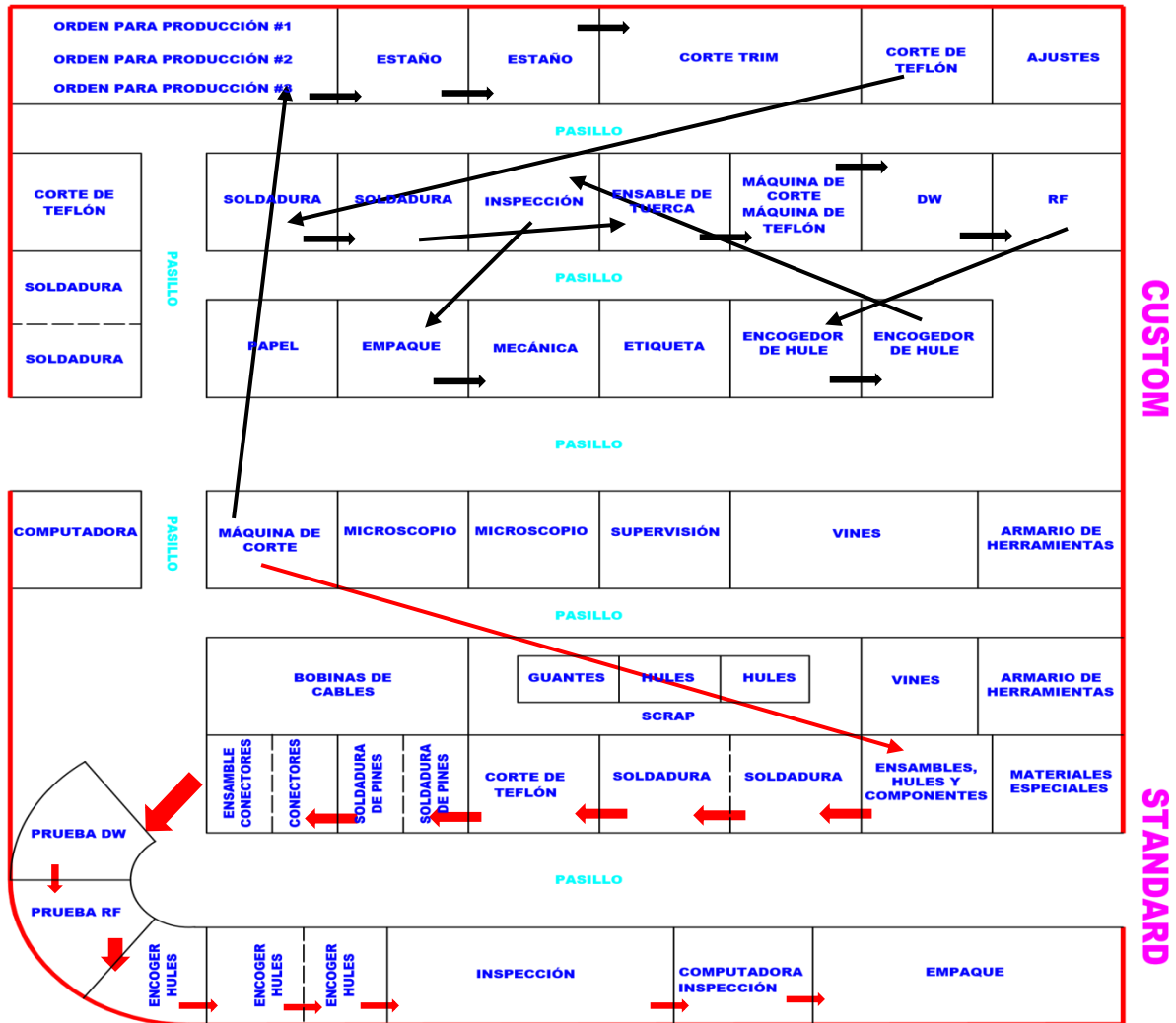
**Nota: Isabel Garro Rojas.**

Se realiza el diseño del área de cables de una manera gráfica para analizar y observar los recorridos y las sub-áreas que conlleva la finalización del producto.

### Diagrama de Recorrido

Es una manera gráfica de definir las trayectorias de las personas que participan en el proceso, ya que de esta manera se ve que en la línea de **custom** se refleja mucha pérdida de tiempo y espacio para Smiths Interconnect, como se puede observar en la siguiente figura No. 58:

**Figura No. 58 Diagrama de Recorrido Smiths Área de Cables.**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

Se refleja el recorrido que se realiza para que pueda completar o seguir con el siguiente paso. Se determina que se presta para la pérdida de tiempo y espacio para la elaboración del producto final, el cable.

Las flechas rojas indican el recorrido de la línea estándar, y las líneas negras representan el recorrido de la línea **custom**.

De la figura No.57 parte la idea de poder ajustar las líneas para agilizar el proceso y evitar recorridos largos e incómodos donde se desperdicie tiempo el cual podría aprovecharse para otras actividades.

## CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

### Conclusiones

Se realizó una toma de tiempos donde se analizó la situación actual del área de cables, esta evidenció que hay gran pérdida de tiempo en recorridos por el desorden de las líneas de trabajo y esto afecta que la producción sea realizada de una manera exitosa. Smiths Interconnect posee en su área de cables dos líneas; la línea de “**Custom**” problematizó más recorridos y la línea “Estándar” es más continua porque su proceso es en forma de “U” sin embargo se ve afectada por el traslado de los cables en el inicio de la producción.

La forma de producción de la compañía se basa en las órdenes de pedido. Una vez se concretice el pedido en la empresa, se programa la producción para lograr el encargo. Lo que se debe de verificar es que se cuente con la materia prima necesaria para cumplir con el pedido; de no tenerlo se debe solicitar la materia prima para completar la orden de pedido y programar dicha producción.

Cabe destacar, que la empresa cuenta con máquinas antiguas, principalmente la de soldar por lo que es necesario invertir en la compra de un equipo reciente que favorezca en el proceso eficaz. Al lograr este cambio el área de cables se beneficiaría al evitar los reprocesos y podría seguir ofreciendo productos con calidad y manteniéndose en la competencia laboral.

La mayoría de los procesos no están estandarizados, y los operarios se toman el tiempo que ellos quieran, lo que ocasiona retrasos en ciertas sub-áreas del proceso; hablando de ambas líneas de trabajo (estándar y custom), y se ve afectada el área, por lo que la idea es ajustar y controlar de buena manera la producción según las órdenes de pedido que llegan y que se saquen con fluidez y facilidad, y satisfaciendo las necesidades de los clientes. Lo que los gerentes y encargados de la línea buscan, es estandarizar los procesos y darles fluidez a las líneas que complementan el área de cables.

Es importante mencionar que se da a conocer el costo de la propuesta, y que esté al alcance de la empresa para que pueda realizar los ajustes necesarios para que pueda seguir creciendo y ofreciendo un excelente servicio con la calidad necesaria para mantenerse en el mercado.

### Recomendaciones

Se recomienda un balance de líneas que determine la capacidad que tiene cada estación de poder elaborar con excelencia el producto y verificar si las líneas cuentan con las personas necesarias para realizarlo. Al estandarizar cada línea se podría fijar un tiempo para cada estación lo que evitaría que el personal recaiga en una muda de desperdicio de tiempo. Esto también se tendría que trabajar directamente con el personal pues se necesitaría capacitarlos para poder maximizar el desempeño.

Por su parte, el rediseño del área de cables es vital, principalmente de la línea **custom**, donde la distribución de las sub-áreas tenga una secuencia más lógica para la elaboración del producto, en la cual se evite el desperdicio de tiempo y movimientos de los operarios. En la línea estándar se busca mayor continuidad y fluidez a la misma.

Para un mejor control sobre la cantidad de soldadura, se recomienda el cambio de las máquinas porque cumplieron su vida útil. La máquina nueva, tiene la facilidad de que la soldadura que se usa, se ingresa a la máquina y le da la facilidad al operario de poder visualizar mejor la cantidad requerida y necesaria para cada cable, y tener un mejor control, ya que utilizaría una sola mano para la colocación de la soldadura; y con la otra manera podría verificar con mayor facilidad si el trabajo está bien elaborado.

## **CAPÍTULO VI: PROPUESTA**

En el siguiente capítulo se presenta la propuesta del rediseño del proceso con respecto a las necesidades que presenta la empresa Smiths Interconnect en el área de cables, en función a lo que la gerencia pretende establecer.

La propuesta consiste en modernizar y ajustar el proceso del área de cables para beneficiar y aumentar la agilidad y rapidez en que las líneas pueden trabajar, donde se estandaricen los tiempos de cada actividad que se requieren para el proceso. De igual manera, el cambio de las máquinas de soldadura por la antigüedad que tienen las mismas, así poder mantenerse en tecnología como una empresa competente. Se realiza una propuesta del diagrama de flujo, donde indique el orden y la persona encargada de realizar la actividad, con el fin de organizar y controlar el proceso.

Lo primero por realizar en la propuesta es la distribución de planta, para determinar y realizar los ajustes necesarios para que las líneas tengan una mayor fluidez para las actividades y evitar los recorridos a largas distancias donde se desperdicie el tiempo productivo.

### **Balance de Líneas**

Se realiza el balance de líneas según lo que dure la producción en ambas líneas que completan el área de cables de la empresa Smiths Interconnect y de esta manera identificar cuánto recurso humano se necesita para la producción y cuántas horas de trabajo para satisfacer la demanda, en la tabla No. 23 se encuentran los promedios de los tiempos actuales de cada línea.

### **Balance de Líneas de Cables Estándar**

**Tabla No. 23 Promedios de Tiempos de la Línea Estándar**

TIEMPOS	ACTIVIDADES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	20	15	12	20	25	15	17	20	20	20	20	21	35
2	20	16	15	18	25	15	18	20	22	19	18	28	35
3	23	18	13	20	26	15	19	19	20	20	17	25	40
4	18	14	16	22	25	15	18	21	19	20	17	21	40
5	23	15	14	20	26	15	18	22	22	21	19	18	35
6	25	15	15	19	25	15	18	20	19	20	19	18	35
7	20	13	18	22	26	15	19	22	20	19	20	19	39
8	23	15	15	23	25	15	19	20	18	20	19	30	35
9	18	15	15	21	24	15	19	20	17	20	21	20	33
10	17	18	13	20	23	15	20	20	17	19	18	18	34
11	19	16	16	18	25	15	19	18	20	21	19	19	35
12	20	18	15	24	26	15	18	20	19	21	18	25	39
13	18	16	17	20	23	15	19	20	19	20	17	19	40
14	21	19	15	22	25	15	16	18	17	21	16	19	35
15	20	19	15	19	24	15	15	19	19	20	19	17	35
SUMA	305	242	224	308	373	225	272	299	288	301	277	317	545
PROMEDIOS	23,46	16,13	14,93	20,53	24,87	15,00	18,13	19,93	19,20	20,07	18,47	21,13	36,33

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

El proceso opera por 8.5 horas al día (equivale a  $8(\text{horas/día}) \times 3.600(\text{segundos/día}) = 30.600$  segundo/día) con un nivel de producción deseado de 7650 unidades. Dado a lo anterior el tiempo de ciclo se muestra en la figura No. 59:

**Figura No. 59 Tiempo de Ciclo de la Línea Estándar**

$C = 30600 (\text{segundos}) / 7650 (\text{unidades})$
$C = 4$

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

A continuación se requiere estimar la capacidad para cada estación por hora, como se muestra en la figura No. 60:

**Figura No. 60 Capacidad para cada estación en la línea estándar**

PROMEDIOS	23,46	16,13	14,93	20,53	24,87	15,00	18,13	19,93	19,20	20,07	18,47	21,13	36,33
CAPACIDAD POR ESTACIÓN	1407,69	968,00	896,00	1232,00	1492,00	900,00	1088,00	1196,00	1152,00	1204,00	1108,00	1268,00	2180,00

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

Como se puede observar en la figura No. 60, los promedios de las estaciones están desbalanceados, lo que se lleva a balancear la línea; y se realiza de manera en que se unan las estaciones, las cuales se representan por colores, tal como se observa en la siguiente figura No. 61:

**Figura No. 61 Promedios Desbalanceados de la Línea Estándar**

	PROMEDIOS
Estación 1	23,46
Estación 2	16,13
Estación 3	14,93
Estación 4	20,53
Estación 5	24,87
Estación 6	15
Estación 7	18,13
Estación 8	19,93
Estación 9	19,20
Estación 10	20,07
Estación 11	18,47
Estación 12	21,13
Estación 13	36,33

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No. 62 se muestran las estaciones que completan la línea estándar, las cuales al unir las se convierten en siete estaciones, con promedios balanceados.

**Figura No. 62 Promedios Balanceados de la Línea Estándar**

	PROMEDIOS
Estación 1	39,59
Estación 2	35,47
Estación 3	39,87
Estación 4	38,07
Estación 5	39,27
Estación 6	39,6
Estación 7	36,33

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No. 62 se presenta los promedios ya balanceados, donde se promedia entre los 35,47 segundos como mínimo y con un máximo de 39,87 segundos.

Es importante que la empresa cuente con su línea de producción balanceada ya que le genera una estandarización en los tiempos de producción y genera un límite para los operarios en la elaboración del producto, siempre y cuando cumpliendo con cada parte del proceso y sus especificaciones para cumplir con las exigencias y expectativas del cliente.

### Balance de Línea de Cables Custom

Por otro lado, en la tabla No. 24 se puede observar los promedios de los tiempos de la línea **custom** según la cantidad de actividades o estaciones que tiene.

**Tabla No. 24 Promedios de Tiempos de la Línea Custom**

TIEMPOS	ACTIVIDADES																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	16	18	15	30	25	35	25	30	25	28	18	20	25	15	30	25	25
2	17	20	15	31	26	29	20	40	20	25	21	25	45	30	35	30	35
3	17	19	18	30	30	35	35	30	25	30	20	30	10	30	35	15	30
4	16	19	18	22	30	21	25	35	30	25	32	26	15	20	30	40	26
5	17	24	15	22	25	21	30	30	15	30	45	30	20	18	35	45	30
6	15	24	20	29	35	22	25	25	35	21	23	25	25	20	30	35	25
7	18	21	25	25	19	22	25	35	15	20	20	35	30	25	25	30	35
8	19	19	18	35	23	25	35	30	25	25	15	20	35	26	25	25	30
9	18	21	20	23	24	31	40	35	20	35	25	35	10	20	30	35	26
10	19	17	20	27	30	26	25	30	25	25	18	30	15	25	32	25	34
11	18	19	21	35	32	22	20	25	30	30	20	25	20	20	26	40	22
12	17	17	20	29	25	25	29	35	20	25	15	26	25	15	30	30	25
13	19	17	18	25	30	21	20	25	35	20	35	30	30	35	25	25	26
14	16	19	19	24	35	29	25	30	30	25	20	35	35	25	30	30	20
15	17	18	17	25	28	20	30	30	20	35	25	26	40	20	25	35	25
SUMA	259	292	279	412	417	384	409	465	370	399	352	418	380	344	443	465	414
PROMEDIOS	15,24	17,18	16,41	24,24	24,53	22,59	24,06	27,35	21,76	23,47	20,71	24,59	22,35	20,24	26,06	27,35	24,35

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

El proceso opera por 8.5 horas al día (equivale a 8(horas/día)\*3.600(segundos/día)= 30.600 segundo/día) con un nivel de producción deseado de 1700 unidades. Dado a lo anterior el tiempo de ciclo se muestra en la figura No. 63:

**Figura No. 63 Tiempo Ciclo de la Línea Custom**

$$C = 30600 \text{ (segundos)} / 1700 \text{ (unidades)}$$

$$C = 18$$

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

A continuación se requiere estimar la capacidad para cada estación por hora, como se puede observar en la figura No. 64:

**Figura No. 64 Capacidad para cada estación en la línea Custom**

<b>PROMEDIOS</b>	15,24	17,18	16,41	24,24	24,53	22,59	24,06	27,35	21,76	23,47	20,71	24,59	22,35	20,24	26,06	27,35	24,35
<b>CAPACIDAD POR ESTACIÓN</b>	914,12	1030,6	984,71	1454,1	1471,8	1355,3	1443,5	1641,2	1305,9	1408,2	1242,4	1475,3	1341,2	1214	1563,5	1641,2	1461,2

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

De acuerdo con la figura No. 64, los promedios de las estaciones están desbalanceados, lo que se lleva a balancear la línea; y se realiza de manera en que se unan las estaciones, las cuales se representan por colores, como se observa en la siguiente figura No. 65:

**Figura No. 65 Promedios Desbalanceados de la Línea Custom**

	PROMEDIOS
Estación 1	15,24
Estación 2	17,18
Estación 3	16,41
Estación 4	24,24
Estación 5	24,53
Estación 6	22,59
Estación 7	24,06
Estación 8	27,35
Estación 9	21,76
Estación 10	23,47
Estación 11	20,71
Estación 12	24,59
Estación 13	22,35
Estación 14	20,24
Estación 15	26,06
Estación 16	23,35
Estación 17	24,35

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No. 66 se muestran las estaciones que completan la línea estándar, las cuales al unir las se convierten en siete estaciones, con promedios balanceados.

