



Análisis metodológico del desarrollo de las competencias laborales en los estudiantes del programa Tecnología en Mantenimiento de Mecánica Industrial del SENA - Zona sur de Bogotá D.C

TULIO GUILLOTT CARMONA
CÓDIGO 17152240

UNIVERSIDAD LIBRE
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES E INSTITUTO DE POSGRADOS
BOGOTÁ, D. C., 2015

Análisis metodológico del desarrollo de las competencias laborales en
los estudiantes del programa Tecnología en Mantenimiento de
Mecánica Industrial del SENA - Zona sur de Bogotá D.C

TULIO GUILLOT CARMONA
CÓDIGO 17152240

Tesis presentada en la Especialización en Docencia Universitaria
Asesora Magister Myriam Moreno de Morales

UNIVERSIDAD LIBRE
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES E INSTITUTO DE POSGRADOS
BOGOTÁ, D. C., 2015

Nota de aceptación

Asesora de la Investigación
Myriam Moreno – Magister en investigación

Jurado
Gloria Yaneth Orjuela Sánchez – Magister en Educación

Jurado
Elva Consuelo León- Magister en Educación

Jurado
Natalia Pérez Pedraza - Magister en Educación

Aspirante a Especialista en Docencia Universitaria

Tulio Guillott Carmona

Bogotá D.C 15 de julio de 2015

DEDICATORIA

A la memoria de mi esposa Flor Gámez Aguirre, mis hijos y nietos, quienes me inspiraron a continuar mi pequeño proyecto de vida, y que siempre me impulsaron en mi desarrollo personal como la cabeza de familia que siempre he sido y el amor que con mi esposa nos prodigamos en vida hasta que el señor determinó la ausencia de este ser querido.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por haberme permitido mejorar mi interés por seguir adelante y darle las gracias muy sentidas a la profesora Magister Myriam Moreno por haberme guiado en este camino de crecimiento personal sobre esta especialización. Agradezco también a quienes contribuyeron con mi formación para cumplir con esta meta.

CONTENIDO

	Pág
LISTA DE CUADROS	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABLAS	12
LISTA DE GRÁFICOS	13
LISTA DE ANEXOS	14
GLOSARIO	15
RESUMEN	17
RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	18
INTRODUCCIÓN	20
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	22
PREGUNTA CIENTÍFICA	26
OBJETIVOS	27
DISEÑO METODOLÓGICO	28
1. ANTECEDENTES	29
2. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA	35
2.1 MARCO LEGAL DE LA EDUCACIÓN TÉCNICA Y TECNOLÓGICA EN COLOMBIA	37
2.2 APRENDIZAJE DE LAS CATEGORÍAS DE ANÁLISIS	38
2.2.1 Los tipos de formación en Mantenimiento de Mecánica Industrial	39
2.2.2 Algunas consideraciones curriculares	40
2.3 ENSEÑANZA Y DIDÁCTICA	44
2.3.1 Lineamientos metodológicos especiales	46
2.3.2 El factor de categoría de análisis y calificación del Tecnólogo en Mantenimiento Industrial Avanzado.	47
2.3.3 Formación de técnicos para los sectores modernos	49
2.4 DESCRIPCIÓN DEL MODELO SENA	51

2.4.1 Descripción de la Tecnología	53
2.4.2 Categorías de análisis que actualmente se ejecutan	53
2.4.3 Factor de calificación	54
2.4.4 Campo ocupacional	55
2.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	55
2.6 DIAGNÓSTICO	56
2.6.1 Localización del contexto	57
2.6.2 Población	58
2.6.3 Muestra	58
2.6.4 Análisis y Resultados del Trabajo de campo	59
2.6.5 Análisis de resultados	59
2.6.5.1 A Instructores	59
2.6.5.2 A Estudiantes	62
2.6.5.3 A Personal administrativo de mantenimiento	67
2.6.6 Análisis de criticidad / método gráfico	70
2.6.6.1 Requerimientos necesarios para el desarrollo de actividades de órdenes de trabajo a plan de mantenimiento	70
2.6.6.2 Corregir fallas y averías mecánicas de los bienes mediante actividades estratégicas de la empresa	71
2.6.6.3 Organizar las actividades del área de mantenimiento asignando responsabilidades de acuerdo a las políticas de la empresa	72
2.6.6.4 Predecir fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a parámetros establecidos por la normatividad	72
2.6.6.5 Controlar actividades de mantenimiento ejecutadas, frente a planes establecidos por el fabricante o normas internacionales	74
2.6.6.6 Establecer actividades tácticas de mantenimiento de acuerdo a las políticas de la empresa	74
2.6.6.7 Mejorar un bien o proceso mediante la modificación de un Parámetro	74
2.6.6.8 Orientar el talento humano hacia la consecución de los planes de	

mantenimiento de acuerdo a responsabilidades asignadas	76
2.6.6.9 Planeamiento, organización, dirección y control de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial	77
2.6.6.0 Planeamiento y mejoramiento de instalaciones mecánicas	78
2.6.7 Análisis y tabla de Pareto	79
3. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA	84
3.1 ANTECEDENTES	84
3.2. DEFINICIÓN	86
3.3 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE CATEGORÍAS DE ANÁLISIS EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - TPM	86
4. METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA	89
4.1 PROPUESTA AJUSTADA	89
4.2 LA PRODÚCTICA COMO ESTRATEGIA METODOLÓGICA	89
4.2.1 La Productiva en el Mantenimiento	89
4.3 COMPONENTES DEL ESTÁNDAR DE CATEGORÍA DE ANÁLISIS	92
4.3.1 Desarrollo del plan dentro de la estrategia metodológica	92
4.3.2 Implementación de la estrategia metodológica	92
4.3.3 Nivel de conocimiento profundo	93
4.3.4 Desarrollo de nivel proactivo	93
4.3.5 Desarrollo del perfil de actitud	93
4.4 ÁSPECTOS RELEVANTES DE LA EVALUACIÓN	97
4.4.1 Detalles de la práctica	97
4.4.2 Apoyos/requerimientos	97
4. CONCLUSIONES	98
5. RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	107

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Resultados y hallazgos de las encuestas	23
Cuadro 2. Paralelo de Categorías de análisis – Modalidad de Ajuste vs. Enfoque Polivalente	42
Cuadro 3. Cuadro de Pareto para las Categorías de análisis – Modelo Pedagógico del Sena Vs. Estrategia Metodológica	81

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema general de la Productiva	90
Figura 2. Comparación de rendimientos.	87
Figura 3. Meta y Resultados con técnicas TPM.	96

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Intervalo de Confianza en las Encuestas	58
Tabla 2. Análisis de Encuestas a Instructores	59
Tabla 3. Análisis de Encuestas a Estudiantes	62
Tabla 4. Promedio Encuestas Instructores y Estudiantes.	65
Tabla 5. Análisis de Encuestas a Personal Administrativo de Mantenimiento	67

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Competencia No. 1	70
Gráfico 2. Competencia No. 2	70
Gráfico 3. Competencia No. 3	72
Gráfico 4. Competencia No. 4	73
Gráfico 5. Competencia No. 5	74
Gráfico 6. Competencia No. 6	75
Gráfico 7. Competencia No. 7	76
Gráfico 8. Competencia No. 8	77
Gráfico 9. Competencia No. 9	78
Gráfico 10. Competencia No. 10	79

LISTA DE ANEXOS

A. ANEXO: FORMA DE ENCUESTA A ESTUDIANTES	104
B. ANEXO: FORMA DE ENCUESTA A EMPLEADOS	105
C. ANEXO: FORMA DE ENCUESTA INSTRUCTORES	106

GLOSARIO

AUTOMATISMO Y CONTROL: sistemas de control de procesos.

COMPUTACIÓN: programas utilitarios aplicados al área.

CONTROL NUMÉRICO POR COMPUTADOR: dispositivo controlado por computador capaz de dirigir mediante órdenes automáticas el posicionamiento y movimiento de una herramienta de corte durante el modelado de una pieza mecánica. Por ejemplo el Torno y la Fresa en los que es posible generar la gran mayoría de las piezas de una industria.

HIDRÁULICA: estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos (líquidos y gases).

MANUFACTURERA: industria de la transformación de materia prima en productos terminados.

MECÁNICA DE FLUIDOS: área de la Mecánica que estudia el movimiento de los fluidos (gases y líquidos) así como las fuerzas que provocan su movimiento.

MECATRÓNICA: es el diseño y manufactura de productos y sistemas que posee una funcionalidad mecánica y un control algorítmico integrado.

METALMECÁNICA: Industria de fabricación de piezas y maquinaria.

METROLOGÍA: estudio de los sistemas de medida, como por ejemplo el calibrador o pie de rey, que es insustituible para medir con precisión elementos pequeños (tornillos, orificios, pequeños objetos, etc.).

NEUMÁTICA: tecnología que permite controlar movimientos y procesos mediante válvulas, cilindros etc. que se mueven gracias a que se inyecta aire a presión en su interior. Emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

OLEOHIDRÁULICA: tecnología que permite controlar movimientos y procesos mediante válvulas, cilindros etc. que se mueven gracias a que se inyecta aceite a presión en su interior, de ahí lo de oleo hidráulica.

RAZONAMIENTO LÓGICO: es el que permite captar la situación o comprenderla a través de la observación de la realidad, o de un dibujo, o un esquema, el funcionamiento de algo o de su comportamiento.

SIDERÚRGICA: técnica del tratamiento del mineral de hierro para obtener diferentes tipos de éste o de sus aleaciones.

TECNOLOGÍA DE MATERIALES: propiedades físicas (como propiedades eléctricas y magnéticas, dilatación y conductividad térmica, etc.), Propiedades mecánica (elasticidad, resistencia, dureza, ductilidad, resistencia a la fatiga), etc. de un material para determinar sus posibles aplicaciones.

TURBOMÁQUINAS: es una máquina cuyo elemento principal es un rotor a través del cual pasa un fluido de forma continua, como pueden ser los ventiladores, las bombas centrífugas, turbinas hidráulicas, turbinas de vapor, entre otras.

RESUMEN

El Trabajo de grado que se presenta a continuación describe la aplicación de una estrategia metodológica innovadora que favorece el aprendizaje de las Competencias Básicas y el desarrollo de Competencias Transversales, como son, Aprendizaje a lo largo de la vida, Iniciativa personal, Competencia digital, Capacidad para apreciar la actualización en un entorno cada vez más sistematizado, Capacidad para valorar el trabajo bien hecho y con rigor y Fomentar el diagnóstico de necesidades y soluciones en el medio industrial.

Los resultados de la investigación confirman que el aprendizaje de las competencias mencionadas, los estudiantes las alcanzan de forma más comprensiva a través de la utilización de las estrategias metodológicas interactivas. El análisis realizado plantea la necesidad de actualizar y adaptar las metodologías docentes y las técnicas prácticas que nos permitan ser un referente internacional de la calidad de la enseñanza impartida, es decir, construir la Tecnología en Mantenimiento de Mecánica Industrial y aumentar su capacidad de competitividad.

El carácter innovador radica en que los estudiantes a través de la estrategia propuesta serán capaces de desarrollar la capacidad de formar su propia auto-evaluación y de sus percepciones, relacionadas con el aprendizaje de las competencias señaladas. Y la propuesta conlleva a esto porque parte de un enfoque científico, donde la observación de los fenómenos por parte del estudiante, y posteriormente el graduado, lo llevan a adquirir conciencia cualitativa y cuantitativa de su desempeño.

 UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE	
Código:	Versión: 01	
Fecha de Aprobación:	Página 18 de 110	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Libre de Colombia
Título del documento	Análisis metodológico del desarrollo de las competencias laborales en los estudiantes del programa Tecnología en Mantenimiento de Mecánica Industrial del SENA - Zona sur de Bogotá D.C
Autor(es)	Guillott Carmona, Tulio
Director	Dra. Myriam Moreno de Morales
Publicación	Bogotá, D. C., Universidad Libre de Colombia. 2014. 82 p
Unidad Patrocinante	Sena Centro sur de Bogotá
Palabras Claves	Enseñanza de Mantenimiento de Mecánica Industrial con énfasis en fortalecimiento de Competencias Laborales

2. Descripción
<p>En el trabajo que se presenta a continuación, el autor expone la aplicación de un análisis metodológico del desarrollo de las competencias laborales implementadas en el programa de Tecnología en Mantenimiento de Mecánica Industrial del SENA - Zona sur de Bogotá D.C , con el fin de mirar a fondo los componentes que se deben mejorar para generar y brindar un complemento formativo a los graduados, en un entorno cada vez más sistematizado, que finalmente, tienen que ver con la capacidad para valorar el trabajo bien hecho, con rigor, y fomentar el diagnóstico de necesidades y soluciones en el medio industrial.</p> <p>Los resultados de la investigación confirman que con el aprendizaje de las competencias mencionadas, los estudiantes las alcanzan de forma más comprensiva, a través de la utilización de esta estrategia metodológica, ya que prima el enfoque de interacción hombre-máquina.</p> <p>El carácter innovador de este trabajo radica en que los estudiantes a través de las estrategia propuesta desarrollarán la capacidad de formar su propia auto-evaluación y de sus percepciones, relacionadas con el aprendizaje de las competencias señaladas.</p>

3. Fuentes
<p>En la construcción se utilizan fuentes bibliográficas que tienen relación con los modelos de aprendizaje en el área específica, a través del desenvolvimiento histórico del mantenimiento como disciplina y ocupación. Asimismo, los instrumentos de recolección de la información, como son las encuestas y las observaciones directas al entorno del Sena – Centro Sur de Bogotá.</p> <p>Entre otros referentes consultados, de gran interés que se citan, se tienen: BEZ, ZULEMA. "Innovación tecnológica y requerimientos de calificaciones de los técnicos. Un estudio de caso". Buenos Aires, FLACSO, 1987.</p>

COLCIENCIAS. Sistema Nacional de Innovación. Nuevos escenarios de la competitividad; Ciencia y Sociedad. 1998.
 DIDRIKSSON, AXEL. ¿Modernización en la ciencia y tecnología? México. El Financiero, 30 de marzo. pag.55. 1994.
 GÓMEZ CAMPO, VÍCTOR MANUEL. "Las modalidades de formación técnica y tecnológica: Una propuesta de reforma". En: Revista de ICFES. Bogotá, 1990, N° 1.
 REY, FRANCISCO. Hacia la excelencia en mantenimiento. Madrid: TGP Hoshin, 1996.

4. Contenidos

Con el objetivo de exponer un análisis metodológico para el desarrollo de las competencias laborales en los estudiantes de Mantenimiento de Mecánica Industrial, la investigación inició desde la observación directa al desarrollo curricular, pasando por una serie de entrevistas y encuestas a personal docente, administrativo y estudiantil sobre los diferentes tópicos de la instrucción y la infraestructura, hasta llegar a una etapa deliberativa en la que se planteó lo que se expone a lo largo del trabajo, en los términos de una estrategia concreta y viable.
 Éstos marcos referenciales obedecen al marco teórico de las competencias y la didáctica en torno al programa, a la formulación del problema y el diagnóstico y finalmente, a la descripción de la propuesta para un mejoramiento continuo y en aras a la realidad empresarial vivida en la actualidad.

5. Metodología

Es una investigación con enfoque cuantitativo cualitativo, aunque se utiliza lo cuantitativo en el análisis de resultados. El tipo de investigación es descriptiva, la población se relaciona con los aprendices del programa de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial, donde la muestra es el número de personas tenidas en cuenta. Se analizaron los resultados de una encuesta aplicada a aprendices del programa, e instructores y a personal del área administrativa. Asimismo, se describen, analizan y comparan los resultados de los instrumentos de recolección de información.

6. Conclusiones

Al concluir este trabajo se determinó que la favorabilidad del manejo dado al programa de mantenimiento de SENA sede centro sur de Bogotá para el área de ingeniería industrial es aceptable más no excelente. Lo anterior presenta falencias en materia de logística para un buen mantenimiento en aras de la propuesta de innovación, y con un plan de mejora MPTy la productiva (estrategias, personas, procesos y tecnificación) las competencias laborales están abocadas a fortalecerse en estrategias pedagógicas, encaminadas a convertir a los aprendices en una aplicación de gestión de eficiencia y eficacia; no solo con habilidades técnicas y funcionales, sino también como aprendices más capacitados para solucionar problemas presentes en el área laboral y empresarial de mantenimiento.
 Es de importancia, relacionar el papel de la automatización como una mejora de los procesos de mantenimiento enmarcado en las estrategias con MPT reestructurado; pues, hoy al hablar de la competitividad y las ventajas comparativas, debe de mejorar las competencias para estar vigente con el componente tecnológico de innovación.

Elaborado por:	Tulio Guillott Carmona
Revisado por:	Dra. Myriam Moreno de Morales

Fecha de elaboración del Resumen:	08	julio	2014
--	----	-------	------

INTRODUCCIÓN

La identificación de todas las posibles fallas en una instalación industrial y la determinación de estrategias de mantenimiento para enfrentarlas y posteriormente incorporarlas o implantarlas a los programas de mantenimiento que puede demandar una gran cantidad de recursos. En este Trabajo de grado se presentan los resultados de una investigación descriptiva que logra mediante un análisis, por un lado, desarrollar las competencias del recurso humano que más adelante se dedicará a esta labor, y por otro, hacer una implantación gradual de la estrategia al programa de Mantenimiento de Mecánica Industrial, empleando el criterios de priorización y sensibilización sobre el recurso humano en formación, los mecanismos de falla que ofrezcan mayor beneficio en la reducción del riesgo y mayor vida útil como productividad a los equipos y herramientas de una empresa industrial.

Así, pues, para el diseño del aplicativo de las competencias se ha tenido en cuenta: la experiencia de los instructores en la enseñanza que viene acumulada de años anteriores, una revisión de experiencias internacionales y se revisa pormenorizadamente el sistema de aprendizaje al interior del SENA complejo Sur con recursos propios, con apoyo de funcionarios e instructores contratistas del SENA. Como resultado del trabajo de campo y sustentar el problema de la investigación, se aplicaron encuestas a instructores, estudiantes y personal administrativo de las diez competencias laborales, que mide el estado de desarrollo requerido para el buen desempeño de un ex alumno del programa de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial.

Posteriormente, de la interpretación de resultados de las percepciones, inquietudes y actitudes del grupo involucrado, se propone la estrategia metodológica en el manejo de las competencias de los aprendices para

complementar la experticia, como parte fundamental a fin de incrementar la efectividad de la productividad e incursionar en el mercado. De esta manera, para el efecto de investigación las competencias laborales se convierten en las categorías de análisis, ya que son el hilo conductor para todo el proceso; y es a partir de la identificación de las competencias y a la luz de éstas desde donde se revisa el plan curricular, y desde allí se prevé la propuesta metodológica.

Ahora bien: si se ajusta el programa de mantenimiento de la tecnología de mecánica industrial, no hay el menor indicio de rechazo a los practicantes por parte de la clase empresarial, y mejorará notablemente la aceptación de los mismos de acuerdo a sus intereses. Razón suficiente del por qué, una investigación dentro del diseño curricular del programa correspondiente impartido por el Sena, en gran medida corresponde con la necesidad de llenar un vacío dentro de los requerimientos del sector productivo, máxime, si se tiene presente que la investigación descriptiva, con apoyo instrumental en la encuesta, versa sobre realidades de hecho y presenta una interpretación correcta.

Ciertamente, como advierte Ander - Egg (1977: 40), los estudios descriptivos contemplados en esta tesis se presentan y desarrollan a tono con “los niveles y pasos que se deben seguir en la técnica”, puesto que permite elaborar un marco de estudio, a partir del cual se dedujo la problemática y formuló el diagnóstico, “con el fin de conocer carencias esenciales y sugerir una estrategia posterior”, la cual es un aporte válido, pues en las encuestas se ha analizado la situación, y como se esperaba, el instrumento realmente mide la variable que se propuso medir¹. Adicionalmente, se tomaron en cuenta las recomendaciones de los expertos en la materia para cambiar ciertos patrones y llevar a cabo la estrategia directamente en el lugar donde se experimentan, es decir, en la sede del SENA, complejo Sur.

¹ HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA. Metodología de la Investigación. McGraw-Hill, Buenos aires, 2003. Página 243.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La situación problema radica en que los significados de “El aprendizaje por experiencia en situaciones concretas de trabajo”² no están en concordancia muchas veces con las exigencias del entorno tecnológico del mercado laboral y los estudiantes se ven ante exigencias de desempeño en las empresas donde la experticia cuenta para dar solución a los problemas que se presentan en los procesos productivos.

En este sentido, surgen dificultades en las líneas de modelos de producción donde se necesitan adaptaciones técnicas específicas; y aunque están identificadas las competencias que se deben desarrollar, la estructura curricular rígida pasa por alto estrategias metodológicas que acerquen a los contextos reales a los estudiantes.

Es por ello que ésta investigación requiere analizar las diferentes competencias implementadas en el programa de Tecnología en Mantenimiento de Mecánica Industrial del SENA, con el fin de pensar en una nueva estrategia que afiance el conocimiento de los estudiantes brindar allí las herramientas básicas y esenciales para el buen desempeño laboral y productivo de los mismos.

A continuación, en la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados de las encuestas realizadas a los dos únicos grupo que tienen injerencia en la tecnología de mantenimiento del Sena: (instructores del programa y estudiantes), logrando así consolidando los porcentajes y haciendo un análisis en conjunto de los mismos:

Cantidad de instructores encuestados: 9 Instructores

Cantidad de estudiantes encuestados: 37 Estudiantes

² DUCCI, M. (1997): El enfoque de competencia laboral en la perspectiva internacional. En: Formación basada en competencia laboral, Cinterfor/OIT,

Cuadro 1. Resultados y hallazgos de las encuestas.

COMPETENCIA	RESULTADOS CONSOLIDADOS
<p>N01. Requerimientos necesarios para el desarrollo de actividades de órdenes de trabajo a plan de mantenimiento</p>	<p>Para esta competencia la calificación en promedio más alta fue la de Buena con un 70% en promedio entre estudiantes y docentes. Aunque también hubo un 12.5% que calificaron la competencia como Regular, pero los porcentajes de Deficiente y Mala no superaron el 20% en su totalidad. Por lo tanto la competencia No1 es indicada tanto para los instructores como para los estudiantes en general.</p>
<p>N02. Corregir fallas y averías mecánicas de los bienes mediante actividades estratégicas de la empresa.</p>	<p>En la competencia No2 se evidenció una alta aceptación por parte de los instructores y estudiantes del programa, alcanzando entre sí el 70% para la calificación de Bueno. La percepción de Regular sumó el 12% y tan solo el 5.5% para Deficiente y el 8.5% para Mala, mostrando una aprobación de más de la mitad.</p>
<p>N03. Organizar las actividades del área de mantenimiento asignando responsabilidades de acuerdo a las políticas de la empresa.</p>	<p>Aunque en esta competencia también se presenta en su mayoría una calificación Buena con el 72%, los resultados para Regular fueron del 8.5% y para Deficiente del 15.5%, evidenciando una inconformidad por gran parte de los encuestados. Los resultados de la calificación Mala no superaron el 5%.</p>
<p>N04. Predecir fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o</p>	<p>Para esta competencia la calificación Mala tuvo por el contrario a las otras competencias una calificación relativamente alta con un 14%. Sin embargo, se siguió presentado una favorabilidad para la</p>

normas internacionales	calificación Buena con un 73.5%, Regular del 11% y Deficiente con un 8.5%, concluyendo así que la diferencia entre las calificaciones negativas no es tan amplia.
N05. Controlar actividades de mantenimiento ejecutadas, frente a planes establecidos por el fabricante o normas internacionales.	En la competencia No5 la aceptación suma el 74% entre los instructores y los estudiantes, evidenciando una aceptación en su mayoría al igual que las anteriores competencias. Regular es la segunda opción más votada con un 9% y entre los resultados de Deficiente y Mala suman el 9% restante.
N06. Establecer actividad de técnica de mantenimiento de acuerdo a las políticas de la empresa.	El 70.5% de los encuestados coinciden en que esta competencia es Buena para el Programa tecnológico; en tanto, el 13% afirman que la competencia es Regular, el 9% opinan que es deficiente y solo el 5% de los encuestados coinciden en que es Mala.
N07. Mejorar un bien o proceso mediante la modificación de un parámetro.	Nuevamente la puntuación más alta radica en que es Buena con un 72.5%, Regular sigue estando en el segundo lugar aunque con un porcentaje bajo del 13%. La respuesta deficiente es del 9% y para reafirmar el favoritismo de Buena, la calificación Mala sigue estando en un promedio de 5.5% entre los encuestados.
N08. Orientar el talento humano hacia la consecución de los planes de mantenimiento de acuerdo a responsabilidades asignadas	Para la competencia No8 las personas se inclinan en su mayoría a que es Buena con un 72.5% en promedio, el 14% es dirigido a la calificación de Regular, y sigue estando en tercer lugar la opción Deficiente con un 8.5% que evidencia que a pesar de los resultados positivos en la calificación Buena, todavía se presentan falencias en gran parte de las competencias del programa. Mala sigue siendo la votación

	menor, en este caso con un 5%.			
N09.Planeamiento, organización, dirección y control de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial.	En la competencia No9 el 72.5% de los encuestados afirman que es Buena, el 14% que es Regular, el 8.5% que es Deficiente y no cumple con las expectativas del programas, y el 5% apunta a que la competencia es Mala. Los promedios siguen estando equilibrados con las demás competencias.			
N010. Planeamiento y mejoramiento de instalaciones mecánicas	En la competencia No10 se presentó una variación con respecto a las anteriores competencias, ya que menos de la mitad de los encuestados opinan que las instalaciones son restauradas y mejoradas para el programa, esto con un 45%, el 16% de las personas encuestadas coinciden que la competencia es Regular, dando a conocer la inconformidad con la competencia. El 9% aseguran que es Deficiente esta competencia y el 5% que es Mala. Lo anterior se puede deducir en un equilibrio entre las opiniones negativas frente a esta competencia y una variación de la percepción positiva o Buena frente a las demás competencias.			
TOTAL PROMEDIO ARITMETICO	BUENA	REGULAR	DEFICIENTE	MALA
	69.95%	12.50%	9.65%	6.9%

PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Cuál es el estado del desarrollo de las competencias laborales en los estudiantes del programa Tecnología en Mantenimiento de Mecánica Industrial del SENA - Zona sur de Bogotá D.C?