**Figura No. 66 Promedios Balanceados de la Línea Custom**

	PROMEDIO
Estación 1	48,83
Estación 2	48,77
Estación 3	46,65
Estación 4	49,12
Estación 5	44,12
Estación 6	46,94
Estación 7	46,29
Estación 8	47,7

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No. 66 se presenta los promedios ya balanceados, donde se promedia entre los 44.12 segundos como mínimo y con un máximo de 49.12 segundos.

Es importante balancear la línea porque se obtendrá un mejor control dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de variables que afectan la productividad de un proceso, como objetivo principal sería igual los tiempos en las diferentes estaciones que conlleve el proceso.

Cabe destacar que una vez balanceada la línea se pueden estandarizar los tiempos de producción que contiene la línea de cables; y que cada persona que labore en el área de cables pueda cumplir con el procedimiento para la ejecución y que de esta manera la satisfacción del cliente.

### **Diagrama de Proceso**

Se propone un diagrama de proceso para el área de cables y de acuerdo con Gutiérrez (2010, pág. 199) se define el diagrama de proceso como:

El uso de gráficas (fotos, esquemas, diagramas, dibujos) es un recurso indispensable en la mejora de procesos. Ya sea para comunicar algo, explicar una instrucción, un procedimiento o en el análisis de un problema.

### **Diagrama de proceso estándar**

En la figura No.67 se muestra el diagrama de proceso propuesto que muestra la relación que tiene cada una de las áreas del proceso:

**Figura No. 67 Diagrama de Proceso Propuesto Estándar****Nota: Isabel Garro Rojas.**

Paso 1: Se realiza el corte del cable, una máquina es la encargada de realizar esta actividad.

Paso 2: Se realizan dos actividades en este paso. La primera es ingresa el cable en estaño y la segunda es el corte de Trin.

Paso 3: Se realiza el colocar los hules y el acople al cable.

Paso 4: Se realiza la soldadura del cable.

Paso 5: Se realiza el corte del “Teflón” por medio de una máquina.

Paso 6: Se colocan los pines.

Paso 7: Se realiza el ensamble de los conectores, es por medio de una máquina a presión y se realiza la medición del mismo, donde tiene que medir P.n 0-25 para que el cable pueda seguir en el proceso.

Paso 8: Se realiza la prueba DW, es una prueba de resistencia y potencia, por medio de una máquina y la misma se debe calibrar.

Paso 9: Se realiza la prueba RF, es donde se verifica el comportamiento del cable. En este paso se acepta o rechaza el cable por su funcionalidad, o lo envía a reproceso.

Paso 10: Se realiza el amolde de los hules, utilizan una máquina que calienta el hule y de esta manera el hule toma la forma del cable, según las especificaciones del cliente

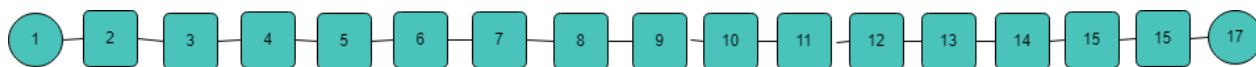
Paso 11: Se realiza la inspección final, es manual.

Paso 12: Se realiza el empaque de los cables, la cantidad se basa en como el cliente lo haya solicitado.

**Diagrama de proceso custom**

En la figura No.68 que se muestra a continuación el diagrama de proceso propuesto que muestra la relación que tiene cada una de las áreas del proceso:

**Figura No. 68 Diagrama de Proceso Propuesto para Custom**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

Paso 1: La máquina realiza el corte del cable, donde se le añaden las características del cable.

Paso 2: Se revisa el plano para ver las especificaciones del cable y sus materiales.

Paso 3: Se revisa el **Marker**, verifica que sea el mismo que el shock

Paso 4: Se realiza la colocación de los pines, por ambos lados.

Paso 5: Se realiza el corte del “polin”.

Paso 6: Se realiza el ensamble de uno de los conectores e ingresa la manga.

Paso 7: Se ingresa el **tubin** y el **marker**.

Paso 8: Se ensambla el otro conector.

Paso 9: El operario realiza la colocación del Poxil, un tipo goma.

A partir del paso 10, lo realiza otro operario ya que el ensamble del cable ya estaría finalizado.

Paso 10: Se realiza la prueba de DW.

Paso 11: Se realiza la prueba de RF.

Paso 12: Se realiza la medición del cable.

Paso 13: Se realiza el corrugado al cable.

Paso 14: El cable vuelve a la prueba de RF para que no exista ningún cambio.

Paso 15: Se realiza el amolde de los hules.

Paso 16: Se realiza la inspección, de igual manera es manual.

Paso 17: Se realiza el empaque. La cantidad de unidades depende de las especificaciones del cliente.

**Diagrama de Flujo**

Un diagrama de flujo según Gutiérrez (2010, págs. 199-200) se define como:

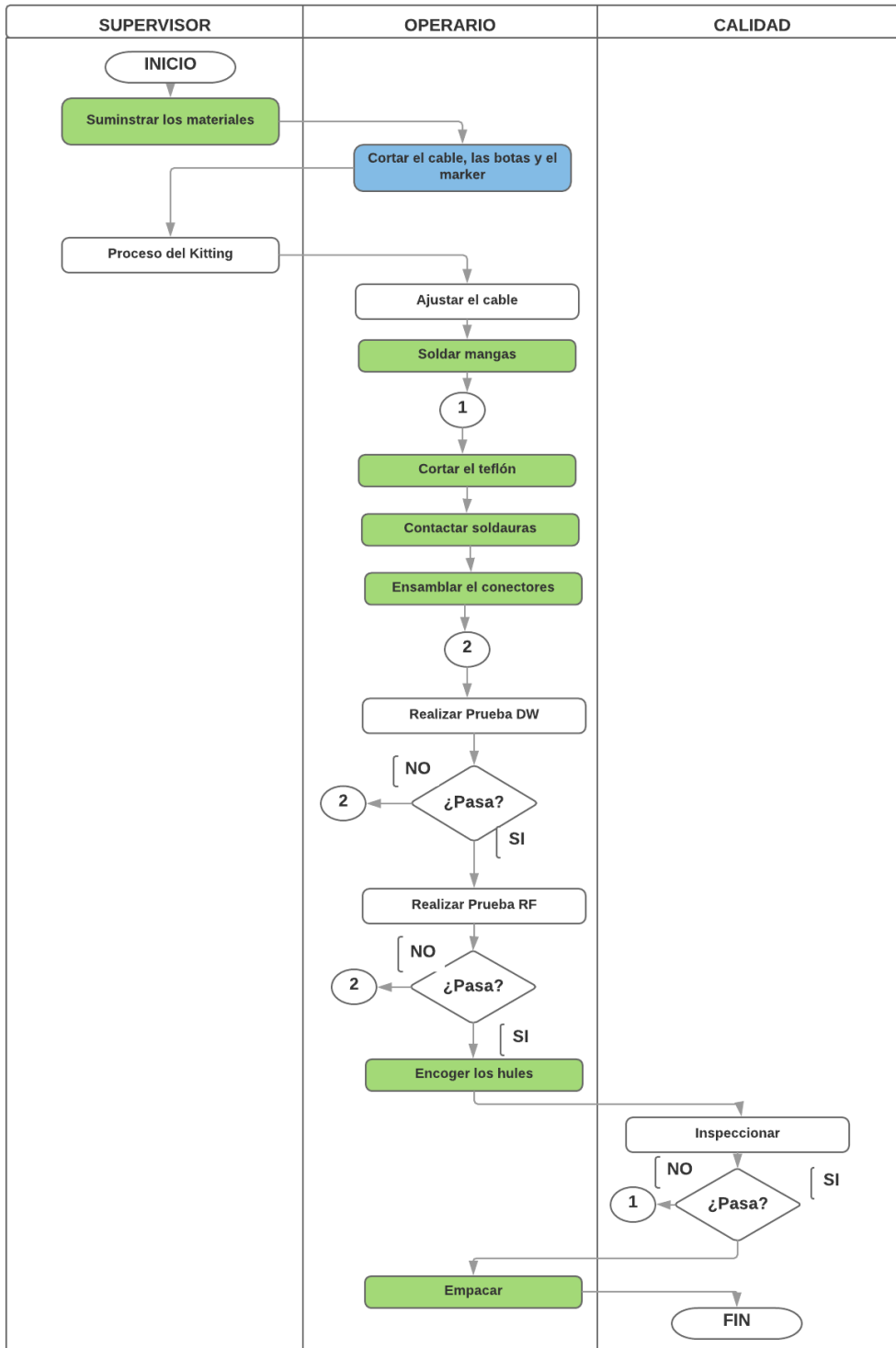
El diagrama de flujo de procesos es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso, incluidos transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de reproceso. A través de este diagrama se ve en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; es de especial utilidad para analizar y mejorar el proceso. En el caso de los procesos productivos el análisis y diseño del flujo de proceso debe ser parte integral de la estrategia de operaciones de la empresa, para asegurar procesos de mejora continua que permitan optimizar en forma permanente los procesos productivos.

### **Diagrama de Flujo de la Línea Estándar.**

Para la determinación del diagrama de flujo, se basa en la forma en que la línea está para producir; es en forma de “u”, facilita los recorridos ya que no se deberían de cruzar entre sí para que puedan hacerlo de una buena manera y de esta manera aprovechar el máximo de los recursos humanos y ofrecer un excelente comportamiento.

A continuación en la figura No. 69 se presenta el diagrama de flujo propuesto para la línea estándar en la empresa Smiths Interconnect.

**Figura No. 69 Diagrama de Flujo Propuesto para la Línea Estándar.**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No.69 se muestra el diagrama de flujo propuesto, donde se indica el orden en que se debe realizar cada actividad y la persona encargada para realizarla.

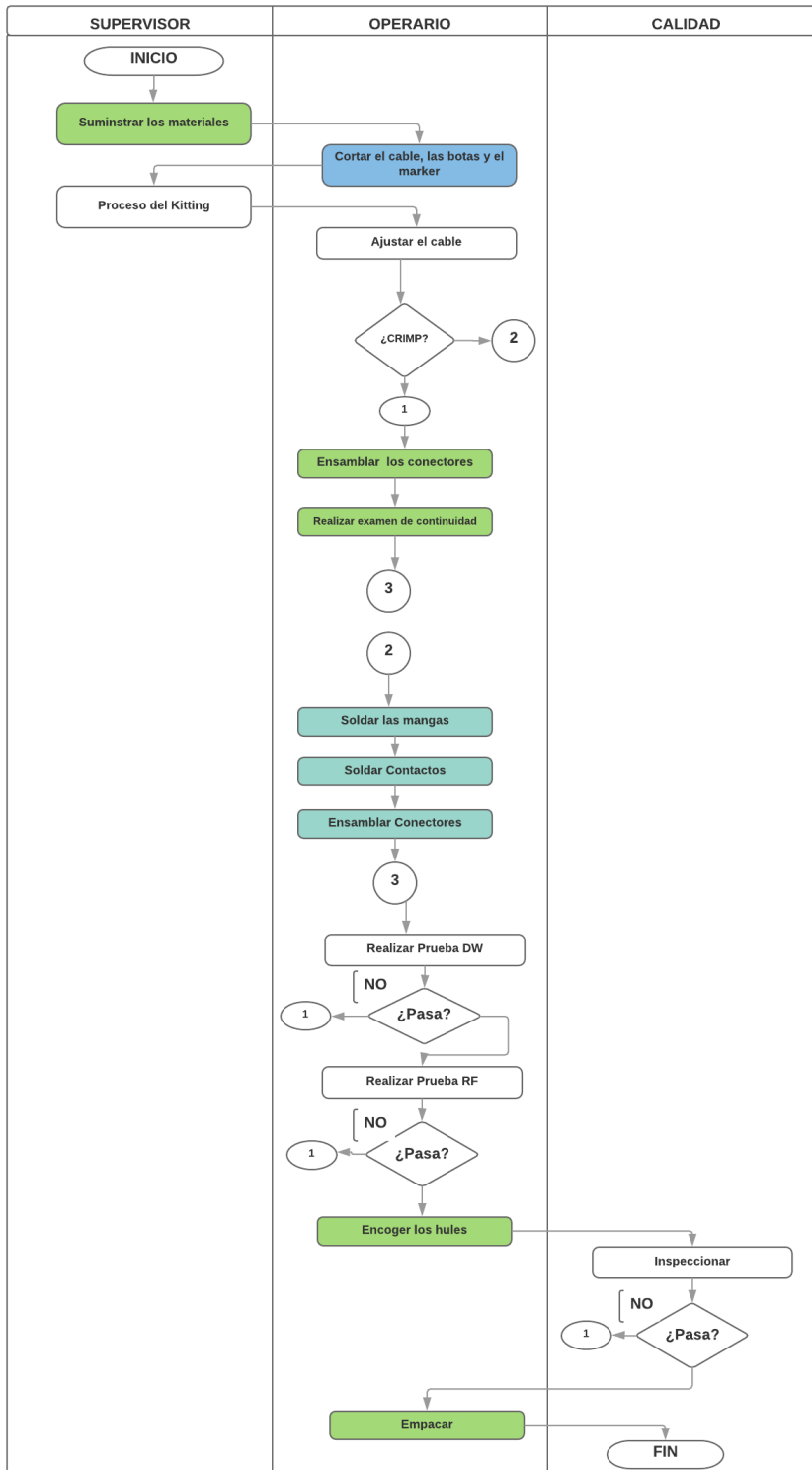
Tomando en cuenta que cada operario debería aprender a realizar cualquier actividad de las diferentes líneas para que de esta manera el operario tenga mayor recurso y conocimiento para el beneficio de la empresa y evitar lesiones por los trabajos repetitivos.

El proceso da inicio con la revisión de la orden de trabajo, la cual el o la supervisora son los encargados de realizar esta actividad; una vez que se completa dicho proceso, se procede al corte del cable, se realiza por medio de una máquina la cual es operada por una persona, que configura la máquina según la medida que tiene que llevar el cable; una vez finalizada la actividad, se procede a integrar las botas y el **marker** que lo hacen es identificar el tipo de cable. Luego, se inicia con la soldadura de las mangas, dicha actividad es importante ya que es donde habitualmente se generaban los reprocesos en esta línea; una vez que la soldadura está seca, se realiza el corte del teflón, luego continua el proceso con el contacto de la soldadura, se procede al ensamble de los conectores, que se realiza con una máquina a presión; después sigue la prueba DW, el siguiente paso es la prueba RF que es donde se dan cuenta si el cable cumple con las especificaciones del cliente y si el cable pasa las pruebas de resistencia; una vez pasado estas pruebas, se procede a encoger los hules, que es meramente para la apariencia física y protección del cable. Como antepenúltimo paso, se genera la inspección, que está a cargo de la persona encargada de calidad, una vez pasada la inspección se finaliza con el empaque, y se realiza a como el cliente lo solicitó.