Desde esta perspectiva, el proyecto tiene tres fases:

1. Identificación de competencias.
2. Identificación de metodologías que las desarrollen
3. Medición del impacto de la metodología propuesta.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar desarrollo de las competencias laborales en los estudiantes del programa Tecnología en Mantenimiento de Mecánica Industrial del SENA - Zona sur de Bogotá D.C

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar el estado actual de favorabilidad de las estrategias implementadas en el programa, verificando el cumplimiento y desarrolla óptimo de las competencias.
2. Mejorarla estrategia de mantenimiento productivo total, especificando las diferentes fases y componentes que la integran.
3. Resaltar los componentes de actitud que se adquieren en el transcurso de la aplicación de las competencias del programa.
4. Conocer las herramientas adecuadas utilizadas en mantenimiento.
5. Definir la estrategia de mantenimiento productivo total, especificando las diferentes fases y componentes que la integran.

6. Resaltar los componentes de actitud que se adquieren en el transcurso de la aplicación de las competencias del programa.

DISEÑO METODOLÓGICO

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo, aunque se tiene en cuenta el método cuantitativo en el análisis de resultados y la construcción de las conclusiones.

EL TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Ésta investigación es de tipo descriptiva, ya que divide el tema en sus principales partes y a su vez señalan los aspectos más relevantes de cada uno.

GRUPO POBLACIONAL:

Estudiantes del programa de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial, docentes y personal administrativo.

FUENTES DE INFORMACIÓN:

Para el desarrollo de esta investigación se toma como referencia documentos investigativos e institucionales de carácter educativo: Documentos del MEN relacionados con política pública de articulación y formación para trabajo y el

desarrollo humano, documentos SENA relacionados con el cumplimiento de la misión institucional y estrategias de enseñanza técnica y tecnológica.

1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Desde el año de 1985 el Ministerio de Educación Nacional y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), iniciaron la apertura al proceso de articulación y unión de la educación avanzada o superior con la educación media en las principales ciudades de Colombia. Lo anterior se encuentra estipulado en la ley 55 artículo 16, el cual dice: Sin perjuicio de las funciones que actualmente le asigna la Ley, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, adelantará programas de capacitación para el trabajo y de formación técnica y artesanal, así como campañas de extensión agrícola. Igualmente asumirá la financiación total o parcial de escuelas industriales o institutos técnicos industriales, colegios e institutos técnicos o escuelas vocacionales agrícolas y programas de sistematización y telemática. (Ley55/85, p.2).

Ya para el año de 1994, se crea la Ley 119 por la cual se reestructura el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, donde en el artículo 4º se le asigna funciones relacionadas con la articulación de la educación Media, numeral 13 “Asesorar al Ministerio de Educación Nacional en el diseño de los programas de educación media técnica, para articularlos con la formación profesional integral”.

Colombia al igual que muchos países de Latinoamérica ha tenido una metodología educativa, basada en la formación básica a temprana edad, poniendo a los estudiantes en un papel productivo más bajo, ya que al salir de la educación media muchos todavía no tiene claro a qué camino profesional se quieren dirigir. La formación técnica y tecnología que el SENA ha implementado en los últimos

años para jóvenes bachilleres ha hecho que éste nuevo método de enseñanza sea el más escogido por los empresarios y por la industrias en Colombia.

Según (MEN, 2013, p.8,), el sistema educativo Colombiano maneja el ciclo educativo obligatorio de la siguiente manera: un año de preescolar, 5 de primaria y 4 de básica secundaria. Esto quiere decir que solo son diez años de preparación y aprendizaje, donde los alumnos en su mayoría, no tienen las bases suficientes para adecuarse al ámbito laboral y productivo. (MEN, 2013, p.8,).

En Colombia se le llama “revolución educativa”, a una serie de propuestas por parte del Estado en conjunto con el Ministerio de Educación Nacional, para transformar y direccionar la educación a la “formación del capital humano”. Lo anterior también viene expuesto en la Constitución de 1991 y sustentado con el “Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 prosperidad para todos”, el cual busca promover la educación con oportunidades igualitarias.³

Es así como la educación media técnica en Colombia se consolida para preparar a los estudiantes para el desempeño laboral en uno de los sectores de la producción y de los servicios, y para la continuación en la educación superior. Sus principales especialidades son como: agropecuaria, comercio, finanzas, administración, ecología, medio ambiente, industria, informática, minería, salud, recreación, turismo, deporte y las demás que requiera el sector productivo y las empresas del interior y el exterior del país.

De acuerdo con la (Ley 115 de 1994 Ley General de Educación), la formación para estos estudiantes debe ser teórica y práctica, con lo más avanzado de la ciencia y de la técnica, para que el estudiante esté en capacidad de adaptarse a las nuevas tecnologías y al avance de la ciencia. Las especialidades que ofrezcan

³ Constitución Política de Colombia, artículo 67

los distintos establecimientos educativos, deben corresponder a las necesidades regionales. (Ley 115 de 1994 Ley General de Educación).

Para PINILLA PACHECO, P. A. (2011), el sector educativo se ha convertido el aprendizaje, la formación y/o la educación no formal y la informal en educación para el trabajo y el desarrollo humano, y se amplió las competencias de las IES de formación técnica profesional y tecnológica, incluido el SENA, para permitir y ofrecer programas de formación profesional. Así mismo la educación técnica y tecnología ha hecho que en los últimos diez años se piense en nuevas políticas y normativas para sistematizar y unir la organización de la educación y el tema de protección social y beneficios para los estudiantes quienes a su vez empiezan a ser empleados en corto tiempo. PINILLA PACHECO, P. A. (2011).

MATRIZ DE ANTECEDENTES:

TITULO	Descripción de la manera de fortalecer la estrategia del programa de articulación del Sena con las instituciones de educación media francisco José Lloreda Mera de carácter oficial, ubicada en el corregimiento del saladito de la ciudad Santiago de Cali y Fray Luis amigó, de carácter privado ubicada en la ciudad de Palmira.
AUTOR- UNIVERSIDAD AÑO	Bermúdez Pedro, Londoño Parra Amanda, Mera Milton, John Torres Ríos.

	Universidad de San Buenaventura Cali (2014).
OBJETIVO GENERAL	Describir la manera de fortalecer la estrategia que se aplica al programa de articulación del SENA con las Instituciones de educación Media Francisco José Lloreda Mera de carácter oficial, ubicada en el corregimiento de la Saladito ciudad Santiago de Cali y el Instituto Técnico Industrial Fray Luis Amigó de carácter privado, ubicada en la ciudad de Palmira.
BIBLIOGRAFIA	Bermúdez Pedro, Londoño Parra Amanda, Mera Milton, John Torres Ríos. Trabajo de grado para optar el título de magister en alta dirección de servicios educativos Universidad de San Buenaventura Cali (2014).
PROPUESTA	Mostrar las estrategias implementadas en el SENA para contribuir al fortalecimiento de los conocimientos técnicos en estudiantes de educación media de la ciudad de Cali.
CONCLUSIONES	El sistema educativo debe establecer los mecanismos que dinamicen la cadena de formación para que permita la movilidad educativa, ya que no se tiene un sistema de reconocimiento

	formal, flexible y práctico de los aprendizajes previos.
--	--

TITULO	Educación técnica y tecnológica en Colombia.
AUTOR- UNIVERSIDAD AÑO	Campo, Víctor Manuel – Universidad Javeriana. (2003).
OBJETIVO GENERAL	Analizar las falencias y los problemas que tiene la educación en Colombia.
BIBLIOGRAFIA	Gómez Campo, Víctor Manuel. Educación técnica y tecnológica en Colombia. <u>Revista Javeriana</u> , ISSN 0120-3088, <u>Nº. 694, 2003</u> , págs. 28-35
PROPUESTA	Tema de opinión, dirigido a plantear nuevas formas para educar a la población juvenil de Colombia.
CONCLUSIONES	En Colombia se encuentra una escasa cobertura del conocimiento, alta inequidad social en el acceso a oportunidades educativas, alta concentración de oferta y matrícula en unas pocas áreas del conocimiento, y escasa modernización y diversificación de áreas de formación y de modalidades de aprendizaje, son entonces algunos de los principales problemas que limitan significativamente la pertinencia social y

	económica de la educación superior colombiana.
--	--

TITULO	El fin de la educación y la deificación de la formación de capital humano formación de capital humano
AUTOR- UNIVERSIDAD AÑO	Pinilla Pacheco, Pedro Antonio.(2011)
OBJETIVO GENERAL	Mirar la transformación de la educación a un carácter netamente productivo, buscando únicamente ánimo de lucro.
BIBLIOGRAFIA	Pinilla Pacheco, Pedro Antonio. El fin de la educación y la deificación de la formación de capital humano, julio 11 de 2011, Sin ánimo de lucro: comienzo de una reforma educativa impostergable, septiembre 1 de 2011. El Observatorio de la Universidad Colombiana
PROPUESTA	Reconocer que las relaciones de la educación con los sectores productivos, de comercio y de servicios no constituyen una novedad en el país; ellas se vienen construyendo sistemáticamente y de manera gradual aunque, es de reconocerlo, demandan mayor compromiso de los diferentes actores, incluido el Estado.
CONCLUSIONES	En modo de conclusión se puede afirmar que, más allá de las buenas

	<p>intenciones que podría tener el Ministerio de Educación Nacional para validar la presencia del Sistema de Formación de Capital Humano, lo que se propone es la consolidación de un cambio radical del modelo educativo de base constitucional</p>
--	--

2. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

La evolución histórica del mantenimiento de la mecánica industrial muestra que en sus inicios, la directriz en su desempeño se basaba en evitar las averías, y por ende, sin disponer de ningún aparato de medición para la fiabilidad de las máquinas y herramientas, el aprendizaje de esta técnica no iba más allá de la labor de extracción y sustitución de piezas. Un asunto de costos que da como resultado, en años más recientes, la aparición de nuevos enfoques de desempeño y competitividad, con profesionales aptos para integrar las competencias de un experto del mantenimiento, con los requerimientos y objetivos del área de producción; comprensivos del impacto de sus actividades en los resultados de la empresa y proveídos de las competencias para trabajar en equipo, comunicarse fluidamente, con precisión y ser comprometidos en su trabajo.

Ostensiblemente, a finales del siglo XVIII y comienzo del XIX durante la revolución industrial con las primeras máquinas se iniciaron los trabajos de reparación y de igual manera los conceptos de competitividad, y de la misma manera empezó a tenerse en cuenta los términos de fallas paradas en la producción. Tanta fue la necesidad de empezar a controlar estas fallas que hacia los años 20 ya empezaron a aparecer las primeras estadísticas sobre tasas de falla en motores y

equipo de aviación. Con el advenimiento de la primera guerra mundial y de la implementación de una producción en serie, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción por lo que comenzaron a sentir la necesidad de crear equipo que pudieran efectuar el mantenimiento de las máquinas de la línea de producción en el menor tiempo posible.

Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento hoy conocido como "Mantenimiento Correctivo". Sin embargo, hasta 1950, dentro del concepto de mantenimiento y las competencias, aún se seguían las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos. Aunque, sólo a partir de 1966 con el fortalecimiento de las asociaciones nacionales de mantenimiento creadas a final del periodo anterior, dada la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la ingeniería de mantenimiento pasa a desarrollar criterios de predicción de fallas, visualizando así la optimización de la actuación del equipo de ejecución del mantenimiento. Por ende, la formación de capital humano con estas características empieza a ser clave⁴.

Mucho más, desde que en 1971 el mantenimiento evolucionó hacia el concepto de TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total). Un momento en el que a la par que se produce una mejora sustancial en la productividad de las industrias junto con una progresiva cercanía entre la operación de una maquinaria y su mantenimiento, también se asignaron más altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta. El cambio fue profundo y se generó el término "Ingeniería de la Planta" en vez de "Mantenimiento", pues las tareas a realizar incluían un más alto nivel de

⁴<http://es.slideshare.net/CarlosAlbertoZiga/etapas-del-mantenimiento>.

conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.

Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas de destrezas alternativas en aras de la mayor efectividad. De hecho, el concepto de mejoramiento continuo y optimización de las competencias de los técnicos, cuya filosofía va enfocada hacia el propósito de transformar la actitud de todos los miembros de la comunidad industrial, todas las clases y niveles de trabajadores, operadores, supervisores, ingenieros, administradores, quedan inscriptos dentro del "TPM", como el antecedente de una estrategia contundente, pues genera beneficios para todos involucrados al ahondar en el hecho de formar a verdaderos responsables de la conservación del equipo, el cual se vuelve más productivo, seguro y fácil de operar.

2.1 MARCO LEGAL DE LA EDUCACIÓN TÉCNICA Y TECNOLÓGICA EN COLOMBIA

La Ley 115 de 1994, artículo 4, define los siguientes factores que favorecen la calidad y el mejoramiento de la educación: "cualificación y formación de los educadores, la promoción docente, los recursos y métodos educativos, la innovación e investigación educativa, la orientación educativa y profesional, la inspección y evaluación del proceso educativo"-Ley 115 de Febrero 8 de 1994, artículo 4.

La educación superior en Colombia es reglamentada por la Ley 30 de 1992 que define el carácter y autonomía de las Instituciones de Educación Superior -IES-, el objeto de los programas académicos y los procedimientos de fomento, inspección y vigilancia de la enseñanza.

Por otra parte, el Gobierno del presidente Juan Manuel Santos adoptó el Plan sectorial de educación 2011-2014, el cual fija la política “Educación de calidad el camino para la prosperidad” y define que una educación de calidad es aquella que forma mejores seres humanos, ciudadanos con valores éticos, respetuosos de lo público, que ejercen los derechos humanos y conviven en paz. Que sea una educación competitiva y contribuya a cerrar las brechas de la inequidad (Política Educativa 2011- 2014-Plan sectorial de educación 2011-2014).

Si se habla de calidad educativa, el Decreto 2566 de 2003 reglamenta las condiciones de calidad y demás requisitos para el ofrecimiento y desarrollo de programas académicos de educación superior, norma que fue derogada con la Ley 1188 de 2008 que estableció de forma obligatoria las condiciones de calidad para obtener el registro calificado de un programa académico, para lo cual las Instituciones de Educación Superior, además de demostrar el cumplimiento de condiciones de calidad de los programas, deben demostrar ciertas condiciones de calidad de carácter institucional.

A su vez, la educación superior se apoya en la Ley 749 de 2002 que organiza el servicio público de la educación superior en las modalidades de formación técnica profesional y tecnológica, ampliando así la definición de las instituciones técnicas y tecnológicas, y haciendo énfasis en lo que respecta a los ciclos propedéuticos de formación, estableciendo la posibilidad de transferencia de los estudiantes y de articulación con la media técnica. Lo anterior dando paso a la formación complementaria técnica y tecnología sin tener que frenar el trascurso del programa académico después de la graduación de bachillerado o educación media.

2.2 APRENDIZAJE DE LAS CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

En términos teóricos, la competencia laboral es la construcción social de aprendizajes significativos y útiles para el desempeño productivo en una situación real de trabajo que se obtiene no sólo a través de la instrucción, sino también y en gran medida mediante el aprendizaje por experiencia en situaciones concretas de trabajo. Este concepto, aplicado a las Instituciones técnicas y tecnológicas hace referencia a un atributo del servicio público de la educación en general y, en particular, al modo como ese servicio se presta, según el tipo de institución de que se trate⁵.

Las competencias, así entendidas, suponen el esfuerzo continuo de las instituciones técnicas y tecnológicas para cumplir en forma responsable con las exigencias propias de cada una de sus funciones y estar en sintonía con las necesidades del país, y en un ejercicio completo de mejora, debe existir la posibilidad de mejoramiento continuo mediante la acción de la certificación por entes avalados por el gobierno nacional tales como: Icontec, Bureau Veritas, SGS Colombia S.A., BVQI Colombia Ltda., International Certification and Training S.A.,(IC & T), Cotecna Certificadora ServicesLtda, y la Corporación Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIDET).

2.2.1 Los Tipos de Formación en Mantenimiento de Mecánica Industrial. Básicamente, todas las competencias desarrolladas por las modernas escuelas e instituciones de mantenimiento, parten del hecho, según el cual, en general, el técnico del futuro deberá estar dispuesto a estudiar permanentemente y a tener conocimientos y experiencias prácticas complementarias no estrictamente vinculadas con su "formación básica". Es decir, se enseñan los rudimentos y fundamentación, pero se presupone la autonomía del educando. No obstante, en muchos casos, el empleo de técnicos dependerá de la firmeza con que los países

⁵BOLÍVAR, C. Más allá de la formación: El desarrollo de competencias. Versión digital en pdf, 2002.

se propongan recrear o crear su infraestructura tecnológica y organizativa, a fin de plasmar una producción especializada y con mayor grado de integración.

Un ámbito de impactos sobre este sistema se da necesariamente, en cuanto se refiere a la ubicación que los individuos van teniendo dentro del mundo laboral. En tal sentido, uno de los determinantes más significativos de dicho proceso -que se acentúa en los países que están experimentando modernizaciones y cambios tecnológicos importantes en su estructura productiva- se relaciona con la incorporación de tecnología moderna en los procesos productivos⁶. El aprendizaje de competencias específicas, cuyos fundamentos científicos y tecnológicos no sean explicitados, resulta un simple adiestramiento, y el puro adiestramiento no configura un aprendizaje real. Los técnicos que están sólo adiestrados, pierden rápidamente su "calificación profesional" y generalmente son incapaces de acompañar los procesos de cambio operados en la estructura productiva, lo que genera desajustes de orden personal, social y económico.

2.2.2 Algunas Consideraciones Curriculares. En este sentido, las competencias que se desarrollan en el modelo de aprendizaje, y como se puede ver del análisis de las competencias en el diagnóstico, al concluir el curso el alumno habrá aprendido a analizar y evaluar la gestión del mantenimiento de una empresa industrial y/o servicios identificando sus fortalezas y debilidades a comprometer sus esfuerzos en la búsqueda de la excelencia del mantenimiento actual con el fin de optimizar sus funciones de manera proactiva asegurando la calidad y seguridad del entorno laboral y la calidad del producto o servicio final.

No obstante, el currículo de esta "especialidad técnica" debería entregar una sólida formación en ciencias básicas y sus derivaciones, que permitiesen

⁶ GÓMEZ CAMPO, Víctor Manuel. *"Educación y empleo en Colombia: Implicaciones para la educación técnica y la formación profesional"*. En: Tendencias en educación y trabajo en América Latina: Resultados de un seminario regional. CIID, Canadá, 1989.

relacionar los fenómenos y procesos con las tecnologías más adecuadas, a fin de maximizar su utilización o aplicación en la obtención de resultados óptimos en la producción de bienes o servicios y en la prestación o mejoramiento de los recursos naturales que -eventualmente y según los casos- pueden ser utilizados en dichos procesos.

Con la innovación tecnológica parecería que los estudiantes requerirán una formación menos profunda en un solo tipo de ocupación (o quizás en un puesto de trabajo). Sin embargo, una formación general que siguiera las tendencias del desarrollo tecnológico permitiría una mejor adecuación a los cambios, y facilitaría su inserción en un proceso productivo en constante evolución. Es imprescindible, por tanto, el empeño en elaborar estrategias que ofrezcan formación técnica rápida y, especialmente, cursos de capacitación y actualización⁷.

Ante todo, se habla de que los programas integren contenidos polivalentes y de índole general, sin pretender hacer de los egresados especialistas en determinados procesos u operaciones. Nuevos enfoques que se evidencien como necesarios a lo largo de la vida, en complemento del auto aprendizaje y de otras formas educativas, irán proveyendo la especialización que cada uno necesite para ubicarse, reubicarse y moverse en la estructura ocupacional⁸.

A pesar de esta circunstancia favorable, la recalificación consecuente -cuando se introducen nuevas máquinas o instrumentos para nuevas ocupaciones de alto nivel intelectual creadas por las nuevas tecnologías- sólo es posible sobre la base de una sólida formación intelectual que permita la abstracción, la conceptualización, el manejo de lenguajes simbólicos, la formación en matemáticas

⁷ GÓMEZ CAMPO, Víctor Manuel. *"Las modalidades de formación técnica y tecnológica: Una propuesta de reforma"*. En: Revista de ICFES. Bogotá, 1990, Nº 1.

⁸ BEZ, Zulema. *"Innovación tecnológica y requerimientos de calificaciones de los técnicos. Un estudio de caso"*. Buenos Aires, FLACSO, 1987.

y en las ciencias básicas pertinentes a cada rama productiva y de una mayor capacidad para el aprendizaje continuo y la recalificación.

En consecuencia, desde este punto de vista resulta conveniente señalar que una formación técnica adecuada a la tecnología de vanguardia no sólo debe ser ajustada puntualmente a las demandas del sector productivo dinámico, sino que debe conducir a una formación básica y científica que posibilite la readaptación posterior del técnico a las necesidades ocupacionales concretas.

En el primer caso, la innovación curricular conlleva implícita la idea de un ajuste puntual a los requerimientos del aparato productivo; en el segundo, se trata de un enfoque formativo-integral que tiende hacia una formación polivalente, es decir, una formación tecnológica de tipo generalista.

Algunas características de ambos enfoques se insertan en el Cuadro que se incluye más adelante.

Cuadro 2. Paralelo de Categorías de análisis – Modalidad de Ajuste vs. Enfoque Polivalente

MODALIDAD DE AJUSTE	MODALIDAD GENERALISTA O INTEGRAL
- asociación unívoca con la estructura productiva	- relación menos estrecha con la estructura productiva
- especialización prematura	- formación polivalente
- escasas posibilidades de movilidad ocupacional	- mayores posibilidades de movilidad ocupacional
- formación en roles ocupacionales específicos	- formación amplia en cada cultura tecnológica
- bajas posibilidades de reconversión y readaptación	- elevadas posibilidades de reconversión y adaptación profesional

- la formación básica ocupa menor lugar que la formación especializada	- mayor importancia de la formación básica en el ámbito escolar
- programas orientados hacia el presente	- programas orientados hacia la previsión del futuro
- el egresado es considerado como un producto "terminado"	- el egresado es un producto "a terminar"
- la educación es una variable dependiente de la economía	- la educación es una variable independiente de la economía
- el individuo está situado en el contexto del mercado	- el individuo está situado en el contexto de la sociedad

En algunos casos existe, no obstante, la posibilidad de que el proceso de trabajo para los técnicos de mantenimiento de los nuevos equipos e instrumentos conlleve trabajos altamente estructurados, repetitivos y simples, que requieren la capacidad de seguir instrucciones preestablecidas. Por lo tanto, disminuyen los trabajos de supervisión directa y se incrementan los trabajos altamente calificados de gestión y control de la producción, de coordinación y formación del personal, debido a la mayor capacidad de control técnico sobre la producción y al mayor énfasis puesto en el control de la calidad por medios computarizados⁹.

Seguramente otras personas habrán de ser capacitadas en una dirección más definida, en profundidad, y con metodologías que desarrollen la imaginación, la percepción y las competencias indispensables para solucionar problemas tecnológicos, adoptando y readaptando tecnología dentro de un proceso de cambio y de educación permanente. Una formación diferente tendría que dirigirse, quizás, a los que posteriormente se desempeñen en niveles ocupacionales de diseño, programación, adaptación y reparación de maquinaria y equipo. Por el momento, el propósito de la educación técnica en Colombia, es enfrentar retos de mejoramiento de competencias en las propuestas curriculares y en los programas

⁹ De **SIMONE**, José A. El Papel de la educación técnico-profesional en el mejoramiento de las capacidades de los trabajadores del sector moderno ante los procesos económicos actuales y los nuevos desarrollos tecnológico. <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie02a04.htm>

de actualización para promover espacios de reflexión, participación e innovación tecnológica con experiencias en investigación tecnológica, teniendo en cuenta el desarrollo programático que permita una formación integral que mejore la calidad de los programas y la participación de los futuros técnicos en procesos educativos.

Tenemos, por ejemplo, la modalidad de ciclos propuesta en la Declaración de Bologna, la cual se ha ido expandiendo en el mundo como consecuencia del surgimiento de las demandas por nuevas competencias que han obligado a generar nuevos programas e instituciones de educación no formal o continuada que trascienden la educación centrada en disciplinas, grados y certificaciones. El crecimiento de esta modalidad de educación ha estado ligado a la amplia disponibilidad de metodologías de aprendizaje tales como los sistemas de aprendizaje abierto, la combinación de estudio y trabajo, la educación a distancia, y otras, que han buscado resolver el problema de la formación profesional universitaria de largo plazo¹⁰.