### **Diagrama de Flujo de la Línea Custom**

En la línea **custom**, el proceso es diferente ya que no se utiliza la misma cantidad de operarios, eso va a depender de las órdenes de pedido; la supervisora distribuye el personal con base a la cantidad que solicita el cliente y las especificaciones que requiere, como se muestra a continuación en la figura No. 70:

**Figura No. 70 Diagrama de Flujo Propuesto.**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la figura No.70 se observan los pasos que deben seguir los operarios en la línea **custom** para realizar el trabajo.

Siempre es importante mencionar que cada operario debe saber realizar todas las actividades de las diferentes líneas para evitar lesiones por las repeticiones que se generen durante el proceso.

El proceso da inicio una vez que en la línea se tiene la orden de trabajo, verificando que la orden y los materiales estén completos. Se da inicio con el corte del cable, que se encarga una máquina la cual es operada por una persona, y lo que hace es manipularla con las especificaciones que el cliente solicita, una vez cortado el cable, se realiza el ensamble del **marker** y las botas. Depende de lo que el cliente solicitó, se podrían realizar dos procesos dentro de la línea de **custom**, el primero de ellos sería “crimp” que sería la más sencilla ya que solo se ensamblan conectores y se realiza un examen de continuidad; el segundo proceso es la soldadura, que se sería de las mangas, los contactos y se ensamblan los conectores; ambos procesos deben pasar por la prueba DW y la prueba RF que es en la cual se indica si el cable pasa o no su funcionalidad, según las especificaciones del cliente. Una vez pasada las pruebas, se realiza el encogimiento de los hules, y procede a la inspección manual y finaliza con el empaque, que de la misma manera, se realiza con base a lo que el cliente solicitó.

### **Distribución de planta**

Para determinar la ubicación de los equipos y ubicación de las áreas de trabajo de la propuesta se realiza la distribución de la planta que según De la Fuente & Fernández (2005, pág. 3) consiste en: “...en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos”. En la Figura 60 se muestra la ubicación de cada una de las áreas de producción con sus respectivos equipos.

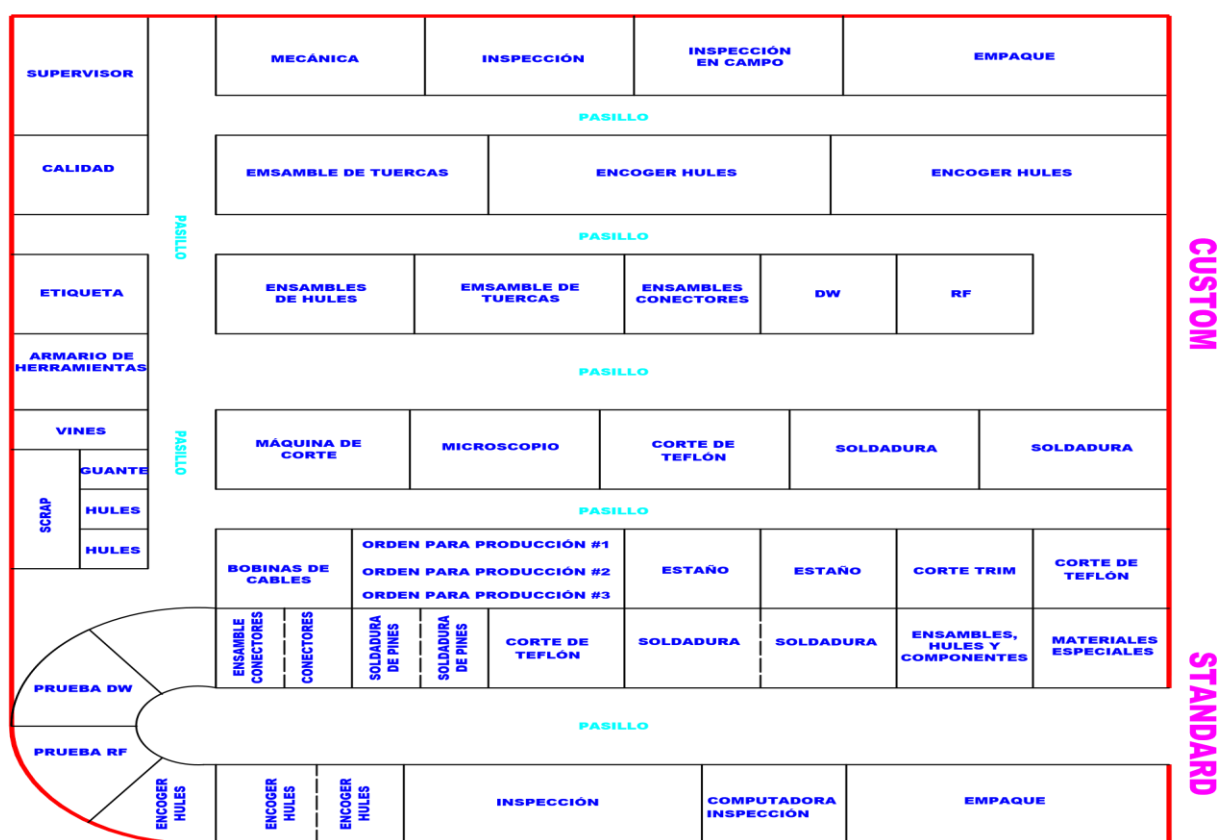
Un rediseño del área de cables para agilizar el proceso tanto del área estándar como la de custom; con esta propuesta se pretenden solucionar puntos clave que serán enumerados a continuación:

- Disminuir tiempo en el transporte de la materia prima, permitiendo la cercanía de la materia prima con la máquina de corte. Con el objetivo de disminuir el tiempo de

transporte de la materia prima hacia la zona de corte, se propone reubicar esta área en la planta.

Bajo el principio de la mínima distancia recorrida, entre la zona del área de corte con los demás pasos del proceso, se realizó un diseño de planta que tuviera en cuenta estas consideraciones, facilitando el movimiento y orden del proceso en las dos áreas que involucran el área de cables. A continuación, en la figura No. 71 se detalla la distribución propuesta para el área de cables de la empresa Smiths Interconnect:

**Figura No. 71 Distribución de Planta Propuesta**



**Nota: Isabel Garro Rojas.**

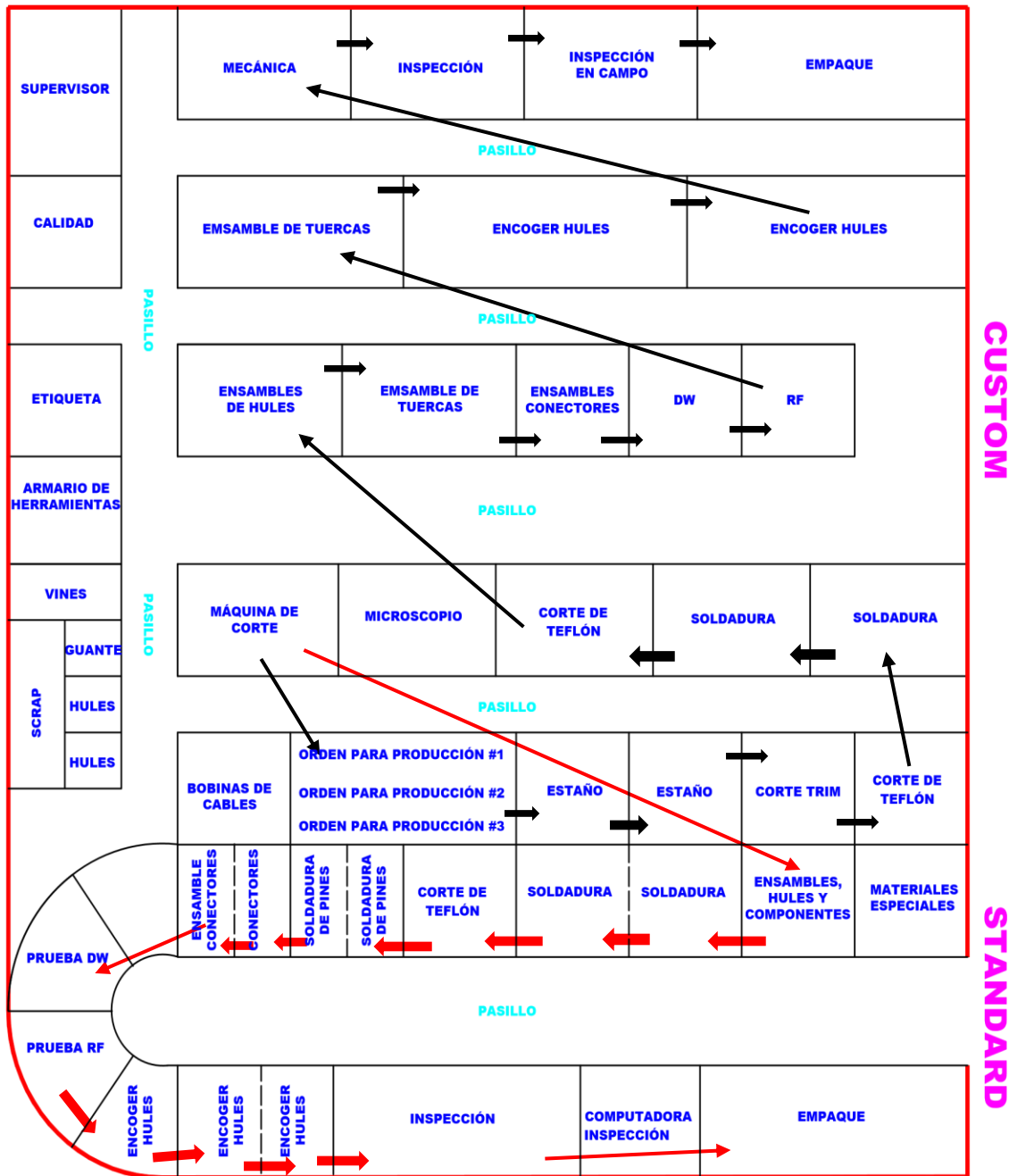
En la Figura 71, se representa la propuesta de distribución de la planta para el área de cables de la empresa Smiths Interconnect para realizar la producción de cables en las dos familias (custom y estándar), las mejoras se realizan solo al área de cables.

En el área de cables se realiza únicamente el ensamble del producto.

### Diagrama de recorrido propuesto

En la figura No.72, se muestra el diagrama de recorrido propuesto, donde se verá reflejado con líneas el recorrido que el operario debe seguir para la elaboración del cable en las diferentes líneas.

Figura No. 72 Diagrama de recorrido propuesto



Nota: Isabel Garro Rojas.

En la figura No.72, se representa gráficamente el cómo quedarían los recorridos que los operarios deberán realizar si aplican la propuesta del reajuste de las líneas, facilitando la fluidez del proceso y generándole al operario la facilidad de alcanzar el material o producto en proceso; y de esta manera ahorrar tiempo el cual se verá beneficiado al final de la línea al ganar tiempo de producción.

### Inversión de equipos deteriorados y claves para la producción

Por la antigüedad de las máquinas de soldadura, una de las propuestas es invertir en el cambio de dichas máquinas, ya que muchos de los reprocesos se deben a la poca o mucha soldadura que el operario coloca en cada producto.

La máquina de soldadura MIG/MAG presenta las siguientes características, en la siguiente figura No. 73:

**Figura No. 73 Características de la máquina de soldadura propuesta**

**Carbone**  
PROFESSIONAL WELDING

**PROMIG 180**  
IGBT INVERTER MIG/MAG (GMAW) – MMA (SMAW)

**Máquina de soldadura MIG/MAG**

**VOLTAJE 220V 50/60HZ**  
ORIGINAL  
INCLUIDA ANTERCHA ALEMANA MIG

**SOLDA TODOS LOS METALES**  
Incluyendo el aluminio

**UTILIZA ROLLOS 305 mm 102 mm 5kg 1kg**

**HECHO CON MÓDULOS SILENCIOSOS**

**SOLDA DESDE 30 AMP**  
Perfecto para industria automotriz

**SOLDA TAMBIÉN CON ELECTRODO**  
Capacidad [1/16"-5/32"]

**CONECTORES RÁPIDOS DE GAS**

**PROTECCIÓN INTELIGENTE CONTRA VARIACIONES DE VOLTAJE Y RECALENTAMIENTO**

**ULTRALIVIANA**

**COMPATIBLES CON GENERADORES ELÉCTRICOS**

**SOLDA "CON GAS" O "SIN GAS"**  
Incluye los cables necesarios para alambre tubular autoprotegido

**ALIMENTADOR DE ALUMINIO**

**Panel de control**

**Spool gun MB 246 de 230 amp de 6 metros de largo**

**Antercha Alemana MIG Brand MB 25 AR de 230 Amp / 4 mt**

**Código: B011**

**Accesorios adicionales recomendados (No incluidos con las máquinas):**

- Adaptador de regulador GARDER a circuito de CO2 GDA329 Código: **BSM006**
- Tubo de repuesto para antorcha MB 25 AR Código: **BES2 / 0,6 mm** Código: **BES2 / 0,8 mm**
- Ballos de alambre de acero al carbono 5 kg de 0,8 mm (CO2) Código: **BTP9** Código: **B206**
- Ballos de alambre de acero al carbono 5 kg de 1,0 mm (CO2) Con este modelo también se puede utilizar el alambre 0,8 mm (CO2) Código: **B146**

Especificaciones principales	
Voltaje de entrada	14220V/230V/240V 50/60Hz
Máx. load realzado	55 – 75V
Corriente nominal de arranque	30 A
Potencia nominal	6,6 KVA
Rango de ajuste voltaje	14-43V – 23,5-33V
Ciclo de trabajo MIG	35% @ 100A/23V 60% @ 150A/23,5V 100% @ 200A/20V
Rango de ajustes amperaje	30 – 180A (MIG/MAG)
Capacidad de alambre	(0,6, 0,8, 0,9, 1,0 mm) (.023", .030", .035", .040")
Tipos de alambre	Trabaja con alambre tubular sin gas (flux core) o tubular (MIG/MAG) o alambre "SIN GAS" para alambre "SIN GAS" (Flux gas)
Velocidad de solda del alambre líquido	Incluido en los accesorios 10-4-0-20 mm
Indicaciones MIG	12 metros a min
Pre y Post Flujos de gas	Flujo predefinido
Rango de ajuste en MMA seleccionada	Flujo predefinido
Power Factor	35% @ 160 amp
Eficiencia	λ=0,8
Factor de potencia	0,85
Peso	Clase F
Tipo de protección	12,5 kilos
Dimensiones	450x300x230 mm

**NOTA: Brayner Vásquez, asesor de ventas de carbone.**

El proponer máquinas de soldadura es principalmente para considerar y agilizar el proceso, y que el operario tenga una mejor representación de la cantidad exacta de la soldadura que corresponde por cada pieza que lo necesite. La máquina cuenta con la soldadura dentro de la misma, lo cual genera mayor fluidez y facilidad para el operario; por lo cual evitaría el reproceso por esta parte del proceso.

Si bien existen muchas definiciones, se puede decir que la Calidad “es la propiedad que poseen los productos, servicios y procesos para satisfacer plenamente a todos aquellos involucrados en su realización”. Para lograr este objetivo en relación a la aplicación de soldadura en trabajos de producción, se puede pensar en sistemas que asista en la gestión, utilizando diferentes conceptos orientados a lograr calidad a través de una planificación de todos los aspectos que involucran el desarrollo de un prefabricado soldado.

La Soldadura es un proceso en el que el resultado final no puede ser completamente verificado, es decir que la inspección y pruebas posteriores no pueden verificar plenamente que se hayan satisfecho los requisitos de calidad establecidos, y esto constituye un rasgo muy diferenciador de este proceso. Asimismo, la soldadura manual puede ser considerada como un trabajo artesanal, donde se depende en gran medida de las habilidades y experiencia del soldador para obtener un resultado final satisfactorio, es decir una soldadura sana y resistente.

La primera evaluación que se realiza a una soldadura es “visual”, y si esta cumple satisfactoriamente con relación a una norma, especificación técnica o especificación contractual de aplicación, probablemente se comience a cumplir con la calidad de soldadura requerida.

Una forma muy práctica, inteligente y rentable de solucionar este problema, o al menos mejorarlo en gran medida, es implementando un control de calidad en soldadura diseñado específicamente para este proceso, el cual deberá contener requerimientos que garanticen el cumplimiento de los aspectos mencionados. Lograr esta garantía implica controlar las variables que influyen en los resultados de la soldadura, lo que se logra definiendo un conjunto de acciones sistemáticas y planificadas “desde y cada una” de las siguientes etapas:

- Ingeniería (proyecto que contemple todos los requerimientos de calidad y que incluya la documentación necesaria).
- Compra y recepción de los materiales base y Consumibles (involucrando la documentación de estos elementos).



En la figura No.74 se presenta el machote que se le propone al área de cables de la empresa Smiths Interconnect para que lleven el control de los productos que rechazan, y de esta manera poder llevar la cantidad y el motivo del porqué, y se pueda evitar cometer el mismo error dos veces.

La información que se debe llenar es la siguiente:

- Actividad: donde sucede el error.
- Motivo: el por qué sucedió el rechazó.
- Fecha: día en que sucedió el rechazo.
- Firma de quién lo rechazó: para que se lleve el control de las personas responsables de la línea.

Agregar que para que se pueda controlar los productos rechazados, se debe de seguir los siguientes indicadores de control:

- Eficiencia, basado en los productos rechazos.
- Rendimiento de la calidad, mide la calidad de los procesos, permitiendo detectar las deficiencias de las operaciones. Se mide porcentualmente.
- Calidad de uso, mide la calidad de los productos con base en la aceptación por parte del cliente.

Con base a estos indicadores, se busca identificar oportunidades de mejora para el área de cables de la empresa Smiths Interconnect.

### **Análisis económico**

En el siguiente apartado se hace un análisis de lo económico del rediseño del proceso del área de cables de la empresa Smiths Interconnect, ya que es un aspecto muy importante en la formulación del proyecto para determinar si es viable o no.

#### **Costo de la propuesta**

A continuación en la tabla No. 26, se muestran los cálculos de los costos de la propuesta, se definen que son tres meses por la cantidad de días que se utilizan en el plan de implementación, que sería un total de 70 días.

**Tabla No. 25 Costos de la propuesta**

<b>Costos de la Propuesta</b>		
<b>Costos eléctricos</b>	₡	225.000,00
<b>Ing. Industrial (Balance de líneas)</b>	₡	300.000,00
<b>Personas para la redistribución de las líneas (3 personas)</b>	₡	3.360.000,00
<b>Compra de las máquinas (4)</b>	₡	2.611.295,00
<b>TOTAL</b>	₡	6.496.295,00

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

El costo de esta propuesta de reubicación de maquinaria, requiere del traslado de los equipos, por lo que es necesario la adecuación de los pisos en el área donde se desean ubicar nuevamente los mecanismos para garantizar el buen uso y funcionamiento de la maquinaria. Para el traslado y demás en el área, se calcula que con tres personas se puede realizar bien el trabajo y no generando un costo alto para la empresa.

Los costos van con base en el plan de implementación, ya que sirve de guía para hacer el cálculo de los costos sobre la propuesta. Se toma en cuenta el costo que genera los cambios eléctricos de las líneas, la Ingeniera Industrial que elabora el balance de líneas, las personas que realizarán los ajustes y la compra de las máquinas de soldadura.

El costo del reajuste de la parte eléctrica está valorada en ₡225.000 mil colones por los 22 días que se duraría en el reajuste del área de cables; la Ingeniera Industrial por el balance de líneas y la redistribución de las líneas, costaría ₡300.000 por los 15 días; tomando en cuenta las personas encargadas de realizar los ajustes en las líneas serían tres, cada uno con un salario ₡1.040.000,00 por los 70 días que se requieren para realizar la propuesta, y por último, la compra de las máquinas de soldar, que serían cuatro máquinas en total y un costo de ₡2.611.295,00, ver en apéndice No. 17; teniendo un costo total de la propuesta de ₡6.496.295,00.

**Beneficio Económico**

Su mayor beneficio económico es la disminución en los costos sobre el personal, ya que con el balance de líneas se pretende disminuir estos costos, por la unión de las estaciones o actividades.

En la tabla No. 26 se presenta el costo por persona

**Tabla No. 26 Tabla de Costo de Salario**

Salario por Semana	Salario Mensual	Cargas Sociales
₡ 60,000.00	₡ 240,000.00	₡ 348,000.00

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la tabla No. 27 se presenta los costos que Smiths Interconnect podrían reducir en su planilla.

**Tabla No. 27 Tabla de Costos de Personal**

Línea Estándar		Línea Custom	
Cant. Personas	Monto	Canti. Personas	Monto
5	₡ 1,740,000.00	7	₡2,436,000.00
TOTAL		₡ 4,176,000.00	

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

Smiths Interconnect podría reducir su costo aproximadamente en unos ₡4.176.000.00, haciendo un balance en las líneas.

Es importante mencionar, que el personal que se piensa eliminar del área, se reubicará en otra área para que pueda desempeñar de mejor manera sus habilidades, para beneficio de la empresa de Smiths Interconnect y para el crecimiento personal como subordinado de la misma.

### **Beneficio No Económico**

Su beneficio no económico son las mejoras que tendría la empresa con estos cambios, que al final le generaría ganancia en agilizar y estandarizar el proceso del área de cables.

### **Plan de Implementación**

Si la empresa evalúa y desea implementar la propuesta, va a enfrentar una gran cantidad de cambios los cuales deben estar programados y secuenciados para cumplir con el propósito de la transformación y no afectar el flujo de la producción. Para darle seguimiento se propone un diagrama de Gantt que según el autor Zaragoza (2009, pág. 59) es: Un gráfico lineal, en el cual se refleja por medio de barras horizontales, la duración de las distintas actividades reflejadas en el

mismo. Es un calendario de actividades en el que se refleja el comienzo y el final previsto para cada actividad.

A continuación en la Tabla 27, se especifica las actividades a realizar con una secuencia y el tiempo determinado para cada actividad.

**Tabla No. 28 Plan de Implementación**

Actividad Semanal	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14
Negociación con los gerentes	■													
Compra de la máquina de soldadura		■												
Transformación de las líneas			■											
Balance de líneas					■									
Instalación de los equipos							■							
Pruebas del equipo									■					
Capacitación del personal											■			
Inicio de producción													■	

**Nota: Isabel Garro Rojas.**

En la tabla No. 27 se detalla el plan de implementación de la propuesta para el área de cables de la empresa Smiths Interconnect; donde se visualiza cada actividad a realizar para dicha implementación. Con una duración de 14 semanas, se calcula que se puede hacer el cambio para beneficio de la empresa, generando una mayor facilidad al empleado con un mayor beneficio para las líneas, creando fluidez y una secuencia lógica de cada línea de proceso.

Entre la semana uno y dos, se presenta la propuesta a los gerentes y se negocia con ellos, presentándoles los beneficios. En la semana tres y cuatro, se realizaría la compra de las máquinas de soldadura, para una mayor seguridad para el operario y beneficio para la empresa ya que se podrían evitar en su mayoría los re trabajos por la máquina de soldar. Entre la semana cinco y siete, se realizará el cambio físico de las líneas, donde se busca una secuencia en cada línea para una mayor facilidad y generando que aumente la eficiencia y eficacia de cada línea. En la semana ocho y nueve, se realizaría el balance de líneas, para estandarizar tiempos de cada estación que conlleve el proceso de las diferentes líneas del área de cables. Entre la semana diez y doce, se planea la instalación y las pruebas de las máquinas nuevas. En la semana trece, se analiza que se realizará una capacitación al personal del área de cables para que cada operario tenga conocimiento de cada estación o actividad que genera la transformación de la materia prima en el producto final, los cables. Una vez finalizado en trece semanas la propuesta, en semana catorce, se daría por un hecho el inicio de la producción en sus diferentes líneas de trabajo.



## 1Referencias

### BIBLIOGRAFÍA

- Abraham, C. J. (2008). *Manual de Tiempos y Movimientos, Ingeniería de Métodos*. México: LIMUSA S.A.
- Acero, L. C. (2009). *Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Alamilla, J. R., Gabriela Díaz Aguirre, & Erick Aarón Jiménez Rodríguez. (2012). *Evaluación general del estado actual de la automatización de bibliotecas de instituciones de Educación Superior públicas y privadas en los estados de: Hidalgo, México y Morelos*. México: FLACSO.
- Calderón, G. G. (2009). *Administración para la Calidad Total*.
- Cruz, A., & Garnica, A. (2010). *Ergonomía Aplicada*. España: Ecoe Ediciones.
- Ernesto, C. N. (2006). *Manufatura y Automatización . Ingeniería e Investigación* , 2-9.
- Espinosa. (2009). *Calidad Total*. El CID.
- Evans, J. R., & William M. Lindsay. (2008). *Administración y Control de la Calidad*. México: Timoteo Eliosa García.
- Gillet, F., & Bernard Seno, G. (2014). *La caja de herramientas: control de calidad*. México: Grupo Editorial Patria.
- Goinard, F. G. (2014). *La caja de herramientas*. Patria.
- Guajardo Garza, E. (1996). *Administración de la calidad total*. México: Pax México.
- Gutiérrez, M. S. (2009). *Guía para la Elaboración de un Diagrama de Flujo*.
- Gutiérrez, M. S. (2009). *Guía para la Elaboración de un Diagrama de Flujo*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, Carlos, & Baptista Lucio, Pilar. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Jiménez, J., Castro, A., & Brenes, C. (2009). *Productividad*. El Cid Editor.
- Krajewski, L. J., & P Rizman, L. (2000). *Administración de Operaciones, Estrategia y Análisis*. México: Marisa de Anta.

- Martínez, A. M., & Juan Gabriel Cegarra Navarro. (2014). *Gestión por Procesos de Negocio*. Madrid: Economista.
- Mazuera, H. S. (25 de Marzo de 2012). *Estandarización de los Procesos de Producción en la Empresa Construcciones Cuartas*. Santiago de Cali. Obtenido de Google Académico: <http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/3028/1/TID00956.pdf>
- Montaner, J. M. (2008). *Del diagrama a las experiencias, hacia una arquitectura de la acción*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Polido, H. G. (2014). *Calidad y Productividad*. México: McGRAW-Hill/Interamericana Editores S.A.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Ríos, S. (2008). *Reiseño de Procesos*.
- Stachú, S. W. (2009). *Identificación de la Problemática mediante Pareto e Ishikawa*. El CID.
- Suñé, A., Francisco Gil, & Ignacio Arcusa. (2004). *Libro Manual práctico de diseño de sistemas productivos*. Madrid: Díaz de Santos S.A.
- Técnicas, I. U. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*. Montevideo, Uruguay.
- Torres, P., Andrea Pérez, Luis F. Marmolejo, & José A. Ordóñez. (2010). UNA MIRADA A LA AGROINDUSTRIA DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE YUCA, DESDE LA ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS. *Revista EIA*, 23-38.
- U, G. B. (20014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Grupo Editorial Patria.
- U, G. B., Cruz V, M., Cristóbal V, M. A., Gutierréz M, J. C., Pacheco E, A. A., Rivera G, Á. E., . . . Obregón S, M. G. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Patria.

## Apéndices

### Apéndice #1

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Sí(x) No ( )
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5  
Soldadura (2) Materia Prima (4) Calibraciones del equipo de RF (3) Experiencias  
(1) Actitud (5)
3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si (x) No ( )
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si (x) No ( )
5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas,  
afecta?  
Si ( ) No (x)
6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si ( ) No (x)
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )
8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?  
Si ( ) No (x)
10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente,  
seguridad)?  
Si (x) No ( )

### Apéndice #2

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Si (x) No ( )
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5

Soldadura (1) Materia Prima (3) Calibraciones del equipo de RF (5) Experiencias  
(2) Actitud (4)

3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si (x) No ( )
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si (x) No ( )
5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?  
Si (x) No ( )
6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si ( ) No (x)
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )
8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?  
Si (x) No ( )
10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?  
Si (x) No ( )

### **Apéndice #3**

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Si (x) No ( )
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5  
Soldadura (5) Materia Prima (4) Calibraciones del equipo de RF (1) Experiencias  
(2) Actitud (3)
3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si (x) No ( )
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si (x) No ( )

5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?  
Si (x) No ( )
6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si (x) No ( )
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )
8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?  
Si (x) No ( )
10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?  
Si (x) No ( )

#### **Apéndice #4**

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Si (x) No ( )
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5  
Soldadura (2) Materia Prima (4) Calibraciones del equipo de RF (5) Experiencias (3) Actitud (1)
3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si ( ) No (x)
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si ( ) No (x)
5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?  
Si (x) No ( )
6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si (x) No ( )
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )

8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?  
Si (x) No ( )
10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?  
Si ( ) No (x)

### **Apéndice #5**

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Si (x) No ( )
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5  
Soldadura (1) Materia Prima (2) Calibraciones del equipo de RF (5) Experiencias  
(4) Actitud (3)
3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si ( ) No (x)
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si (x) No ( )
5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?  
Si ( ) No (x)
6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si (x) No ( )
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )
8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?  
Si ( ) No (x)
10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?  
Si (x) No ( )

**Apéndice #6**

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Si (x) No ( )
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5  
Soldadura (1) Materia Prima (4) Calibraciones del equipo de RF (5) Experiencias  
(2) Actitud (3)
3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si ( ) No (x)
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si (x) No ( )
5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?  
Si (x) No ( )
6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si ( ) No (x)
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )
8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?  
Si (x) No ( )
10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?  
Si (x) No ( )

**Apéndice #7**

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Si (x) No ( )
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5  
Soldadura (1) Materia Prima (4) Calibraciones del equipo de RF (2) Experiencias  
(3) Actitud (5)

3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si ( ) No (x)
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si ( ) No (x)
5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?  
Si (x) No ( )
6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si ( ) No (x)
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )
8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?  
Si (x) No ( )
10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?  
Si (x) No ( )

### **Apéndice #8**

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Si (x) No ( )
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5  
Soldadura (1) Materia Prima (2) Calibraciones del equipo de RF (3) Experiencias  
(4) Actitud (5)
3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si ( ) No (x)
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si ( ) No (x)
5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?  
Si ( ) No (x)

6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si (x) No ( )
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )
8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?  
Si (x) No ( )
10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?  
Si (x) No ( )

### **Apéndice #9**

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Si (x) No ( )
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5  
Soldadura (1) Materia Prima (2) Calibraciones del equipo de RF (5) Experiencias  
(4) Actitud (3)
3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si ( ) No (x)
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si (x) No ( )
5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?  
Si (x) No ( )
6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si (x) No ( )
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )
8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?

Si (x) No ( )

10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?

Si (x) No ( )

### Apéndice #10

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?

Si (x) No ( )

2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5

Soldadura (2) Materia Prima (4) Calibraciones del equipo de RF (1) Experiencias (3) Actitud (5)

3. ¿Se mantiene el área limpia?

Si (x) No ( )

4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?

Si ( ) No (x)

5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?

Si (x) No ( )

6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?

Si (x) No ( )

7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?

Si (x) No ( )

8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?

Si (x) No ( )

9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?

Si (x) No ( )

10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?