Por otro lado, teniendo presente que las profesiones y ocupaciones modernas no están divorciadas de los continuos y acelerados cambios científicos, tecnológicos y, sobretodo, laborales, una formación que integre respuestas inmediatas o de corto plazo, a las necesidades que el mundo laboraltecnologizado demanda y a una multiplicidad de contextos ocupacionales de todo tipo, es lo que conduce al quehacer pedagógico del Centro y la formación de Instructores para que diseñen, ajusten y mejoren nuevas políticas renovadas en formación técnica y tecnológica. En efecto, a lo largo de este tiempo de funcionar el Centro Tecnológico del Sur, se ha producido un conjunto de modificaciones en condiciones de funcionamiento de los programas, que reclaman de modificaciones también sustanciales en las formas de organización y gestión de los mismos.

¹⁰Formación por ciclos en la educación superior – serie calidad de la educación superior No. 9 ICFES. Proyecto Tuning ciclos técnicos y tecnológicos

2.3 ENSEÑANZA Y DIDÁCTICA

Se analiza el resultado de aprendizaje del módulo, y se identifica que las competencias que se esperan del estudiante al finalizar el módulo, algunas de ellas son transversales y otras sub módulos. Esto significa que el contenido deberá desarrollarse tomando en cuenta las características propias de cada sub módulo. Se observa, además, que las competencias genéricas sugeridas del módulo están incluidas en la redacción de las competencias profesionales. Esto significa que no deben desarrollarse por separado.

Para su selección se consideraron los atributos de las competencias genéricas que tienen mayor probabilidad de desarrollarse para contribuir a las competencias profesionales, pues las competencias o habilidades genéricas son importantes porque los trabajos hoy requieren la flexibilidad, iniciativa y la habilidad de emprender muchas tareas. Estas no son prescritas, pues al ser definidas como cualidades orientadas al servicio y a la productividad inherente al individuo, los empleados las necesitan para solucionar problemas y tener la capacidad de tratar con procesos no rutinarios. Asimismo, deben también saber tomar decisiones, ser responsables y comunicarse eficazmente.

De hecho, las habilidades en el amplio rango de competencias genéricas, hoy se ha vuelto el principal requisito para el trabajador moderno (Australian Chamber of Commerce and Industry & Business Council of Australia, 2002). Los patrones buscan reclutar y retener a los empleados con estas habilidades; así, programas de educación que dan énfasis a tales habilidades les ofrecen una ventaja comparativa a aprendices en el mercado de trabajo. Los proveedores de educación también están interesados en las habilidades genéricas porque ellos animan a que los aprendices sean más reflexivos y capaces de auto dirigirse. En síntesis, “las competencias genéricas ofrecen de forma prominente y fundamental

el desarrollo de comunidades exitosas, progresivas” (National Centre for Vocational Education Research, 2003).

2.3.1 Lineamientos Metodológicos Especiales. Las competencias disciplinares básicas sugeridas son requisitos para desarrollar las competencias profesionales, por lo cual no se desarrollan explícitamente. Deben ser consideradas en la fase de apertura a través de un diagnóstico, a fin de comprobar si el estudiante las desarrolló en el componente de formación básica, pues las competencias disciplinares son los fundamentos sobre los cuales expresar conocimientos, habilidades y actitudes que consideran los mínimos necesarios de cada campo disciplinar para que los estudiantes se desarrollen de manera eficaz en diferentes contextos y situaciones a lo largo de la vida.

La fase de apertura es diagnóstica porque permite explorar y recuperar los saberes previos e intereses del estudiante, así como los aspectos del contexto relevantes para su formación. Al explicitar estos hallazgos en forma continua, es factible pulir las estrategias didácticas centradas en el aprendizaje, los recursos didácticos y el proceso de evaluación del aprendizaje, entre otros aspectos seleccionados.

La fase de desarrollo permite intervenir, efectivamente, para crear escenarios de aprendizaje y ambientes de colaboración para la construcción y reconstrucción del pensamiento a partir de la realidad y el aprovechamiento de apoyos didácticos, para la apropiación o reforzamiento de conocimientos, habilidades y actitudes, así como para crear situaciones que permitan valorar las competencias profesionales y genéricas del estudiante, en contextos técnicos y de la comunidad.

La fase de cierre y en efecto de ponderación del impacto, propone la elaboración de síntesis, conclusiones y reflexiones argumentativas que, entre otros aspectos,

permiten advertir los avances o resultados del aprendizaje en el estudiante y, con ello, la situación en que se encuentra, con la posibilidad de identificar los factores que promovieron u obstaculizaron su proceso de formación.

2.3.2 El Factor de Categoría de análisis y Calificación del Técnico en Mantenimiento Industrial Avanzado. Los nuevos enfoques en la organización del trabajo, frente a las singularidades del personal de mantenimiento, han traído como consecuencia el surgimiento de escuelas de técnicos más proclives a interiorizar nuevas tecnologías, a ser más resolutivos, realmente polivalentes y a trabajar de forma autónoma e independiente con más responsabilidad.

En el estudio de José A. de Simone, sobre el “papel de la educación técnico-profesional en el mejoramiento de las capacidades de los trabajadores del sector moderno ante los procesos económicos actuales y los nuevos desarrollos tecnológicos”¹¹ se hace hincapié en que frente al tema de la demanda laboral, muchas veces, pocos postulantes responden al perfil solicitado por las empresas; por ello, una característica cada vez más clara de la demanda es la selectividad, lo cual implica un gran esfuerzo de adaptación por parte de los técnicos y de los profesionales¹².

Las organizaciones productivas buscan, entonces, personal joven con personalidad y agilidad para integrarse a contextos extremadamente dinámicos y competitivos, y que sean capaces a corto plazo de conducir o participar en nuevos proyectos o en parte de ellos; los técnicos que se prefieren son los que

¹¹<http://www.rieoei.org/oeivirt/rie02a04.htm>.

¹²CEPAL. *Transformación productiva con equidad. La tarea prioritaria del desarrollo de América Latina y el Caribe en los años noventa*. Santiago, Chile, 1990.

puedendemostrar algunas experiencias previas, entre las cuales se destacan las correspondientes a grandes empresas (nacionales o transnacionales).

Esencialmente, se produce la búsqueda de perfiles prospectivos, es decir, personas que puedan conducir o colaborar eficazmente en proyectos de crecimiento y/o que contribuyan a crear condiciones óptimas para los mismos. Ciertos valores predominantes tienen que ver con productividad, eficiencia y "desarrollo de negocios"¹³. En consecuencia, se puede adelantar que los perfiles de los técnicos de las empresas del futuro tendrán que reunir algunas o todas las características siguientes:

1. Polivalencia, es decir, capacidad para actuar en diferentes contextos y sectores con alto grado de eficiencia. Estas consideraciones hacen necesario reconocer que el "título académico" de origen pierde relevancia frente al requisito de capacidad de conducción y flexibilidad que cada vez se exige más.
2. Eficiencia, es decir, capacidad para manejarse en espacios muy amplios, y a veces con estructuras pequeñas y con el énfasis puesto en el planeamiento, el presupuesto, los costos y el control.
3. Estrategia, es decir, habilidad para generar/participar en situaciones organizativas estables dentro de un proceso de permanente cambio y transformación.
4. Actualización, es decir, autonomía para el manejo de modernas tecnologías, entre otras las de gestión (comunicaciones y sistemas de información).

¹³ BEZ, Zulema. OP, Cit.

5. Liderazgo, es decir, gran manejo de recursos humanos y habilidad para conducir equipos de trabajo, generando un compromiso de toda la estructura bajo su responsabilidad con los objetivos previstos.

6. Estabilidad, es decir, preparación para transitar por diferentes situaciones, manejando la incertidumbre y los ritmos cambiantes en contextos cada vez más complejos, todo ello sin perder de vista los objetivos deseados.

Un permanente contacto de las instituciones educativas con el mundo laboral y con la comunidad se fundamenta, asimismo, en el convencimiento de que la incorporación de tecnología juega un rol central en el desarrollo económico-social de los países y, por ende, ayuda a mejorar los niveles de la calidad de vida de la población¹⁴. De lo que se deduce que será necesario llevar a cabo una planificación sistemática que pueda aportar a los técnicos la formación imprescindible para actuar en nuevos contextos, y avanzar más y definir/profundizar procesos de articulación estrecha entre las instituciones educativas y las empresas, a fin de formar a los técnicos dentro del marco de esquemas conceptuales que se adapten a los nuevos contextos o situaciones futuras.

2.3.3 Formación de Técnicos para los sectores Modernos. Una estrategia que fue puesta en práctica en algunos países, aunque de manera cautelosa y por lo tanto reducida, consistió en establecer centros de educación técnica de excelencia tecnológica que -como puntas de lanza en la absorción, adaptación y difusión de tecnologías- integrasen la investigación y el desarrollo como elementos permanentes de las funciones de cada institución educativa en áreas tales como metalmecánica, robótica industrial, instrumentación óptica, electrónica, textil,

¹⁴<http://www.rieoei.org/oeivirt/rie02a04.htm>

plásticos, celulosa y papel, fundición, así como en sistemas operacionales para microcomputadoras¹⁵.

La capacidad tecnológica de estos centros de formación debería situarse dentro del marco de la reorientación de las funciones tradicionales de formación de técnicos hacia actividades de investigación y desarrollo tecnológico, mediante convenios y proyectos con universidades, institutos especializados, empresas o asociaciones de sectores productivos, para lograr una práctica continua de investigación y desarrollo tecnológico y de reflexión. De manera que sobre esta práctica fue posible identificar más acertadamente las orientaciones sobre los programas de formación del nuevo tipo de técnico del presente y del futuro.

Por esta vía las tecnologías pueden poner en contacto directo a las empresas con las instituciones de educación técnica, para retroalimentación sobre el empleo y sobre las variaciones en las calificaciones, los puestos de trabajo y las ocupaciones. Pero, adicionalmente, surgen otras formas de contacto con el mundo productivo, a fin de compenetrarse con la realidad económico-tecnológica, las cuales están relacionadas con:

- 1) las acciones de colaboración técnica con las empresas, como mecanismos que ayuden a la retroalimentación del sistema;
- 2) los comités, comisiones o grupos de enlace entre las instituciones educativas y los sectores empresariales y laborales que permitan -entre otras cosas- que la información llegue con fluidez, oportunidad y precisión;
- 3) las discusiones profundas con empresarios, tecnólogos y supervisores de las empresas a nivel sectorial o en establecimientos productivos propiamente tales, a fin de avanzar en un mejor conocimiento de la realidad;

¹⁵ DUCCI, María Angélica. *"La formación profesional en el umbral de los 90. Un estudio de los cambios e innovaciones en las instituciones especializadas de América Latina"*. (2 vol.) Montevideo, CINTERFOR/OIT, 1990.

4) el contacto de instituciones de educación técnica entre sí, así como con instituciones del sector público, con universidades y centros de investigación científico-tecnológica.

Dentro de este marco sintético, resulta evidente que esta dirección para la formación de técnicos ofrece aplicaciones de amplia perspectiva. Habría que lograr consenso sobre la necesidad de que la educación técnica sea capaz de entregar a los estudiantes una amplia base de conocimientos, lo suficientemente maleable como para adaptar sus destrezas a los cambios del mercado de trabajo y a las innovaciones tecnológicas.

Por ello parece imprescindible hacer un esfuerzo por mejorar el desarrollo de capacidades de investigación y desarrollo endógeno, todo ello sobre la base de conocimientos flexibles y adaptables a nuevas circunstancias, sin dar atención preferente sólo a destrezas ocupacionales específicas. Asimismo, el hábito del autoestudio permitirá mantener la vigencia profesional y será un soporte importante para asumir -por ejemplo- cargos de responsabilidad de gestión.

2.4 DESCRIPCIÓN DEL MODELO SENA

De acuerdo con los lineamientos generales, las competencias que desarrolla el Sena Centro sur de Bogotá, en el área de mantenimiento de Mecánica Industrial, están enfocadas para cuidar y restaurar hasta un nivel económico, todos y cada uno, los medios de producción existentes en una planta de la pequeña, mediana y gran industria. A su vez, éstas se definen a grandes rasgos como el conjunto de actividades que deben realizarse sobre instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas (mantenimiento regresivo, reactivo y preventivo), buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Este enfoque basado en la formación por competencias laborales surge con un enorme interés por desarrollar modelos para capacitar a una población, para incorporarla al sector productivo, teniendo en cuenta como es atendida, y conceptualizada. En este caso, cómo los instructores del centro de gestión Industrial, SENA complejo Sur, construyen significados con relación a la formación por competencias laborales tratando de satisfacer la demanda del mundo empresarial con los estudiantes capacitados por el Sena en la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial.

Ahora bien y a pesar del interés de la actividad institucional, tales competencias quedan a medio camino debido a las falencias en cuanto a los conocimientos y profundidad de los egresados, pues como revelan las encuestas y entrevistas, en las empresas no existe una política clara en relación al tema de cuándo realizar el mantenimiento y entre los especializados en mantenimiento metalmecánico no existe una posición estratégica de marchar hacia las empresas, antes de que la falencia ocurra, como una manera de adelantarse a crear una mayor conciencia y sensibilidad de lo que comprende en términos estrictos la labor de mantenimiento.