Si (x) No ( )

**Apéndice #11**

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Si ( ) No (x)
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5  
Soldadura (3) Materia Prima (4) Calibraciones del equipo de RF (2) Experiencias  
(1) Actitud (5)
3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si (x) No ( )
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si (x) No ( )
5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?  
Si ( ) No (x)
6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si (x) No ( )
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )
8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?  
Si (x) No ( )
10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?  
Si (x) No ( )

**Apéndice #12**

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Si (x) No ( )
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5  
Soldadura (3) Materia Prima (4) Calibraciones del equipo de RF (1) Experiencias  
(5) Actitud (2)

3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si (x) No ( )
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si (x) No ( )
5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?  
Si (x) No ( )
6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si (x) No ( )
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )
8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?  
Si ( ) No (x)
10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?  
Si (x) No ( )

### **Apéndice #13**

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Si (x) No ( )
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5  
Soldadura (2) Materia Prima (5) Calibraciones del equipo de RF (3) Experiencias  
(4) Actitud (1)
3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si (x) No ( )
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si (x) No ( )
5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?  
Si (x) No ( )

6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si ( ) No (x)
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )
8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?  
Si (x) No ( )
10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?  
Si (x) No ( )

#### **Apéndice #14**

1. ¿Cree usted que a materia prima afecta la línea de producción?  
Si (x) No ( )
2. ¿Cuál afecta más en los re trabajos?, califique del 1 al 5  
Soldadura (2) Materia Prima (4) Calibraciones del equipo de RF (3) Experiencias  
(1) Actitud (5)
3. ¿Se mantiene el área limpia?  
Si (x) No ( )
4. ¿Cree usted que la actitud de superiores puede afectar el área?  
Si (x) No ( )
5. ¿Cree usted que la antigüedad de las máquinas y el mantenimiento de las mismas, afecta?  
Si ( ) No (x)
6. ¿Cree usted que la empresa cuenta con una buena capacitación?  
Si ( ) No (x)
7. ¿Tiene conocimiento en múltiples tareas o procesos de la línea de cables?  
Si (x) No ( )
8. ¿Los instrumentos de trabajo cuentan con las calibraciones necesarias?  
Si (x) No ( )
9. ¿Cree usted que existe un seguimiento del proceso en el área?

Si ( ) No (x)

10. ¿Usted se detiene cuando muestra o siente inseguridad en su trabajo (ambiente, seguridad)?

Si (x) No ( )

### Apéndice #15

Cantidad de observaciones y pasos de la familia de cables Estándar.

<b>Paso 1: La máquina realiza el corte del cable, donde se le añaden las características del cable.</b>					
<b>1</b>	40	<b>20</b>	20	<b>39</b>	15
<b>2</b>	20	<b>21</b>	14	<b>40</b>	15
<b>3</b>	35	<b>22</b>	30	<b>41</b>	25
<b>4</b>	15	<b>23</b>	20	<b>42</b>	25
<b>5</b>	25	<b>24</b>	35	<b>43</b>	20
<b>6</b>	25	<b>25</b>	15	<b>44</b>	30
<b>7</b>	20	<b>26</b>	25	<b>45</b>	15
<b>8</b>	30	<b>27</b>	25	<b>46</b>	25
<b>9</b>	15	<b>28</b>	20	<b>47</b>	15
<b>10</b>	15	<b>29</b>	30	<b>48</b>	35
<b>11</b>	25	<b>30</b>	15	<b>49</b>	15
<b>12</b>	20	<b>31</b>	15	<b>50</b>	25
<b>13</b>	14	<b>32</b>	25	<b>51</b>	25
<b>14</b>	23	<b>33</b>	14	<b>52</b>	20
<b>15</b>	20	<b>34</b>	23	<b>53</b>	30
<b>16</b>	14	<b>35</b>	20	<b>54</b>	15
<b>17</b>	23	<b>36</b>	15	<b>55</b>	15
<b>18</b>	20	<b>37</b>	15	<b>56</b>	25
<b>19</b>	25	<b>38</b>	15	<b>57</b>	25

Paso 2 (a): Ingresa el cable en estaño					
<b>1</b>	10	<b>29</b>	10	<b>57</b>	12
<b>2</b>	15	<b>30</b>	15	<b>58</b>	10
<b>3</b>	10	<b>31</b>	12	<b>59</b>	10
<b>4</b>	14	<b>32</b>	10	<b>60</b>	15
<b>5</b>	15	<b>33</b>	15	<b>61</b>	12
<b>6</b>	10	<b>34</b>	10	<b>62</b>	10
<b>7</b>	14	<b>35</b>	15	<b>63</b>	13
<b>8</b>	12	<b>36</b>	12	<b>64</b>	14
<b>9</b>	15	<b>37</b>	10	<b>65</b>	15
<b>10</b>	20	<b>38</b>	10	<b>66</b>	10
<b>11</b>	15	<b>39</b>	10	<b>67</b>	10
<b>12</b>	10	<b>40</b>	11	<b>68</b>	10
<b>13</b>	15	<b>41</b>	15	<b>69</b>	12
<b>14</b>	12	<b>42</b>	12	<b>70</b>	14
<b>15</b>	10	<b>43</b>	13	<b>71</b>	12
<b>16</b>	15	<b>44</b>	14	<b>72</b>	15
<b>17</b>	10	<b>45</b>	12	<b>73</b>	20
<b>18</b>	15	<b>46</b>	15	<b>74</b>	15
<b>19</b>	12	<b>47</b>	20	<b>75</b>	10
<b>20</b>	10	<b>48</b>	15	<b>76</b>	15
<b>21</b>	10	<b>49</b>	10	<b>77</b>	12
<b>22</b>	10	<b>50</b>	15	<b>78</b>	10
<b>23</b>	11	<b>51</b>	12	<b>79</b>	15
<b>24</b>	15	<b>52</b>	10	<b>80</b>	10
<b>25</b>	12	<b>53</b>	10	<b>81</b>	15
<b>26</b>	13	<b>54</b>	10	<b>82</b>	12
<b>27</b>	15	<b>55</b>	11	<b>83</b>	10
<b>28</b>	10	<b>56</b>	12		

Paso 2 (b) corte de Trin			
<b>1</b>	12	<b>9</b>	15
<b>2</b>	15	<b>10</b>	10
<b>3</b>	14	<b>11</b>	12
<b>4</b>	15	<b>12</b>	15
<b>5</b>	20	<b>13</b>	12
<b>6</b>	15	<b>14</b>	15
<b>7</b>	11	<b>15</b>	15
<b>8</b>	15		

<b>Paso 3: Un solo operario, se realiza el colocar los hules y el acople al cable.</b>					
<b>1</b>	25	<b>27</b>	25	<b>53</b>	15
<b>2</b>	15	<b>28</b>	20		
<b>3</b>	20	<b>29</b>	15		
<b>4</b>	25	<b>30</b>	35		
<b>5</b>	20	<b>31</b>	20		
<b>6</b>	15	<b>32</b>	25		
<b>7</b>	30	<b>33</b>	15		
<b>8</b>	25	<b>34</b>	35		
<b>9</b>	25	<b>35</b>	25		
<b>10</b>	20	<b>36</b>	25		
<b>11</b>	15	<b>37</b>	20		
<b>12</b>	35	<b>38</b>	20		
<b>13</b>	20	<b>39</b>	20		
<b>14</b>	25	<b>40</b>	25		
<b>15</b>	15	<b>41</b>	20		
<b>16</b>	35	<b>42</b>	15		
<b>17</b>	25	<b>43</b>	30		
<b>18</b>	25	<b>44</b>	25		
<b>19</b>	20	<b>45</b>	25		
<b>20</b>	20	<b>46</b>	20		
<b>21</b>	20	<b>47</b>	15		
<b>22</b>	15	<b>48</b>	35		
<b>23</b>	25	<b>49</b>	20		
<b>24</b>	20	<b>50</b>	25		
<b>25</b>	25	<b>51</b>	15		
<b>26</b>	25	<b>52</b>	25		

<b>Paso 4: Un operario, realiza la soldadura de un lado del cable.</b>					
<b>1</b>	25	<b>14</b>	25	<b>27</b>	15
<b>2</b>	25	<b>15</b>	20	<b>28</b>	35
<b>3</b>	30	<b>16</b>	25	<b>29</b>	20
<b>4</b>	25	<b>17</b>	35	<b>30</b>	25
<b>5</b>	27	<b>18</b>	15	<b>31</b>	15
<b>6</b>	35	<b>19</b>	25	<b>32</b>	35
<b>7</b>	30	<b>20</b>	20	<b>33</b>	15
<b>8</b>	25	<b>21</b>	18	<b>34</b>	20
<b>9</b>	20	<b>22</b>	20	<b>35</b>	20
<b>10</b>	20	<b>23</b>	25	<b>36</b>	20
<b>11</b>	25	<b>24</b>	35	<b>37</b>	15
<b>12</b>	35	<b>25</b>	15	<b>38</b>	32
<b>13</b>	15	<b>26</b>	20	<b>39</b>	15

<b>Paso 5: Un solo operario, realiza la soldadura del otro lado del cable.</b>					
<b>1</b>	38	<b>43</b>	40	<b>85</b>	35
<b>2</b>	35	<b>44</b>	35	<b>86</b>	28
<b>3</b>	40	<b>45</b>	45	<b>87</b>	40
<b>4</b>	45	<b>46</b>	35	<b>88</b>	35
<b>5</b>	25	<b>47</b>	25	<b>89</b>	40
<b>6</b>	35	<b>48</b>	35	<b>90</b>	25
<b>7</b>	40	<b>49</b>	45	<b>91</b>	28
<b>8</b>	35	<b>50</b>	35	<b>92</b>	38
<b>9</b>	35	<b>51</b>	35	<b>93</b>	35
<b>10</b>	40	<b>52</b>	45	<b>94</b>	35
<b>11</b>	25	<b>53</b>	40	<b>95</b>	40
<b>12</b>	38	<b>54</b>	38	<b>96</b>	45
<b>13</b>	37	<b>55</b>	40	<b>97</b>	25
<b>14</b>	35	<b>56</b>	45	<b>98</b>	35
<b>15</b>	45	<b>57</b>	25	<b>99</b>	36
<b>16</b>	35	<b>58</b>	35	<b>100</b>	35
<b>17</b>	25	<b>59</b>	40	<b>101</b>	40
<b>18</b>	35	<b>60</b>	35	<b>102</b>	25
<b>19</b>	45	<b>61</b>	35	<b>103</b>	35
<b>20</b>	40	<b>62</b>	40	<b>104</b>	40
<b>21</b>	45	<b>63</b>	25	<b>105</b>	25
<b>22</b>	25	<b>64</b>	38	<b>106</b>	28
<b>23</b>	35	<b>65</b>	37	<b>107</b>	38
<b>24</b>	40	<b>66</b>	35	<b>108</b>	35
<b>25</b>	35	<b>67</b>	45	<b>109</b>	35
<b>26</b>	35	<b>68</b>	35	<b>110</b>	40
<b>27</b>	40	<b>69</b>	25	<b>111</b>	30
<b>28</b>	25	<b>70</b>	35	<b>112</b>	15
<b>29</b>	38	<b>71</b>	45	<b>113</b>	15
<b>30</b>	37	<b>72</b>	35	<b>114</b>	25
<b>31</b>	35	<b>73</b>	40	<b>115</b>	35
<b>32</b>	45	<b>74</b>	25	<b>116</b>	38
<b>33</b>	35	<b>75</b>	35	<b>117</b>	25
<b>34</b>	25	<b>76</b>	45	<b>118</b>	30
<b>35</b>	35	<b>77</b>	40	<b>119</b>	30
<b>36</b>	45	<b>78</b>	45	<b>120</b>	35
<b>37</b>	35	<b>79</b>	25	<b>121</b>	35
<b>38</b>	35	<b>80</b>	35	<b>122</b>	35
<b>39</b>	45	<b>81</b>	38	<b>123</b>	40
<b>40</b>	40	<b>82</b>	37	<b>124</b>	45
<b>41</b>	38	<b>83</b>	35	<b>125</b>	40
<b>42</b>	38	<b>84</b>	45	<b>126</b>	35

<b>Paso 6: Se realiza el corte del "Teflón"</b>		
<b>1</b>	15 seg	

<b>Paso 7: colocación de uno de los pines</b>			
<b>1</b>	30	<b>12</b>	32
<b>2</b>	28	<b>13</b>	25
<b>3</b>	32	<b>14</b>	15
<b>4</b>	30	<b>15</b>	32
<b>5</b>	28	<b>16</b>	28
<b>6</b>	35	<b>17</b>	35
<b>7</b>	30	<b>18</b>	32
<b>8</b>	25	<b>19</b>	25
<b>9</b>	32	<b>20</b>	35
<b>10</b>	28	<b>21</b>	25
<b>11</b>	25	<b>22</b>	32

<b>Paso 8: colocación del otro pin</b>					
<b>1</b>	30	<b>29</b>	28	<b>57</b>	25
<b>2</b>	28	<b>30</b>	20	<b>58</b>	25
<b>3</b>	28	<b>31</b>	32	<b>59</b>	32
<b>4</b>	32	<b>32</b>	30	<b>60</b>	30
<b>5</b>	30	<b>33</b>	30	<b>61</b>	28
<b>6</b>	30	<b>34</b>	28	<b>62</b>	38
<b>7</b>	28	<b>35</b>	25	<b>63</b>	28
<b>8</b>	26	<b>36</b>	28	<b>64</b>	25
<b>9</b>	25	<b>37</b>	35	<b>65</b>	40
<b>10</b>	38	<b>38</b>	28	<b>66</b>	30
<b>11</b>	28	<b>39</b>	28	<b>67</b>	25
<b>12</b>	25	<b>40</b>	32	<b>68</b>	20
<b>13</b>	40	<b>41</b>	30	<b>69</b>	32
<b>14</b>	30	<b>42</b>	30	<b>70</b>	30
<b>15</b>	25	<b>43</b>	28	<b>71</b>	30
<b>16</b>	20	<b>44</b>	26	<b>72</b>	28
<b>17</b>	32	<b>45</b>	25	<b>73</b>	35
<b>18</b>	30	<b>46</b>	38	<b>74</b>	28
<b>19</b>	30	<b>47</b>	28	<b>75</b>	28
<b>20</b>	28	<b>48</b>	25	<b>76</b>	32
<b>21</b>	26	<b>49</b>	40	<b>77</b>	30
<b>22</b>	25	<b>50</b>	30	<b>78</b>	30
<b>23</b>	38	<b>51</b>	25	<b>79</b>	28
<b>24</b>	28	<b>52</b>	20	<b>80</b>	26
<b>25</b>	25	<b>53</b>	35	<b>81</b>	25
<b>26</b>	38	<b>54</b>	25	<b>82</b>	25
<b>27</b>	25	<b>55</b>	20	<b>83</b>	28
<b>28</b>	25	<b>56</b>	35		

<b>Paso 9: Se realiza el ensamble del conector</b>					
<b>1</b>	19	<b>27</b>	15	<b>53</b>	12
<b>2</b>	20	<b>28</b>	25		
<b>3</b>	22	<b>29</b>	26		
<b>4</b>	18	<b>30</b>	12		
<b>5</b>	15	<b>31</b>	15		
<b>6</b>	20	<b>32</b>	24		
<b>7</b>	22	<b>33</b>	25		
<b>8</b>	25	<b>34</b>	23		
<b>9</b>	26	<b>35</b>	26		
<b>10</b>	12	<b>36</b>	30		
<b>11</b>	15	<b>37</b>	19		
<b>12</b>	24	<b>38</b>	25		
<b>13</b>	25	<b>39</b>	12		
<b>14</b>	23	<b>40</b>	15		
<b>15</b>	26	<b>41</b>	24		
<b>16</b>	30	<b>42</b>	25		
<b>17</b>	19	<b>43</b>	23		
<b>18</b>	25	<b>44</b>	26		
<b>19</b>	24	<b>45</b>	12		
<b>20</b>	29	<b>46</b>	15		
<b>21</b>	26	<b>47</b>	24		
<b>22</b>	35	<b>48</b>	25		
<b>23</b>	15	<b>49</b>	23		
<b>24</b>	24	<b>50</b>	26		
<b>25</b>	26	<b>51</b>	25		
<b>26</b>	24	<b>52</b>	35		

<b>Paso 10: Se realiza el ensamble del otro conector</b>					
<b>1</b>	21	<b>27</b>	15	<b>53</b>	19
<b>2</b>	18	<b>28</b>	18	<b>54</b>	20
<b>3</b>	22	<b>29</b>	15	<b>55</b>	18
<b>4</b>	25	<b>30</b>	25	<b>56</b>	15
<b>5</b>	18	<b>31</b>	30	<b>57</b>	25
<b>6</b>	15	<b>32</b>	15	<b>58</b>	30
<b>7</b>	25	<b>33</b>	14	<b>59</b>	15
<b>8</b>	30	<b>34</b>	18	<b>60</b>	14
<b>9</b>	15	<b>35</b>	19	<b>61</b>	18
<b>10</b>	14	<b>36</b>	20	<b>62</b>	19
<b>11</b>	18	<b>37</b>	24	<b>63</b>	20
<b>12</b>	19	<b>38</b>	21	<b>64</b>	24
<b>13</b>	20	<b>39</b>	22	<b>65</b>	21
<b>14</b>	24	<b>40</b>	25	<b>66</b>	22
<b>15</b>	21	<b>41</b>	35	<b>67</b>	25
<b>16</b>	22	<b>42</b>	15	<b>68</b>	20
<b>17</b>	25	<b>43</b>	24	<b>69</b>	18
<b>18</b>	35	<b>44</b>	21	<b>70</b>	15
<b>19</b>	15	<b>45</b>	18	<b>71</b>	25
<b>20</b>	24	<b>46</b>	22	<b>72</b>	30
<b>21</b>	21	<b>47</b>	25	<b>73</b>	18
<b>22</b>	12	<b>48</b>	18	<b>74</b>	15
<b>23</b>	25	<b>49</b>	15	<b>75</b>	20
<b>24</b>	15	<b>50</b>	25	<b>76</b>	14
<b>25</b>	15	<b>51</b>	30	<b>77</b>	15
<b>26</b>	20	<b>52</b>	20	<b>78</b>	20

<b>Paso 11: Se realiza la prueba DW</b>			
<b>1</b>	18	<b>16</b>	25
<b>2</b>	23	<b>17</b>	20
<b>3</b>	20	<b>18</b>	20
<b>4</b>	15	<b>19</b>	25
<b>5</b>	25	<b>20</b>	35
<b>6</b>	30	<b>21</b>	30
<b>7</b>	24	<b>22</b>	15
<b>8</b>	20	<b>23</b>	20
<b>9</b>	25	<b>24</b>	18
<b>10</b>	20	<b>25</b>	25
<b>11</b>	15	<b>26</b>	35
<b>12</b>	35	<b>27</b>	25
<b>13</b>	15	<b>28</b>	15
<b>14</b>	25	<b>29</b>	35
<b>15</b>	35	<b>30</b>	15

<b>Paso 12: Se realiza la prueba RF</b>					
<b>1</b>	20	<b>58</b>	18	<b>115</b>	15
<b>2</b>	18	<b>59</b>	20	<b>116</b>	20
<b>3</b>	20	<b>60</b>	35	<b>117</b>	15
<b>4</b>	15	<b>61</b>	15	<b>118</b>	10
<b>5</b>	15	<b>62</b>	20	<b>119</b>	15
<b>6</b>	20	<b>63</b>	25	<b>120</b>	30
<b>7</b>	25	<b>64</b>	15	<b>121</b>	25
<b>8</b>	20	<b>65</b>	10	<b>122</b>	15
<b>9</b>	15	<b>66</b>	15	<b>123</b>	25
<b>10</b>	10	<b>67</b>	15	<b>124</b>	20
<b>11</b>	25	<b>68</b>	20	<b>125</b>	15
<b>12</b>	20	<b>69</b>	15	<b>126</b>	10
<b>13</b>	15	<b>70</b>	30	<b>127</b>	25
<b>14</b>	25	<b>71</b>	28	<b>128</b>	15
<b>15</b>	20	<b>72</b>	15	<b>129</b>	20
<b>16</b>	15	<b>73</b>	25	<b>130</b>	15
<b>17</b>	20	<b>74</b>	20	<b>131</b>	20
<b>18</b>	15	<b>75</b>	15	<b>132</b>	35
<b>19</b>	20	<b>76</b>	25	<b>133</b>	15
<b>20</b>	15	<b>77</b>	20	<b>134</b>	20
<b>21</b>	10	<b>78</b>	15	<b>135</b>	25
<b>22</b>	15	<b>79</b>	20	<b>136</b>	15
<b>23</b>	15	<b>80</b>	15	<b>137</b>	20
<b>24</b>	15	<b>81</b>	10	<b>138</b>	14
<b>25</b>	30	<b>82</b>	15	<b>139</b>	15
<b>26</b>	15	<b>83</b>	15	<b>140</b>	20
<b>27</b>	15	<b>84</b>	25	<b>141</b>	15
<b>28</b>	20	<b>85</b>	20	<b>142</b>	20
<b>29</b>	25	<b>86</b>	15	<b>143</b>	15
<b>30</b>	20	<b>87</b>	25	<b>144</b>	20
<b>31</b>	15	<b>88</b>	20	<b>145</b>	15
<b>32</b>	10	<b>89</b>	15	<b>146</b>	25
<b>33</b>	25	<b>90</b>	20	<b>147</b>	20
<b>34</b>	20	<b>91</b>	15	<b>148</b>	30
<b>35</b>	15	<b>92</b>	10	<b>149</b>	15
<b>36</b>	25	<b>93</b>	15	<b>150</b>	20
<b>37</b>	20	<b>94</b>	15	<b>151</b>	15
<b>38</b>	15	<b>95</b>	15	<b>152</b>	10
<b>39</b>	20	<b>96</b>	20	<b>153</b>	15
<b>40</b>	15	<b>97</b>	35	<b>154</b>	20
<b>41</b>	15	<b>98</b>	15	<b>155</b>	15
<b>42</b>	10	<b>99</b>	20	<b>156</b>	18
<b>43</b>	15	<b>100</b>	25	<b>157</b>	20
<b>44</b>	15	<b>101</b>	15	<b>158</b>	15
<b>45</b>	20	<b>102</b>	10	<b>159</b>	10
<b>46</b>	15	<b>103</b>	15	<b>160</b>	15
<b>47</b>	30	<b>104</b>	20	<b>161</b>	20
<b>48</b>	28	<b>105</b>	25	<b>162</b>	15
<b>49</b>	15	<b>106</b>	15	<b>163</b>	20
<b>50</b>	25	<b>107</b>	10	<b>164</b>	15
<b>51</b>	20	<b>108</b>	15	<b>165</b>	10
<b>52</b>	25	<b>109</b>	15	<b>166</b>	15
<b>53</b>	15	<b>110</b>	20	<b>167</b>	20
<b>54</b>	10	<b>111</b>	15	<b>168</b>	21
<b>55</b>	12	<b>112</b>	30	<b>169</b>	25
<b>56</b>	14	<b>113</b>	21		
<b>57</b>	21	<b>114</b>	18		

<b>Paso 13: Se realiza el encogimiento de los hules</b>					
<b>1</b>	25	<b>58</b>	35	<b>115</b>	40
<b>2</b>	28	<b>59</b>	45	<b>116</b>	45
<b>3</b>	30	<b>60</b>	35	<b>117</b>	35
<b>4</b>	21	<b>61</b>	25	<b>118</b>	15
<b>5</b>	34	<b>62</b>	35	<b>119</b>	20
<b>6</b>	34	<b>63</b>	45	<b>120</b>	25
<b>7</b>	25	<b>64</b>	35	<b>121</b>	45
<b>8</b>	24	<b>65</b>	40	<b>122</b>	35
<b>9</b>	28	<b>66</b>	45	<b>123</b>	25
<b>10</b>	35	<b>67</b>	35	<b>124</b>	40
<b>11</b>	31	<b>68</b>	45	<b>125</b>	35
<b>12</b>	34	<b>69</b>	35	<b>126</b>	45
<b>13</b>	45	<b>70</b>	40	<b>127</b>	25
<b>14</b>	45	<b>71</b>	35	<b>128</b>	35
<b>15</b>	35	<b>72</b>	28	<b>129</b>	45
<b>16</b>	25	<b>73</b>	35	<b>130</b>	25
<b>17</b>	35	<b>74</b>	28	<b>131</b>	35
<b>18</b>	45	<b>75</b>	28	<b>132</b>	35
<b>19</b>	35	<b>76</b>	30	<b>133</b>	20
<b>20</b>	40	<b>77</b>	21	<b>134</b>	25
<b>21</b>	45	<b>78</b>	34	<b>135</b>	45
<b>22</b>	35	<b>79</b>	34	<b>136</b>	35
<b>23</b>	45	<b>80</b>	25	<b>137</b>	25
<b>24</b>	35	<b>81</b>	24	<b>138</b>	40
<b>25</b>	40	<b>82</b>	28	<b>139</b>	25
<b>26</b>	40	<b>83</b>	35	<b>140</b>	30
<b>27</b>	45	<b>84</b>	31	<b>141</b>	25
<b>28</b>	35	<b>85</b>	34	<b>142</b>	38
<b>29</b>	45	<b>86</b>	45	<b>143</b>	45
<b>30</b>	35	<b>87</b>	45	<b>144</b>	40
<b>31</b>	35	<b>88</b>	35	<b>145</b>	40
<b>32</b>	45	<b>89</b>	25	<b>146</b>	25
<b>33</b>	35	<b>90</b>	35	<b>147</b>	35
<b>34</b>	40	<b>91</b>	45	<b>148</b>	35
<b>35</b>	45	<b>92</b>	35	<b>149</b>	20
<b>36</b>	35	<b>93</b>	40	<b>150</b>	25
<b>37</b>	25	<b>94</b>	45	<b>151</b>	45
<b>38</b>	35	<b>95</b>	35	<b>152</b>	40
<b>39</b>	45	<b>96</b>	45	<b>153</b>	25
<b>40</b>	35	<b>97</b>	35	<b>154</b>	30
<b>41</b>	40	<b>98</b>	40	<b>155</b>	25
<b>42</b>	45	<b>99</b>	45	<b>156</b>	38
<b>43</b>	35	<b>100</b>	35	<b>157</b>	45
<b>44</b>	45	<b>101</b>	25	<b>158</b>	40
<b>45</b>	35	<b>102</b>	35	<b>159</b>	45
<b>46</b>	35	<b>103</b>	45	<b>160</b>	25
<b>47</b>	45	<b>104</b>	35	<b>161</b>	35
<b>48</b>	35	<b>105</b>	40	<b>162</b>	35
<b>49</b>	40	<b>106</b>	45	<b>163</b>	20
<b>50</b>	35	<b>107</b>	35	<b>164</b>	21
<b>51</b>	45	<b>108</b>	45	<b>165</b>	20
<b>52</b>	30	<b>109</b>	35	<b>166</b>	25
<b>53</b>	31	<b>110</b>	40	<b>167</b>	30
<b>54</b>	28	<b>111</b>	35	<b>168</b>	41
<b>55</b>	30	<b>112</b>	45	<b>169</b>	25
<b>56</b>	21	<b>113</b>	25		
<b>57</b>	35	<b>114</b>	30		

<b>Paso 14: Se realiza la inspección final</b>			
<b>1</b>	65	<b>22</b>	45
<b>2</b>	35	<b>23</b>	25
<b>3</b>	25	<b>24</b>	15
<b>4</b>	15	<b>25</b>	60
<b>5</b>	60	<b>26</b>	45
<b>6</b>	45	<b>27</b>	35
<b>7</b>	35	<b>28</b>	45
<b>8</b>	45	<b>29</b>	35
<b>9</b>	35	<b>30</b>	25
<b>10</b>	25	<b>31</b>	45
<b>11</b>	45	<b>32</b>	55
<b>12</b>	55	<b>33</b>	50
<b>13</b>	50	<b>34</b>	35
<b>14</b>	35	<b>35</b>	35
<b>15</b>	35	<b>36</b>	25
<b>16</b>	35	<b>37</b>	15
<b>17</b>	45	<b>38</b>	60
<b>18</b>	40	<b>39</b>	45
<b>19</b>	45	<b>40</b>	35
<b>20</b>	35	<b>41</b>	45
<b>21</b>	35	<b>42</b>	45

<b>Paso 15: Se realiza el empaque de los cables</b>			
<b>1</b>	45	<b>16</b>	45
<b>2</b>	45	<b>17</b>	60
<b>3</b>	60	<b>18</b>	45
<b>4</b>	50	<b>19</b>	80
<b>5</b>	55	<b>20</b>	65
<b>6</b>	45	<b>21</b>	45
<b>7</b>	60	<b>22</b>	35
<b>8</b>	45	<b>23</b>	45
<b>9</b>	40	<b>24</b>	35
<b>10</b>	65	<b>25</b>	45
<b>11</b>	35	<b>26</b>	35
<b>12</b>	80	<b>27</b>	45
<b>13</b>	45	<b>28</b>	35
<b>14</b>	65	<b>29</b>	30
<b>15</b>	45	<b>30</b>	40

### Apéndice #16

Cantidad de observaciones y pasos de la familia de cables **Custom**.

<b>Paso 1: La máquina realiza el corte del cable, donde se le añaden las características del cable.</b>			
<b>1</b>	15	<b>15</b>	15
<b>2</b>	20	<b>16</b>	25
<b>3</b>	16	<b>17</b>	20
<b>4</b>	20	<b>18</b>	20
<b>5</b>	10	<b>19</b>	15
<b>6</b>	15	<b>20</b>	20
<b>7</b>	23	<b>21</b>	20
<b>8</b>	25	<b>22</b>	15
<b>9</b>	20	<b>23</b>	30
<b>10</b>	15	<b>24</b>	25
<b>11</b>	20	<b>25</b>	20
<b>12</b>	30	<b>26</b>	20
<b>13</b>	15	<b>27</b>	20
<b>14</b>	20		

<b>Paso 2: El operario revisa el plano para ver las especificaciones del cable y sus materiales</b>					
<b>1</b>	40	<b>26</b>	25	<b>51</b>	60
<b>2</b>	30	<b>27</b>	35	<b>52</b>	35
<b>3</b>	35	<b>28</b>	35	<b>53</b>	40
<b>4</b>	60	<b>29</b>	15	<b>54</b>	35
<b>5</b>	25	<b>30</b>	40	<b>55</b>	25
<b>6</b>	45	<b>31</b>	20	<b>56</b>	30
<b>7</b>	25	<b>32</b>	35	<b>57</b>	35
<b>8</b>	35	<b>33</b>	25	<b>58</b>	40
<b>9</b>	35	<b>34</b>	35	<b>59</b>	30
<b>10</b>	35	<b>35</b>	40	<b>60</b>	40
<b>11</b>	15	<b>36</b>	15	<b>61</b>	35
<b>12</b>	45	<b>37</b>	35	<b>62</b>	25
<b>13</b>	20	<b>38</b>	35	<b>63</b>	30
<b>14</b>	35	<b>39</b>	15	<b>64</b>	45
<b>15</b>	25	<b>40</b>	45	<b>65</b>	35
<b>16</b>	35	<b>41</b>	20	<b>66</b>	35
<b>17</b>	35	<b>42</b>	35	<b>67</b>	25
<b>18</b>	40	<b>43</b>	25	<b>68</b>	35
<b>19</b>	35	<b>44</b>	35	<b>69</b>	15
<b>20</b>	25	<b>45</b>	35	<b>70</b>	25
<b>21</b>	35	<b>46</b>	35	<b>71</b>	35
<b>22</b>	30	<b>47</b>	25	<b>72</b>	40
<b>23</b>	31	<b>48</b>	45	<b>73</b>	25
<b>24</b>	32	<b>49</b>	35	<b>74</b>	35
<b>25</b>	33	<b>50</b>	25		