A su vez, los docentes técnicos deben acondicionar algunas exigencias a la tecnología del mundo empresarial¹⁶, ya que de esta manera la instrucción de la Tecnología en Mecánica Industrial, del SENA complejo Sur, tendrá mayor sentido con relación a la formación por competencias laborales, tratando de satisfacer la demanda del mundo empresarial con estudiantes altamente entrenados para manifestar toda su capacidad ante los cambios y devenires del mercado.

De manera que no resulta ocioso señalar que se requiere una estrategia metodológica en términos prácticos para desarrollar competencias extras que potencien el nivel de logro; sobre todo porque en los procesos productivos

¹⁶ GÓMEZ CAMPO, Víctor Manuel. Op. Cit.

actuales suelen presentarse condiciones inesperadas, tanto en las líneas de producción como en las maquinarias, para cuya solución se necesitan adaptaciones específicas y alternativas técnicas de mayor profundidad.

2.4.1 Descripción de la Tecnología. El plan de estudio tiene una duración de 6 trimestres Académicos con un total de 1.977 horas distribuidas en 20 asignaturas lectivas y prácticas, además de una práctica de introducción al mundo del trabajo de 400 horas.

Actualmente el nivel académico del Centro Tecnológico del SENA, en lo referido a la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial, desarrolla las competencias y se enfoca, básicamente desde un proceso descriptivo de encuestas (anexas), dentro del centro sur por lo cual se tienen en cuenta la competencia comunicativa y las actitudes comportamentales de los encuestados a instructores, estudiantes y personal administrativo que tiene injerencia en la formación tecnológica de Mantenimiento de Mecánica Industrial.

Permite precisar y analizar características específicas, conociendo situaciones reales y de contexto tendiendo a mejorar el pensamiento académico, con una formación integral a los estudiantes donde se identifican características de una situación específica, con un sentido de mejora en la calidad de lo académico.

2.4.2 Categorías de análisis que actualmente se ejecutan. Como resultado del trabajo de campo y sustentar el problema de la investigación, se aplicaron encuestas a instructores, estudiantes y personal administrativo de las diez competencias laborales, que mide el estado de desarrollo requerido para el buen desempeño de un graduado del programa de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial, siendo las siguientes:

N01.Requerimientos necesarios para el desarrollo de actividades de órdenes de trabajo a plan de mantenimiento.

N02.Corregir fallas y averías mecánicas de los bienes mediante actividades estratégicas de la empresa.

N03.Organizar las actividades del área de mantenimiento asignando responsabilidades de acuerdo a las políticas de la empresa.

N04.Predecir fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o normas internacionales.

N05. Controlar actividades de mantenimiento ejecutadas, frente a planes establecidos por el fabricante o normas internacionales.

N06.Establecer actividades tácticas de mantenimiento de acuerdo a las políticas de la empresa.

N07.Mejorar un bien o proceso mediante la modificación de un parámetro.

N08.Orientar el talento humano hacia la consecución de los planes de mantenimiento de acuerdo a responsabilidades asignadas

N09.Planeamiento, organización, dirección y control de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial.

N010. Planeamiento y mejoramiento de instalaciones mecánicas.

2.4.3 Factor de Calificación. Actualmente, el Tecnólogo de Mantenimiento de Mecánica Industrial del SENA, Centro Sur, está en condiciones de desarrollar las siguientes competencias, que son las que están definidas y es sobre estas desde donde se revisa la estructura curricular para determinar el impacto en el desarrollo de las mismas:

- a. Mantener sistemas de máquinas y equipos industriales, de acuerdo con las necesidades de producción y/o especificaciones dadas en el plan de mantenimiento.

- b. Reparar sistemas de máquinas y equipos industriales, de acuerdo con las necesidades de producción y/o especificaciones dadas en el plan de mantenimiento.
- c. Diagnosticar el estado de los sistemas de máquinas y equipos industriales, de acuerdo con las necesidades de producción y/o especificaciones dadas en el plan de mantenimiento.
- d. Administrar el mantenimiento de máquinas y equipos industriales, conforme con las necesidades de la empresa y normas de prevención de riesgos.

2.4.4 Campo Ocupacional. Puede desempeñarse de manera independiente en tareas de diagnóstico, mantenimiento y reparación de máquinas y equipos industriales; además tiene un amplio ámbito de ocupación en empresas relacionadas con este sector industrial, como empresas metalmecánicas, industrias químicas, de alimentos, de papel, importadoras y comercializadoras de maquinaria industrial, accesorios, insumos y repuestos.

Otro importante campo de desempeño está constituido por empresas con maquinaria industrial y procesos en sectores productivos como la minería, construcción, transporte, agropecuario y otros sectores en menor medida. Adicionalmente a los sectores descritos, se encuentran las empresas que están al servicio de éstos y que proveen de mantenimiento externo, inspecciones predictivas o asesorías de mantenimiento.

2.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Cabe anotar que se hacen esfuerzos para satisfacer las necesidades de los empresarios en una situación de competencia por el mercado de servicios tecnológicos y los estudiantes del Sena centro Sur de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial Bogotá, deben someterse continuamente a reentrenamiento de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo. Como se

dijo, los instructores deben acondicionar algunas exigencias a la tecnología del mundo empresarial, pero la poca comprensión de los empresarios y sus desajustes mercantilistas dan como resultado cuellos de botella en algunos procesos productivos, propios de la dinámica empresarial.

2.6 DIAGNÓSTICO

Con base en el anterior panorama, lo que se percibe y se plantea en términos de una estrategia, a continuación, es la estrategia metodológica cuyo fundamento pedagógico se basa en el aprendizaje del tipo de mantenimiento productivo total (TPM), pues este proporciona los elementos innovadores, tanto del mantenimiento predictivo¹⁷, como del mantenimiento proactivo, que brindan al graduado mayor capacidad, al llevarlo a investigar por sí mismo en las causas de las averías.

De hecho, la metodología del TPM enseña a mirar los Gaps, es decir las brechas, aperturas o espacios vacíos comprendidos entre dos puntos de referencia¹⁸; en este caso, los existentes entre la condición Ideal y la situación real en todos los equipos y herramientas de una organización para que sea posible medir la brecha y establecer metas de recuperación, lo que, como veremos, asegurará mayor capacidad al proceso productivo con mínima inversión.

En este sentido, en la investigación relacionada al fondo de las competencias para obtener el factor de calificación, enumeradas antes, se tuvo en cuenta los siguientes aspectos, a saber:

¹⁷ BASTOS TIGRE, Paulo. "Las tendencias internacionales en la electrónica". En La Tercera Revolución Industrial. Carlos Ominami (ed.), RIAL, Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires, 1986.

¹⁸<http://www.mastermagazine.info/termino/5108.php>

1. Los requerimientos necesarios para el desarrollo de órdenes de trabajo más acordes con un plan de mantenimiento.
2. La corrección de fallas y averías mecánicas de los bienes, mediante actividades estratégicas implementadas en las mismas empresas como un plan de cultura de mantenimiento.
3. El orden de priorización de las actividades afines al mantenimiento, afinando a su vez las políticas de las empresas y de lo que ellas entiendan por mantenimiento, con miras a articular a las empresas y a los encargados del servicio en un solo lenguaje de mantenimiento de mecánica industrial.
4. La predicción de fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o las normas internacionales.
5. El control de actividades de mantenimiento en concordancia con planes establecidos por el fabricante o las normas internacionales¹⁹.
6. La mejora de un bien en un proceso que incluye la modificación de un parámetro.
7. La orientación del talento humano hacia la consecución de los planes de mantenimiento de acuerdo a responsabilidades asignadas.
8. La administración del mantenimiento de mecánica industrial, tomando como pilares fundamentales en su realización: la planeación, organización, dirección y el control de los procesos y procedimientos.
9. La competencia de los egresados o los técnicos en mantenimiento, en cuanto a la implementación u optimización de las instalaciones mecánicas de las empresas, pues como se pudo observar, muchas de las empresas no tienen instalaciones debidamente habilitadas para la prestación del servicio.

¹⁹BOUCLY, Francis, Gestión de Mantenimiento, Editorial AENOR, Madrid, 1999 p. 19

2.6.1 Localización del Contexto. El Sena metalmecánico está situado entre la avenida primero de mayo y carrera 30 sur en la ciudad de Bogotá, donde presta servicios a carreras técnicas y tecnológicas del sector productivo empresarial satisfaciendo los requerimientos de oferta y demanda a las necesidades del país.

2.6.2 Población. Se tiene, en primer lugar, que la capacitación técnica en mantenimiento de mecánica industrial está dirigida a estudiantes con formación secundaria, técnica o básica, pertenecientes a una población cuya expectativa consiste en aprender o reforzar sus conocimientos para aplicarlos en las empresas donde son patrocinados. Ostensiblemente, ellos son los primeros incluidos.

Asimismo, están incluidos en la muestra los profesores de las diferentes áreas que conforman el plan de estudios, y desde luego, los directivos del área administrativa, que consideran viable la propuesta y en adelante deben ser sensibilizados en torno a una visión del mantenimiento como una suma de procesos y procedimientos de carácter predictivo y proactivo.

2.6.3 Muestra. La muestra comprende el seguimiento que se hizo a un total de 54 personas, entre instructores, estudiantes y personal del área administrativa del Sena, Complejo Sur, los cuales nos representan el intervalo de confianza, pues lograron completar las encuestas cuyo formato original se presenta en los anexos A, B y C, al final. (Páginas 80, 81, 82)

Un resumen comparativo de la muestra que se utilizó para tal efecto se presenta en la siguiente Tabla.

Tabla 1. Intervalo de confianza de las encuestas

POBLACIÓN ENCUESTADA	MUESTRA	INTENSIDAD				I. C (%)
		S	Q	M	A	
Personal Administrativo del Sena Sur	10	5	3	1	1	50

Estudiantes de Mantenimiento de Mecánica	30	21	4	3	2	70
Instructores del Complejo Metalmecánico	14	7	3	2	2	50
Totales	54					66%

S = semanal

Q = quincenal

M = mensual

A = anual

I.C = intervalo de confianza

2.6.4 Análisis y Resultados del Trabajo de Campo. Es pertinente recalcar que los componentes del perfil del Tecnólogo en Mantenimiento de Mecánica Industrial dentro del plan de estudios del Sena, dan como resultado un personal que es apto para propender por una fase del mantenimiento en su concepción tradicional; sin embargo se debe mirar a una gestión propia en el manejo de habilidades y fortalezas para que esta efectividad se adelante a las respuestas de los retos del futuro. De esta manera se tendrá un egresado más capacitado para desarrollar sobre la marcha la productividad de estos procesos de mantenimiento en los diferentes espacios empresariales.

2.6.5. Análisis de Resultados

2.6.5.1 A Instructores.

Tabla 2. Análisis de Encuestas a Instructores

COMPETENCIA	ANALISIS
N01. Requerimientos necesarios para el desarrollo de actividades de órdenes de trabajo a plan de mantenimiento.	La encuesta de esta competencia dio los siguientes resultados: Buena un 57% Regular 15% Deficiente 14% Mala 14% Donde se puede ver que la competencia marca en

	<p>el área de mantenimiento un sistema de procesos administrativos, mediante etapas de planeación, organización, ejecución, control e inspección, que contribuyan como un apoyo en las actividades de mantenimiento de las instalaciones y equipos de las empresas donde el porcentaje de la competencia encuestada soporta toda la aplicación de la necesidad del mantenimiento.</p>
<p>N02. Corregir fallas y averías mecánicas de los bienes mediante actividades estratégicas de la empresa.</p>	<p>El resultado de la encuesta de esta competencia tiene como resultado: Buena 67% Mala 8% Regular 17% Deficiente 8%</p> <p>Se contempla los ajustes, modificaciones, cambios, limpieza y reparaciones (generalmente sencillos) necesarios para mantener cualquier instalación, herramienta o equipo en condiciones seguras de uso, con el fin de evitar posibles daños al operador o al equipo mismo. La competencia está diseñada para corregir en su momento las fallas y causa fallas de los equipos; el porcentaje del estudio dio representativo.</p>
<p>N03. Organizar las actividades del área de mantenimiento asignando responsabilidades de acuerdo a las políticas de la empresa.</p>	<p>En la competencia dio el siguiente resultado: Buena 64% Regular 7% Deficiente 22% Mala 7%</p> <p>Paralelamente, debe tenerse presente que esta competencia, dentro de este concepto amplio de la función de mantenimiento, coexisten elementos de gestión (Supervisión y Control) y operativos (atención de los servicios, ejecución de las intervenciones, etc.)</p>
<p>N04. Predecir fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o normas internacionales.</p>	<p>Resultados de la competencia: Buena 57% Regular 15% Deficiente 14% Mala 14%</p> <p>Se requiere mejorar capacitación técnica especializada, preferentemente multivalente, que atienda los requerimientos propios de cada industria en particular teniendo en cuenta el mantenimiento predictivo establecido con las normas nacionales e internacionales de ajuste según el caso.</p>
<p>N05. Controlar actividades de</p>	<p>Resultado de la competencia: Buena 57% Regular 15%</p>