<b>Paso 3: El operario revisa el Marker, verifica que sea el mismo que el shock</b>							
1	15	75	25	149	20	223	20
2	10	76	20	150	15	224	15
3	25	77	15	151	15	225	15
4	20	78	15	152	25	226	25
5	15	79	25	153	35	227	35
6	15	80	35	154	30	228	30
7	25	81	25	155	25	229	25
8	35	82	20	156	35	230	35
9	25	83	15	157	30	231	30
10	20	84	15	158	15	232	15
11	15	85	25	159	10	233	35
12	15	86	35	160	25	234	10
13	25	87	30	161	20	235	25
14	35	88	25	162	15	236	20
15	15	89	20	163	15	237	15
16	10	90	15	164	25	238	15
17	25	91	15	165	35	239	25
18	20	92	25	166	25	240	35
19	15	93	35	167	20	241	20
20	15	94	25	168	15	242	15
21	25	95	20	169	15	243	15
22	35	96	15	170	25	244	25
23	25	97	15	171	35	245	35
24	20	98	25	172	20	246	30
25	15	99	35	173	15	247	25
26	15	100	30	174	15	248	35
27	25	101	20	175	25	249	30
28	35	102	15	176	35	250	15
29	20	103	15	177	25	251	25
30	15	104	25	178	20	252	35
31	15	105	35	179	15	253	30
32	25	106	25	180	15	254	15
33	35	107	20	181	25	255	20
34	25	108	15	182	20	256	15
35	20	109	15	183	15	257	15
36	15	110	20	184	15	258	25
37	15	111	15	185	25	259	35
38	25	112	15	186	35	260	30
39	20	113	25	187	25	261	25
40	15	114	35	188	20	262	35
41	15	115	25	189	15	263	30
42	25	116	20	190	15	264	15
43	35	117	15	191	25	265	35
44	25	118	15	192	35	266	25
45	20	119	25	193	30	267	20
46	15	120	35	194	25	268	15
47	15	121	30	195	20	269	15
48	25	122	20	196	15	270	20
49	35	123	15	197	15	271	15
50	35	124	15	198	25	272	15
51	25	125	25	199	35	273	25
52	20	126	35	200	25	274	35
53	30	127	25	201	20	275	25
54	35	128	20	202	15	276	20
55	25	129	15	203	15	277	15
56	20	130	15	204	35	278	15
57	15	131	35	205	25	279	25
58	10	132	25	206	20	280	20
59	25	133	20	207	20	281	15
60	20	134	20	208	15	282	15
61	15	135	15	209	15	283	25
62	15	136	10	210	25	284	35
63	25	137	25	211	35	285	25
64	35	138	20	212	25	286	20
65	25	139	15	213	20	287	15
66	20	140	15	214	15	288	15
67	15	141	15	215	15	289	25
68	15	142	25	216	25	290	35
69	25	143	35	217	35	291	30
70	35	144	30	218	30	292	25
71	30	145	25	219	25	293	35
72	30	146	35	220	35	294	30
73	30	147	30	221	30	295	15
74	25	148	25	222	20	296	20

<b>Paso 4: Realiza la colocación de los pines, por ambos lados.</b>					
1	120	58	90	115	150
2	135	59	80	116	125
3	150	60	100	117	180
4	90	61	150	118	120
5	120	62	160	119	90
6	140	63	180	120	85
7	80	64	100	121	75
8	100	65	120	122	95
9	150	66	150	123	150
10	160	67	90	124	135
11	180	68	120	125	120
12	100	69	140	126	85
13	120	70	80	127	125
14	90	71	100	128	100
15	150	72	150	129	90
16	68	73	160	130	130
17	75	74	180	131	135
18	95	75	180	132	125
19	120	76	100	133	125
20	100	77	120	134	78
21	150	78	120	135	95
22	160	79	80	136	150
23	180	80	100	137	135
24	100	81	150	138	120
25	120	82	160	139	85
26	130	83	150	140	125
27	150	84	80	141	100
28	95	85	100	142	90
29	115	86	1500	143	130
30	150	87	160	144	135
31	150	88	180	145	165
32	160	89	100	146	160
33	180	90	120	147	120
34	100	91	150	148	125
35	120	92	160	149	140
36	100	93	180	150	130
37	150	94	100	151	120
38	160	95	180	152	110
39	180	96	100	153	130
40	100	97	120	154	125
41	120	98	150	155	180
42	120	99	95	156	120
43	80	100	115	157	90
44	100	101	150	158	85
45	150	102	150	159	78
46	160	103	160	160	95
47	180	104	180	161	150
48	180	105	100	162	135
49	100	106	120	163	120
50	120	107	100	164	85
51	120	108	150	165	125
52	80	109	160	166	100
53	100	110	180	167	90
54	150	111	100	168	130
55	160	112	120	169	150
56	115	113	80	170	135
57	130	114	130	171	125

<b>Paso 5: El operario realiza el corte del "polin".</b>					
1	60	58	30	115	25
2	30	59	45	116	20
3	45	60	30	117	25
4	30	61	25	118	35
5	25	62	45	119	35
6	45	63	40	120	40
7	40	64	35	121	45
8	35	65	35	122	35
9	40	66	25	123	60
10	35	67	45	124	25
11	35	68	35	125	40
12	25	69	45	126	35
13	45	70	25	127	25
14	35	71	60	128	30
15	45	72	120	129	30
16	25	73	45	130	45
17	60	74	35	131	56
18	30	75	35	132	25
19	45	76	25	133	60
20	30	77	45	134	45
21	25	78	35	135	40
22	45	79	45	136	35
23	40	80	25	137	30
24	35	81	60	138	30
25	30	82	30	139	30
26	45	83	45	140	40
27	30	84	30	141	45
28	25	85	25	142	35
29	45	86	45	143	45
30	40	87	40	144	35
31	35	88	35	145	45
32	35	89	30	146	25
33	25	90	45	147	25
34	45	91	30	148	45
35	35	92	25	149	30
36	45	93	25	150	45
37	25	94	35	151	25
38	60	95	45	152	30
39	120	96	50	153	45
40	45	97	45	154	45
41	30	98	30	155	35
42	45	99	45	156	30
43	30	100	30	157	40
44	25	101	25	158	45
45	45	102	45	159	20
46	40	103	40	160	25
47	35	104	35	161	35
48	35	105	35	162	35
49	25	106	25	163	40
50	45	107	45	164	45
51	35	108	35	165	35
52	45	109	45	166	60
53	25	110	25	167	25
54	60	111	60	168	40
55	120	112	120	169	35
56	45	113	45	170	25
57	45	114	30	171	50

<b>Paso 6: Se realiza el ensamble de uno de los</b>			
<b>1</b>	41	<b>16</b>	45
<b>2</b>	40	<b>17</b>	35
<b>3</b>	45	<b>18</b>	45
<b>4</b>	40	<b>19</b>	40
<b>5</b>	30	<b>20</b>	40
<b>6</b>	40	<b>21</b>	35
<b>7</b>	42	<b>22</b>	25
<b>8</b>	35	<b>23</b>	45
<b>9</b>	45	<b>24</b>	40
<b>10</b>	35	<b>25</b>	35
<b>11</b>	40	<b>26</b>	45
<b>12</b>	45	<b>27</b>	35
<b>13</b>	35	<b>28</b>	45
<b>14</b>	40	<b>29</b>	35
<b>15</b>	35	<b>30</b>	45

<b>Paso 7: Se ingresa el tubin y el marker.</b>			
<b>1</b>	25	<b>27</b>	25
<b>2</b>	20	<b>28</b>	20
<b>3</b>	35	<b>29</b>	35
<b>4</b>	25	<b>30</b>	20
<b>5</b>	30	<b>31</b>	25
<b>6</b>	45	<b>32</b>	35
<b>7</b>	25	<b>33</b>	35
<b>8</b>	35	<b>34</b>	25
<b>9</b>	40	<b>35</b>	30
<b>10</b>	25	<b>36</b>	45
<b>11</b>	20	<b>37</b>	25
<b>12</b>	35	<b>38</b>	35
<b>13</b>	20	<b>39</b>	40
<b>14</b>	25	<b>40</b>	25
<b>15</b>	35	<b>41</b>	30
<b>16</b>	35	<b>42</b>	45
<b>17</b>	25	<b>43</b>	25
<b>18</b>	30	<b>44</b>	35
<b>19</b>	45	<b>45</b>	40
<b>20</b>	25	<b>46</b>	25
<b>21</b>	35	<b>47</b>	20
<b>22</b>	40	<b>48</b>	40
<b>23</b>	25	<b>49</b>	35
<b>24</b>	20	<b>50</b>	25
<b>25</b>	15	<b>51</b>	45
<b>26</b>	25	<b>52</b>	35

<b>Paso 8: Se ensambla el otro conector.</b>			
<b>1</b>	41	<b>23</b>	45
<b>2</b>	40	<b>24</b>	35
<b>3</b>	30	<b>25</b>	45
<b>4</b>	35	<b>26</b>	35
<b>5</b>	45	<b>27</b>	25
<b>6</b>	40	<b>28</b>	20
<b>7</b>	35	<b>29</b>	45
<b>8</b>	45	<b>30</b>	35
<b>9</b>	35	<b>31</b>	25
<b>10</b>	30	<b>32</b>	45
<b>11</b>	25	<b>33</b>	35
<b>12</b>	35	<b>34</b>	45
<b>13</b>	25	<b>35</b>	25
<b>14</b>	45	<b>36</b>	30
<b>15</b>	35	<b>37</b>	35
<b>16</b>	25	<b>38</b>	45
<b>17</b>	35	<b>39</b>	35
<b>18</b>	40	<b>40</b>	45
<b>19</b>	45	<b>41</b>	30
<b>20</b>	35	<b>42</b>	25
<b>21</b>	45	<b>43</b>	25
<b>22</b>	40		

<b>Paso 9: El operario realiza la colocación del Poxil, un tipo goma.</b>					
<b>1</b>	25	<b>39</b>	25	<b>77</b>	20
<b>2</b>	20	<b>40</b>	20	<b>78</b>	35
<b>3</b>	25	<b>41</b>	20	<b>79</b>	25
<b>4</b>	30	<b>42</b>	35	<b>80</b>	30
<b>5</b>	15	<b>43</b>	15	<b>81</b>	15
<b>6</b>	10	<b>44</b>	20	<b>82</b>	10
<b>7</b>	15	<b>45</b>	45	<b>83</b>	15
<b>8</b>	15	<b>46</b>	35	<b>84</b>	15
<b>9</b>	20	<b>47</b>	25	<b>85</b>	20
<b>10</b>	25	<b>48</b>	30	<b>86</b>	25
<b>11</b>	15	<b>49</b>	30	<b>87</b>	15
<b>12</b>	20	<b>50</b>	15	<b>88</b>	20
<b>13</b>	35	<b>51</b>	25	<b>89</b>	35
<b>14</b>	15	<b>52</b>	25	<b>90</b>	15
<b>15</b>	20	<b>53</b>	25	<b>91</b>	20
<b>16</b>	45	<b>54</b>	30	<b>92</b>	45
<b>17</b>	35	<b>55</b>	35	<b>93</b>	35
<b>18</b>	25	<b>56</b>	30	<b>94</b>	30
<b>19</b>	30	<b>57</b>	15	<b>95</b>	30
<b>20</b>	30	<b>58</b>	10	<b>96</b>	15
<b>21</b>	15	<b>59</b>	15	<b>97</b>	25
<b>22</b>	25	<b>60</b>	15	<b>98</b>	25
<b>23</b>	25	<b>61</b>	20	<b>99</b>	25
<b>24</b>	25	<b>62</b>	25	<b>100</b>	30
<b>25</b>	30	<b>63</b>	15	<b>101</b>	25
<b>26</b>	25	<b>64</b>	20	<b>102</b>	35
<b>27</b>	35	<b>65</b>	35	<b>103</b>	20
<b>28</b>	20	<b>66</b>	15	<b>104</b>	25
<b>29</b>	25	<b>67</b>	20	<b>105</b>	35
<b>30</b>	35	<b>68</b>	45	<b>106</b>	15
<b>31</b>	15	<b>69</b>	35	<b>107</b>	25
<b>32</b>	35	<b>70</b>	25	<b>108</b>	15
<b>33</b>	25	<b>71</b>	30	<b>109</b>	20
<b>34</b>	35	<b>72</b>	25	<b>110</b>	35
<b>35</b>	25	<b>73</b>	35	<b>111</b>	35
<b>36</b>	15	<b>74</b>	35	<b>112</b>	25
<b>37</b>	35	<b>75</b>	25	<b>113</b>	25
<b>38</b>	25	<b>76</b>	35	<b>114</b>	35

<b>Paso 10: Se realiza la prueba de DW.</b>					
<b>1</b>	28	<b>28</b>	25	<b>55</b>	25
<b>2</b>	25	<b>29</b>	35	<b>56</b>	20
<b>3</b>	30	<b>30</b>	25	<b>57</b>	15
<b>4</b>	25	<b>31</b>	20	<b>58</b>	35
<b>5</b>	30	<b>32</b>	20	<b>59</b>	21
<b>6</b>	21	<b>33</b>	25	<b>60</b>	20
<b>7</b>	20	<b>34</b>	20	<b>61</b>	25
<b>8</b>	25	<b>35</b>	25	<b>62</b>	35
<b>9</b>	35	<b>36</b>	20	<b>63</b>	25
<b>10</b>	25	<b>37</b>	15	<b>64</b>	30
<b>11</b>	30	<b>38</b>	30	<b>65</b>	25
<b>12</b>	25	<b>39</b>	25	<b>66</b>	20
<b>13</b>	20	<b>40</b>	25	<b>67</b>	25
<b>14</b>	25	<b>41</b>	35	<b>68</b>	35
<b>15</b>	35	<b>42</b>	20	<b>69</b>	25
<b>16</b>	25	<b>43</b>	25	<b>70</b>	35
<b>17</b>	35	<b>44</b>	15	<b>71</b>	20
<b>18</b>	20	<b>45</b>	25	<b>72</b>	25
<b>19</b>	25	<b>46</b>	30	<b>73</b>	15
<b>20</b>	20	<b>47</b>	15	<b>74</b>	30
<b>21</b>	25	<b>48</b>	20	<b>75</b>	25
<b>22</b>	30	<b>49</b>	25	<b>76</b>	25
<b>23</b>	15	<b>50</b>	15	<b>77</b>	35
<b>24</b>	15	<b>51</b>	30	<b>78</b>	20
<b>25</b>	10	<b>52</b>	20	<b>79</b>	25
<b>26</b>	15	<b>53</b>	25	<b>80</b>	15
<b>27</b>	20	<b>54</b>	35		

<b>Paso 11: Se realiza la prueba de RF.</b>					
<b>1</b>	18	<b>21</b>	25	<b>41</b>	25
<b>2</b>	21	<b>22</b>	15	<b>42</b>	20
<b>3</b>	20	<b>23</b>	25	<b>43</b>	15
<b>4</b>	32	<b>24</b>	23	<b>44</b>	20
<b>5</b>	45	<b>25</b>	20	<b>45</b>	30
<b>6</b>	23	<b>26</b>	15	<b>46</b>	15
<b>7</b>	20	<b>27</b>	25	<b>47</b>	25
<b>8</b>	15	<b>28</b>	18	<b>48</b>	15
<b>9</b>	25	<b>29</b>	20	<b>49</b>	25
<b>10</b>	18	<b>30</b>	15	<b>50</b>	30
<b>11</b>	20	<b>31</b>	35	<b>51</b>	25
<b>12</b>	15	<b>32</b>	20	<b>52</b>	15
<b>13</b>	35	<b>33</b>	25	<b>53</b>	10
<b>14</b>	20	<b>34</b>	20	<b>54</b>	35
<b>15</b>	25	<b>35</b>	15	<b>55</b>	25
<b>16</b>	15	<b>36</b>	25	<b>56</b>	10
<b>17</b>	35	<b>37</b>	20	<b>57</b>	15
<b>18</b>	15	<b>38</b>	15	<b>56</b>	20
<b>19</b>	20	<b>39</b>	25		
<b>20</b>	21	<b>40</b>	20		