<p>mantenimiento ejecutadas, frente a planes establecidos por el fabricante o normas internacionales.</p> <p>N06. Establecer actividades tácticas de mantenimiento de acuerdo a las políticas de la empresa.</p>	<p>Deficiente 14% Mala 14%</p> <p>La competencia debe disponer de los datos técnicos inherentes a cada uno de los equipos que componen el activo fijo de la empresa.</p> <p>Los resultados fueron: Buena 50%, Regular 22%, Deficiente 21%, Mala 7%</p> <p>Las políticas de cada empresa muestran autonomía en las decisiones del historial de actualización de los mismos para predecir el tiempo para su reparación y la trazabilidad en cada una de ellas.</p>
<p>N07. Mejorar un bien o proceso mediante la modificación de un parámetro</p>	<p>Resultado: Buena 65% Regular 14% Deficiente 14% Mala 7%</p> <p>Se debe establecer procedimientos de evaluación y seguimiento e la eficiencia y eficacia del plan de mantenimiento, para la modificación de un parámetro estrictamente necesario.</p>
<p>N08. Orientar el talento humano hacia la consecución de los planes de mantenimiento de acuerdo a responsabilidades asignadas</p>	<p>Resultado de la competencia: Buena 65% Regular 14% Deficiente 14% Mala 7%</p> <p>El Gerente de Mantenimiento debe responder a un perfil de capacitación universitaria con formación básica que cubra, por lo menos, la mayoría de las técnicas de trabajo departamental. Paralelamente, es recomendable que tenga conocimiento general de la tecnología involucrada en los procesos productivos, así como conceptos de limpieza, higiene y seguridad industrial y técnicas aplicadas.</p>
<p>N09. Planeamiento, organización, dirección y control de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial</p>	<p>Resultados: Buena 65%, Regular 14%, Deficiente 14%, Mala 7%</p> <p>Es necesario con esta competencia el enlace natural entre la gerencia y los trabajadores encargados de realizar las tareas de mantenimiento propiamente dichas, operación de los servicios a la producción, etc. Su capacitación debe ser preferentemente técnica que cubra</p>

	también, y como mínimo, la mayoría de las técnicas del trabajo requeridas en el Área de Mantenimiento. También debe contar con un conocimiento general de la tecnología de los procesos productivos y de los servicios a atender, así como conocer los conceptos básicos de limpieza, higiene y seguridad industrial.
N010. Planeamiento y mejoramiento de instalaciones Mecánicas.	Resultados: Buena 57% Regular 22% Deficiente 14% Mala 7% Se requiere de capacitación técnica básica, preferentemente biomultivalente, que atienda los requerimientos propios de cada industria en particular con una buena calidad logística.

2.6.5.2 A Estudiantes.

Tabla 3. Análisis de Encuestas a Estudiantes

COMPETENCIAS	ANALISIS
N01. Requerimientos necesarios para el desarrollo de actividades de órdenes de trabajo a plan de mantenimiento	<p>Resultado de la encuesta:</p> <p>Buena 83% Regular 10% Deficiente 4% Mala 3%</p> <p>Por lo general el plan de revisiones periódicas de los equipos o de algunas de sus piezas o componentes críticos se necesita herramientas y instrumentos condicionados a las órdenes de trabajo correspondiente.</p> <p>El estudio dio un porcentaje de favorabilidad donde la aplicación de las normas se ajusta en cada caso específico. El plan debe incluir herramientas precisas, y autorización para su ejecución controlada.</p>
	Resultado de la encuesta de esta

<p>N02. Corregir fallas y averías mecánicas de los bienes mediante actividades estratégicas de la empresa.</p>	<p>competencia: Buena 87% Regular 7% Deficiente 3% Mala 3%</p> <p>La competencia está diseñada para corregir en su momento las fallas y casa fallas de los equipos; el porcentaje del estudio dio representativo. El porcentaje de aplicación de rutina en datos suministrados por los encuestados dice de una gestión contra otros parámetros de la encuesta; es decir que en el mantenimiento y la favorabilidad esta en el enfoque de las ordenes de trabajo y los requerimientos de los mismos con un buen grado de aceptación.</p>
<p>N03. Organizar las actividades del área de mantenimiento asignando responsabilidades de acuerdo a las políticas de la empresa.</p>	<p>Resultado de la encuesta de esta competencia: Buena 80% Regular 10% Deficiente 7% Mala 3%</p> <p>La logística para el desarrollo operativo de los estudiantes, debe tenerse presente que, dentro de este concepto amplio de la función de mantenimiento, coexisten elementos de gestión operativa, de tal manera que la encuesta dio para esta competencia 67% de aceptación en la aplicación de la competencia y la política particular de cada empresa donde se presta el mantenimiento.</p>
<p>N04. Predecir fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o normas internacionales.</p>	<p>Resultado de la encuesta: Buena 90% Regular 7% Deficiente 3% Mala 0%</p> <p>Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que</p>

	<p>mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La encuesta dio un grado de aplicación efectiva de esta competencia teniendo en cuenta que no todas las veces se predestina la falla a causa de la calidad de los equipos que requieren mantenimiento en su vida útil.</p>
<p>N05. Controlar actividades de mantenimiento ejecutadas, frente a planes establecidos por el fabricante o normas internacionales.</p> <p>N06. Establecer actividades de mantenimiento de acuerdo a las políticas de la empresa.</p>	<p>Resultado de la competencia: Buena 91% Regular 3% Deficiente 3% Mala 3%</p> <p>En esta competencia se tiene en cuenta las normas establecidas por el fabricante donde en buena parte se a la buena planificación oportuna.</p> <p>Resultado de la competencia: Buena 80% Regular 12% Deficiente 4, Mala 4%</p> <p>En cada organización el mantenimiento es variado y existen hojas de ruta que aplican a las necesidades específicas de la empresa. Los estudiantes deben hacer adaptaciones periódicas que permitan satisfacer los requerimientos del empresario y sus normas propias de la organización. Algunas veces el empleado estudiante debe de generar resultados muy propios de su experticia como tecnólogo.</p>

<p>N07.Mejorar un bien o proceso mediante la modificación de un parámetro.</p>	<p>Resultado de la competencia: Buena 80% Regular 12% Deficiente 4% Mala 4% En la modificación de un parámetro debe ser cuidadoso puesto que la estandarización de los procesos productivos puede causar traumatismo en las líneas producción y como consecuencia de ello no todas las veces el parámetro está ajustado a una realidad.</p>
<p>N08.Orientar el talento humano hacia la consecución de los planes de mantenimiento de acuerdo a responsabilidades asignadas</p>	<p>Resultado de la encuesta de esta competencia: Buena 80%, Regular 10%, Deficiente 7%,Mala3%. Los planes de mantenimiento están sujetos en esta competencia a revisión permanente por el cambio de tecnología en una propuesta de mejoramiento de la eficacia y eficiencia productiva.</p>
<p>N09.Planeamiento, organización, dirección y control de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial.</p>	<p>Resultado de la competencia: Buena 80%, Regular14%, Deficiente3%, Mala3%. Los principios administrativos siempre se deben de tener en cuenta en esta competencia; pero algunas veces la inmediatez y las exigencias de los empresarios obligan que sobre la marcha se hagan ajustes permanentes del mantenimiento.</p>
<p>N010. Planeamiento y mejoramiento de instalaciones mecánicas</p>	<p>Resultado de la competencia: Buena 83% Regular10% Deficiente4% Malo3% La logística como base del mantenimiento, exige políticas de mejoramiento para estar al tanto de las exigencias del mercado en términos de productividad y eficacia.</p>

Total promedio aritmético entre los resultados de las encuestas tanto de docentes como estudiantes del programa:

Tabla 4.Promedio Encuestas Instructores y Estudiantes.

	BUENA	REGULAR	DEFICIENTE	MALA
N01. Requerimientos necesarios para el desarrollo de actividades de órdenes de trabajo a plan de mantenimiento	70%	12,5%	9%	8,5%
N02. Corregir fallas y averías mecánicas de los bienes mediante actividades estratégicas de la empresa.	77%	12%	5,5%	8,5%
N03. Organizar las actividades del área de mantenimiento asignando responsabilidades de acuerdo a las políticas de la empresa.	72%	8,5%	15,5%	5%
N04. Predecir fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o normas internacionales	73,5%	11%	8,5%	14%
N05. Controlar actividades de mantenimiento ejecutadas, frente a planes establecidos por el fabricante o normas internacionales.	74%	9%	8.5%	5%
N06. Establecer actividades de mantenimiento de acuerdo a las políticas de la empresa.	70,5%	17%	12,5%	5.5%
N07. Mejorar un bien o proceso mediante la modificación de un parámetro.	72,5%	13%	9%	5,5%
N08. Orientar el talento humano hacia la consecución de los planes de mantenimiento de acuerdo a				

responsabilidades asignadas	72,5%	12%	10,5%	5%
N09.Planeamiento, organización, dirección y control de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial.	72,5%	14%	8,5%	5%
N010. Planeamiento y mejoramiento de instalaciones mecánicas	45%	16%	9%	5%
TOTAL PROMEDIO ARITMETICO	69,95%	12,50%	9,65%	6,9%

2.6.5.3 A personal Administrativo de mantenimiento.

Tabla 5. Análisis de Encuestas a Personal Administrativo de Mantenimiento

COMPETENCIAS	ANALISIS
N01.Requerimientos necesarios para el desarrollo de actividades de órdenes de trabajo a plan de mantenimiento.	<p>Resultado de control de la competencia: Semanal30% Quincenal40% Mensual20% Anual10%</p> <p>Lo primero que debe tener claro el responsable de mantenimiento es el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener. El resultado es un listado de activos físicos de naturaleza muy diversa y que dependerá del tipo de industria. El control de estos requerimientos es una persona involucrada con las órdenes de trabajo, los materiales y equipos que se necesitan.</p>
N02.Corregir fallas y averías mecánicas de los bienes mediante actividades estratégicas de la empresa	<p>Resultado de la competencia: Buena 20% Regular40% Deficiente40% Malo0%</p> <p>El analista de esta competencia lleva datos históricos de los diferentes mantenimientos y clases de mantenimientos que sirve de guía para elaborar estrategias de</p>

	mejoramiento en un mantenimiento igual o similar con respecto de la competencia.
N03.Organizar las actividades del área de mantenimiento asignando responsabilidades de acuerdo a las políticas de la empresa.	<p>Resultado de la competencia:</p> <p>Semanal 10%</p> <p>Quincenal 60%</p> <p>Mensual 20%</p> <p>Anual 20%</p> <p>Las actividades deben estar programadas y recoger todas las sugerencias de mantenimiento correctivo y preventivo, que sea imperativo, así como las verificaciones de instrumentos incluidos en el plan de mejora.</p>
N04.Predecir fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o normas internacionales	<p>Resultado de la competencia:</p> <p>Semanal 20%</p> <p>Quincenal 60%</p> <p>Mensual 10%</p> <p>Anual 19%</p> <p>En cualquier instalación industrial, esta competencia hace referencia a conseguir un nivel de disponibilidad aceptable de los equipos, se necesita mantener un stock de recambios para obtener permanentemente la disponibilidad requerida frente a normas del fabricante cuyo mantenimiento es sopesado con un buen control de calidad.</p>
N05. Controlar actividades de mantenimiento ejecutadas, frente a planes establecidos por el fabricante o normas internacionales.	<p>Resultado de la competencia:</p> <p>Semanal 40%</p> <p>Quincenal 40%</p> <p>Mensual 20%</p> <p>Anual 0%</p> <p>Es fundamental establecer normas donde se especifique la política o criterios para crear un mantenimiento aceptable con la competencia y minimizar los riesgos para generar calidad del mantenimiento siguiendo lineamientos nacionales e internacionales. Cabe decir que las inspecciones en los equipos deben ser permanentes de acuerdo a lo programado comparado con lo real.</p>
N06.Establecer actividades tácticas de mantenimiento de acuerdo a las políticas de la empresa	<p>Resultado de la competencia:</p> <p>Semanal 40%</p> <p>Quincenal 40%</p> <p>Mensual 10%</p> <p>Anual 0%</p> <p>A continuación, vemos que la competencia</p>