Paso 12: Se realiza la medición del cable.					
1	60	55	120	109	65
2	95	56	125	110	120
3	45	57	85	111	60
4	55	58	75	112	45
5	60	59	80	113	40
6	75	60	90	114	45
7	80	61	120	115	60
8	95	62	150	116	45
9	100	63	130	117	65
10	110	64	120	118	60
11	105	65	100	119	45
12	95	66	75	120	40
13	85	67	65	121	80
14	75	68	90	122	40
15	65	69	120	123	65
16	60	70	135	124	45
17	55	71	120	125	60
18	45	72	85	126	45
19	75	73	90	127	65
20	55	74	55	128	45
21	60	75	85	129	120
22	85	76	90	130	60
23	90	77	120	131	45
24	95	78	100	132	40
25	100	79	90	133	45
26	105	80	70	134	60
27	110	81	60	135	45
28	115	82	120	136	65
29	120	83	85	137	60
30	125	84	75	138	45
31	130	85	65	139	40
32	135	86	55	140	80
33	140	87	95	141	60
34	145	88	110	142	45
35	155	89	75	143	40
36	160	90	85	144	45
37	165	91	65	145	60
38	170	92	90	146	45
39	175	93	110	147	65
40	180	94	170	148	60
41	150	95	180	149	45
42	155	96	165	150	40
43	145	97	110	151	80
44	130	98	120	152	65
45	125	99	140	153	30
46	120	100	130	154	65
47	130	101	85	155	120
48	135	102	65	156	35
49	140	103	45	157	45
50	145	104	55	158	65
51	150	105	60	159	80
52	155	106	75	160	65
53	160	107	80	161	45
54	175	108	95	162	35

<b>Paso 13: Se realiza el corrugado al cable.</b>							
<b>1</b>	25	<b>56</b>	35	<b>111</b>	25	<b>166</b>	40
<b>2</b>	45	<b>57</b>	10	<b>112</b>	30	<b>167</b>	35
<b>3</b>	10	<b>58</b>	15	<b>113</b>	35	<b>168</b>	30
<b>4</b>	15	<b>59</b>	20	<b>114</b>	40	<b>169</b>	25
<b>5</b>	20	<b>60</b>	25	<b>115</b>	25	<b>170</b>	20
<b>6</b>	25	<b>61</b>	30	<b>116</b>	35	<b>171</b>	15
<b>7</b>	30	<b>62</b>	35	<b>117</b>	25	<b>172</b>	10
<b>8</b>	35	<b>63</b>	40	<b>118</b>	20	<b>173</b>	40
<b>9</b>	10	<b>64</b>	35	<b>119</b>	35	<b>174</b>	35
<b>10</b>	15	<b>65</b>	30	<b>120</b>	45	<b>175</b>	30
<b>11</b>	20	<b>66</b>	25	<b>121</b>	35	<b>176</b>	25
<b>12</b>	25	<b>67</b>	20	<b>122</b>	15	<b>177</b>	20
<b>13</b>	30	<b>68</b>	15	<b>123</b>	20	<b>178</b>	15
<b>14</b>	35	<b>69</b>	10	<b>124</b>	25	<b>179</b>	10
<b>15</b>	40	<b>70</b>	30	<b>125</b>	35	<b>180</b>	30
<b>16</b>	35	<b>71</b>	35	<b>126</b>	30	<b>181</b>	35
<b>17</b>	30	<b>72</b>	40	<b>127</b>	35	<b>182</b>	40
<b>18</b>	25	<b>73</b>	35	<b>128</b>	10	<b>183</b>	35
<b>19</b>	20	<b>74</b>	30	<b>129</b>	15	<b>184</b>	30
<b>20</b>	15	<b>75</b>	25	<b>130</b>	20	<b>185</b>	25
<b>21</b>	10	<b>76</b>	20	<b>131</b>	25	<b>186</b>	20
<b>22</b>	15	<b>77</b>	15	<b>132</b>	30	<b>187</b>	15
<b>23</b>	20	<b>78</b>	10	<b>133</b>	35	<b>188</b>	10
<b>24</b>	15	<b>79</b>	15	<b>134</b>	40	<b>189</b>	15
<b>25</b>	20	<b>80</b>	20	<b>135</b>	35	<b>190</b>	20
<b>26</b>	30	<b>81</b>	15	<b>136</b>	30	<b>191</b>	15
<b>27</b>	35	<b>82</b>	20	<b>137</b>	25	<b>192</b>	20
<b>28</b>	40	<b>83</b>	30	<b>138</b>	20	<b>193</b>	30
<b>29</b>	45	<b>84</b>	35	<b>139</b>	15	<b>194</b>	35
<b>30</b>	10	<b>85</b>	40	<b>140</b>	10	<b>195</b>	40
<b>31</b>	20	<b>86</b>	45	<b>141</b>	15	<b>196</b>	45
<b>32</b>	30	<b>87</b>	10	<b>142</b>	20	<b>197</b>	10
<b>33</b>	45	<b>88</b>	20	<b>143</b>	15	<b>198</b>	20
<b>34</b>	10	<b>89</b>	30	<b>144</b>	20	<b>199</b>	30
<b>35</b>	20	<b>90</b>	45	<b>145</b>	30	<b>200</b>	45
<b>36</b>	25	<b>91</b>	15	<b>146</b>	35	<b>201</b>	10
<b>37</b>	35	<b>92</b>	20	<b>147</b>	40	<b>202</b>	20
<b>38</b>	30	<b>93</b>	30	<b>148</b>	45	<b>203</b>	25
<b>39</b>	35	<b>94</b>	35	<b>149</b>	10	<b>204</b>	35
<b>40</b>	40	<b>95</b>	40	<b>150</b>	20	<b>205</b>	30
<b>41</b>	25	<b>96</b>	45	<b>151</b>	15	<b>206</b>	45
<b>42</b>	35	<b>97</b>	10	<b>152</b>	20	<b>207</b>	15
<b>43</b>	25	<b>98</b>	45	<b>153</b>	30	<b>208</b>	20
<b>44</b>	20	<b>99</b>	10	<b>154</b>	35	<b>209</b>	30
<b>45</b>	35	<b>100</b>	20	<b>155</b>	40	<b>210</b>	35
<b>46</b>	45	<b>101</b>	30	<b>156</b>	45	<b>211</b>	40
<b>47</b>	35	<b>102</b>	45	<b>157</b>	10	<b>212</b>	45
<b>48</b>	15	<b>103</b>	10	<b>158</b>	45	<b>213</b>	10
<b>49</b>	20	<b>104</b>	20	<b>159</b>	35	<b>214</b>	30
<b>50</b>	25	<b>105</b>	25	<b>160</b>	15	<b>215</b>	25
<b>51</b>	35	<b>106</b>	35	<b>161</b>	20	<b>216</b>	20
<b>52</b>	25	<b>107</b>	25	<b>162</b>	25	<b>217</b>	25
<b>53</b>	20	<b>108</b>	35	<b>163</b>	20	<b>218</b>	35
<b>54</b>	25	<b>109</b>	40	<b>164</b>	25		
<b>55</b>	20	<b>110</b>	25	<b>165</b>	35		

<b>Paso 14: El cabe vuelve a la prueba de RF para que no exista ningún cambio.</b>							
<b>1</b>	15	<b>54</b>	25	<b>107</b>	15	<b>160</b>	15
<b>2</b>	10	<b>55</b>	20	<b>108</b>	18	<b>161</b>	20
<b>3</b>	15	<b>56</b>	25	<b>109</b>	20	<b>162</b>	14
<b>4</b>	20	<b>57</b>	15	<b>110</b>	15	<b>163</b>	15
<b>5</b>	18	<b>58</b>	20	<b>111</b>	15	<b>164</b>	20
<b>6</b>	20	<b>59</b>	15	<b>112</b>	20	<b>165</b>	15
<b>7</b>	15	<b>60</b>	20	<b>113</b>	25	<b>166</b>	20
<b>8</b>	15	<b>61</b>	35	<b>114</b>	20	<b>167</b>	15
<b>9</b>	20	<b>62</b>	15	<b>115</b>	15	<b>168</b>	20
<b>10</b>	25	<b>63</b>	20	<b>116</b>	10	<b>169</b>	15
<b>11</b>	20	<b>64</b>	25	<b>117</b>	25	<b>170</b>	25
<b>12</b>	15	<b>65</b>	15	<b>118</b>	20	<b>171</b>	20
<b>13</b>	10	<b>66</b>	10	<b>119</b>	15	<b>172</b>	30
<b>14</b>	25	<b>67</b>	15	<b>120</b>	25	<b>173</b>	15
<b>15</b>	20	<b>68</b>	15	<b>121</b>	20	<b>174</b>	20
<b>16</b>	15	<b>69</b>	20	<b>122</b>	15	<b>175</b>	15
<b>17</b>	25	<b>70</b>	15	<b>123</b>	20	<b>176</b>	10
<b>18</b>	20	<b>71</b>	30	<b>124</b>	15	<b>177</b>	15
<b>19</b>	15	<b>72</b>	28	<b>125</b>	20	<b>178</b>	20
<b>20</b>	20	<b>73</b>	15	<b>126</b>	15	<b>179</b>	15
<b>21</b>	15	<b>74</b>	25	<b>127</b>	10	<b>180</b>	20
<b>22</b>	10	<b>75</b>	20	<b>128</b>	15	<b>181</b>	15
<b>23</b>	15	<b>76</b>	15	<b>129</b>	15	<b>182</b>	10
<b>24</b>	15	<b>77</b>	25	<b>130</b>	15	<b>183</b>	15
<b>25</b>	25	<b>78</b>	20	<b>131</b>	30	<b>184</b>	30
<b>26</b>	20	<b>79</b>	15	<b>132</b>	25	<b>185</b>	25
<b>27</b>	15	<b>80</b>	20	<b>133</b>	15	<b>186</b>	15
<b>28</b>	30	<b>81</b>	15	<b>134</b>	20	<b>187</b>	25
<b>29</b>	25	<b>82</b>	10	<b>135</b>	25	<b>188</b>	20
<b>30</b>	15	<b>83</b>	15	<b>136</b>	15	<b>189</b>	15
<b>31</b>	20	<b>84</b>	15	<b>137</b>	20	<b>190</b>	10
<b>32</b>	25	<b>85</b>	25	<b>138</b>	25	<b>191</b>	25
<b>33</b>	15	<b>86</b>	20	<b>139</b>	20	<b>192</b>	15
<b>34</b>	20	<b>87</b>	15	<b>140</b>	25	<b>193</b>	20
<b>35</b>	15	<b>88</b>	25	<b>141</b>	15	<b>194</b>	15
<b>36</b>	20	<b>89</b>	20	<b>142</b>	20	<b>195</b>	20
<b>37</b>	35	<b>90</b>	15	<b>143</b>	15	<b>196</b>	35
<b>38</b>	15	<b>91</b>	20	<b>144</b>	20	<b>197</b>	15
<b>39</b>	20	<b>92</b>	15	<b>145</b>	35	<b>198</b>	20
<b>40</b>	25	<b>93</b>	10	<b>146</b>	15	<b>199</b>	25
<b>41</b>	15	<b>94</b>	15	<b>147</b>	20	<b>200</b>	15
<b>42</b>	10	<b>95</b>	15	<b>148</b>	25	<b>201</b>	10
<b>43</b>	15	<b>96</b>	15	<b>149</b>	15	<b>202</b>	15
<b>44</b>	15	<b>97</b>	20	<b>150</b>	10	<b>203</b>	15
<b>45</b>	20	<b>98</b>	35	<b>151</b>	15	<b>204</b>	20
<b>46</b>	15	<b>99</b>	15	<b>152</b>	15	<b>205</b>	15
<b>47</b>	30	<b>100</b>	20	<b>153</b>	20	<b>206</b>	30
<b>48</b>	28	<b>101</b>	25	<b>154</b>	15	<b>207</b>	28
<b>49</b>	15	<b>102</b>	15	<b>155</b>	30	<b>208</b>	25
<b>50</b>	20	<b>103</b>	10	<b>156</b>	28	<b>209</b>	15
<b>51</b>	15	<b>104</b>	15	<b>157</b>	15		
<b>52</b>	15	<b>105</b>	20	<b>158</b>	20		
<b>53</b>	15	<b>106</b>	25	<b>159</b>	25		

<b>Paso 15: Se realiza el amolde de los hules.</b>					
<b>1</b>	30	<b>24</b>	35	<b>47</b>	35
<b>2</b>	35	<b>25</b>	45	<b>48</b>	45
<b>3</b>	40	<b>26</b>	33	<b>49</b>	35
<b>4</b>	35	<b>27</b>	25	<b>50</b>	15
<b>5</b>	45	<b>28</b>	35	<b>51</b>	20
<b>6</b>	35	<b>29</b>	45	<b>52</b>	25
<b>7</b>	25	<b>30</b>	35	<b>53</b>	45
<b>8</b>	35	<b>31</b>	40	<b>54</b>	35
<b>9</b>	45	<b>32</b>	45	<b>55</b>	25
<b>10</b>	35	<b>33</b>	35	<b>56</b>	40
<b>11</b>	40	<b>34</b>	45	<b>57</b>	35
<b>12</b>	45	<b>35</b>	35	<b>58</b>	45
<b>13</b>	35	<b>36</b>	40	<b>59</b>	25
<b>14</b>	45	<b>37</b>	35	<b>60</b>	35
<b>15</b>	35	<b>38</b>	45	<b>61</b>	45
<b>16</b>	40	<b>39</b>	35	<b>62</b>	25
<b>17</b>	35	<b>40</b>	45	<b>63</b>	35
<b>18</b>	45	<b>41</b>	35	<b>64</b>	35
<b>19</b>	35	<b>42</b>	45	<b>65</b>	45
<b>20</b>	45	<b>43</b>	35	<b>66</b>	35
<b>21</b>	35	<b>44</b>	40	<b>67</b>	30
<b>22</b>	25	<b>45</b>	35	<b>68</b>	25
<b>23</b>	45	<b>46</b>	45		

<b>Paso 16: Se realiza la inspección, de igual manera es manual.</b>					
<b>1</b>	25	<b>14</b>	30	<b>27</b>	15
<b>2</b>	30	<b>15</b>	35	<b>28</b>	35
<b>3</b>	15	<b>16</b>	30	<b>29</b>	20
<b>4</b>	40	<b>17</b>	25	<b>30</b>	35
<b>5</b>	45	<b>18</b>	35	<b>31</b>	15
<b>6</b>	35	<b>19</b>	25	<b>32</b>	25
<b>7</b>	30	<b>20</b>	40	<b>33</b>	30
<b>8</b>	25	<b>21</b>	30	<b>34</b>	15
<b>9</b>	35	<b>22</b>	25	<b>35</b>	50
<b>10</b>	25	<b>23</b>	20	<b>36</b>	35
<b>11</b>	40	<b>24</b>	35	<b>37</b>	25
<b>12</b>	30	<b>25</b>	40	<b>38</b>	35
<b>13</b>	25	<b>26</b>	25		

<b>Paso 17: Se realiza el empaque. La cantidad de unidades depende de las especificaciones del cliente</b>					
<b>1</b>	25	<b>17</b>	35	<b>33</b>	25
<b>2</b>	35	<b>18</b>	90	<b>34</b>	60
<b>3</b>	45	<b>19</b>	85	<b>35</b>	85
<b>4</b>	60	<b>20</b>	45	<b>36</b>	35
<b>5</b>	65	<b>21</b>	35	<b>37</b>	45
<b>6</b>	25	<b>22</b>	70	<b>38</b>	35
<b>7</b>	45	<b>23</b>	60	<b>39</b>	80
<b>8</b>	30	<b>24</b>	90	<b>40</b>	35
<b>9</b>	60	<b>25</b>	25	<b>41</b>	45
<b>10</b>	45	<b>26</b>	45	<b>42</b>	35
<b>11</b>	90	<b>27</b>	35	<b>43</b>	45
<b>12</b>	80	<b>28</b>	45	<b>44</b>	90
<b>13</b>	65	<b>29</b>	25	<b>45</b>	35
<b>14</b>	35	<b>30</b>	35	<b>46</b>	65
<b>15</b>	45	<b>31</b>	45	<b>47</b>	45
<b>16</b>	35	<b>32</b>	35		