	<p>presenta estrategias de mantenimiento debido a que las fallas son diferentes al atenderlas fomentando la preinscripción y la habilidad del trabajador estudiante cumpliendo con las políticas establecidas de cada organización.</p>
<p>N07. Mejorar un bien o proceso mediante la modificación de un parámetro.</p>	<p>Resultado de la competencia:</p> <p>Semanal 40% Quincenal 40% Mensual 20% Anual 0%</p> <p>La gestión de stocks de repuestos, permite modificar un parámetro en su momento para mejorar la productividad de las máquinas y equipos como lo amerita la competencia en su aplicación dependiendo de la demanda del mercado en el mantenimiento. Es de anotar que se necesita minimizar los riesgos.</p>
<p>N08. Orientar el talento humano hacia la consecución de los planes de mantenimiento de acuerdo a responsabilidades asignadas</p>	<p>Resultado de la encuesta de la competencia:</p> <p>Semanal 40% Quincenal 40% Mensual 20% Anual 0%</p> <p>La codificación de los procesos de mantenimiento se debe a identificar las fallas en forma oportuna y por ende la competencia indica una permanente capacitación de los operarios de acuerdo a sus responsabilidades en una reingeniería técnica.</p>
<p>N09. Planeamiento, organización, dirección y control de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial.</p>	<p>Resultado de la competencia:</p> <p>Semanal 40% Quincenal 50% Mensual 10% Anual 0%</p> <p>Esto significa que la mayor parte de los mantenimientos están sujetos a los principios de la administración moderna, donde la optimización de recursos es el punto de partida como lo indica la competencia y es la razón de los tipos de mantenimiento: preventivo, correctivo y predictivo.</p>
<p>N010. Planeamiento y mejoramiento de</p>	<p>Resultado de la competencia:</p>

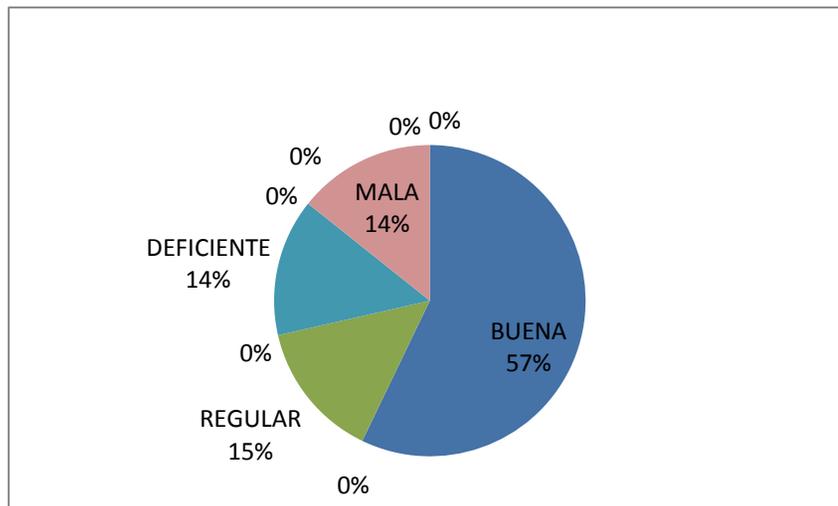
instalaciones mecánicas	Semanal 40% Quincenal 40% Mensual 20% Anual 0% La preparación y programación de los trabajos es el único instrumento que ayuda a definir los recursos necesarios y las necesidades de personal, lo que lleva a unos recursos humanos variables con la carga de trabajo y orden de mantenimiento.
-------------------------	--

2.6.6 Análisis de Criticidad / Método Gráfico. Como producto de la investigación se aportan resultados que generan cuestionamientos, en relación con las competencias que deben desarrollarse en la formación de los tecnólogos. A su vez, los resultados de este estudio se constituyen en una fundamentación real, sobre qué es lo que el aparato productivo necesita colocar en sintonía con la realidad del país, y cómo las competencias de la Tecnología de mantenimiento de Mecánica Industrial deben sintonizarse con la realidad productiva empresarial.

Como resultado de este estudio, de las encuestas aplicadas, se tienen las gráficas que muestran cada competencia con sus valores y calificación en cada uno de los grupos donde fueron practicadas.

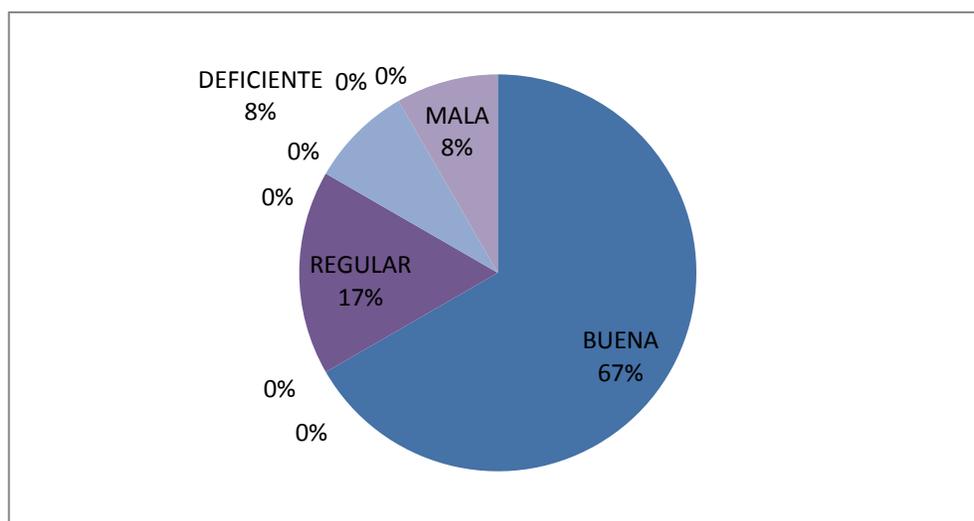
2.6.6.1 Requerimientos necesarios para el desarrollo de actividades de órdenes de trabajo a plan de mantenimiento. Donde se puede ver que la competencia marca en el área de mantenimiento un sistema de procesos administrativos, mediante etapas de planeación, organización, ejecución, control e inspección, que contribuyan como un apoyo en las actividades de mantenimiento de las instalaciones y equipos de las empresas donde el porcentaje de la competencia encuestada soporta toda la aplicación de la necesidad del mantenimiento.

Gráfico 1. Competencia N01



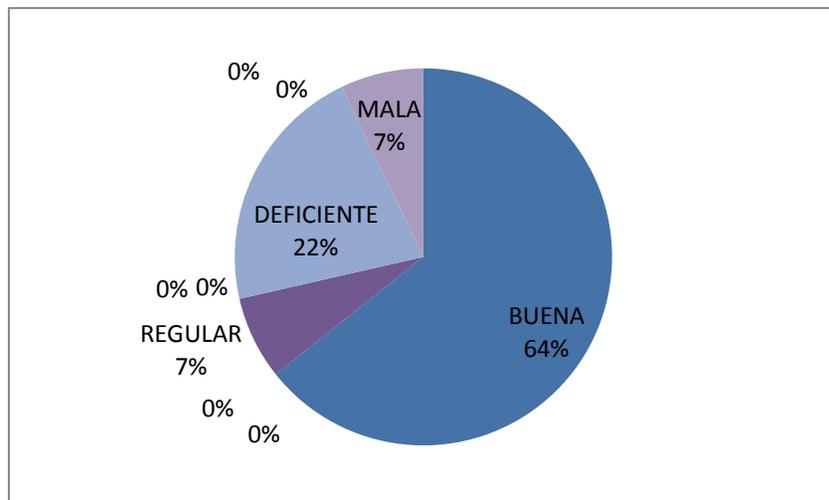
2.6.6.2 Corregir fallas y averías mecánicas de los bienes mediante actividades estratégicas de la empresa. Se ve como contempla los ajustes, modificaciones, cambios, limpieza y reparaciones (generalmente sencillos) necesarios para mantener cualquier instalación, herramienta o equipo en condiciones seguras de uso, con el fin de evitar posibles daños al operador o al equipo mismo. La competencia está diseñada para corregir en su momento las fallas y casa fallas de los equipos; el porcentaje del estudio dio representativo.

Gráfico 2. Competencia N02



2.6.6.3 Organizar las actividades del área de mantenimiento asignando responsabilidades de acuerdo a las políticas de la empresa. Paralelamente, debe tenerse presente que en esta competencia, dentro de este concepto amplio de la función de mantenimiento, coexisten elementos de gestión (Supervisión y Control) y operativos (atención de los servicios, ejecución de las intervenciones, etc.).

Gráfico 3. Competencia N03



2.6.6.4 Predecir fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a los parámetros establecidos por la normatividad. Se requiere mejorar capacitación técnica especializada, preferentemente multivalente, que atienda los requerimientos propios de cada industria en particular teniendo en cuenta el mantenimiento predictivo establecido con las normas nacionales e internacionales de ajuste según el caso.

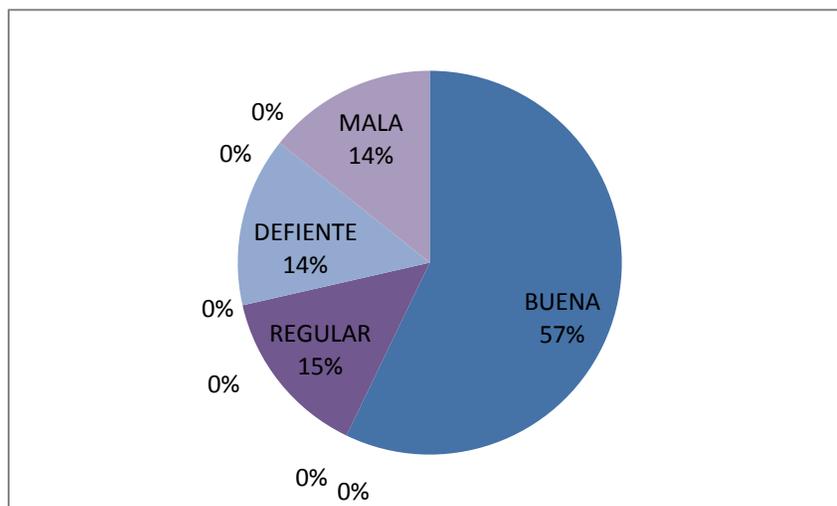
De cara a los estudiantes, esto significa que, existiendo dos formas de mantenimiento correctivo, el programado y no programado, la diferencia entre

ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción.

El impacto se da, porque como la encuesta muestra un grado de aplicación efectiva de esta competencia teniendo en cuenta que no todas las veces se predestina la falla a causa de la calidad de los equipos que requieren mantenimiento en su vida útil, desde la didáctica del mantenimiento productivo total (TPM), se gestiona la totalidad del proceso mediante una estructura organizacional, cuya orientación principal es un enfoque creativo contra las pérdidas a través de la detección precoz de irregularidades.

Desde otro punto de mira, porque se basa en una filosofía metodológica de combate sistemático de las pérdidas, que incluye trabajar con herramientas tan eficaces como: estandarización y control, programas para la involucración total del Personal, las células de trabajo y manufactura, que en general, son componentes que se refieren a la eliminación sistemática de actividades que no agregan valor percibido por el cliente ni liderazgo situacional.

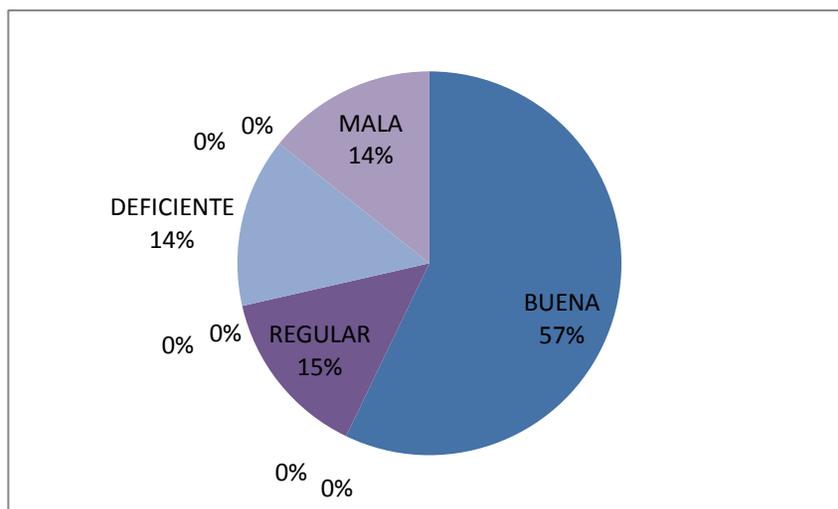
Gráfico 4. Competencia N04



2.6.6.5 Controlar actividades de mantenimiento ejecutadas, frente a planes establecidos por el fabricante o normas internacionales. Es fundamental establecer normas donde se especifique la política o criterios para crear un mantenimiento aceptable con la competencia y minimizar los riesgos para generar calidad del mantenimiento siguiendo lineamientos nacionales e internacionales. Cabe decir que las inspecciones en los equipos deben ser permanentes de acuerdo a lo programado comparado con lo real.

Así, la competencia debe disponer de los datos técnicos inherentes a cada uno de los equipos que componen el activo fijo de la empresa y capacitar para controlar la satisfacción de los usuarios de las instalaciones y equipos. En esta competencia se tiene en cuenta las normas establecidas por el fabricante donde un tratamiento y disposición de [residuos sólidos](#), líquidos y gaseosos juega un papel primordial. También debe hacerse referencia a planes para el corto y mediano plazo, así como políticas y objetivos conducentes a aumentar la calidad de las inspecciones.

Gráfico 5. Competencia N05



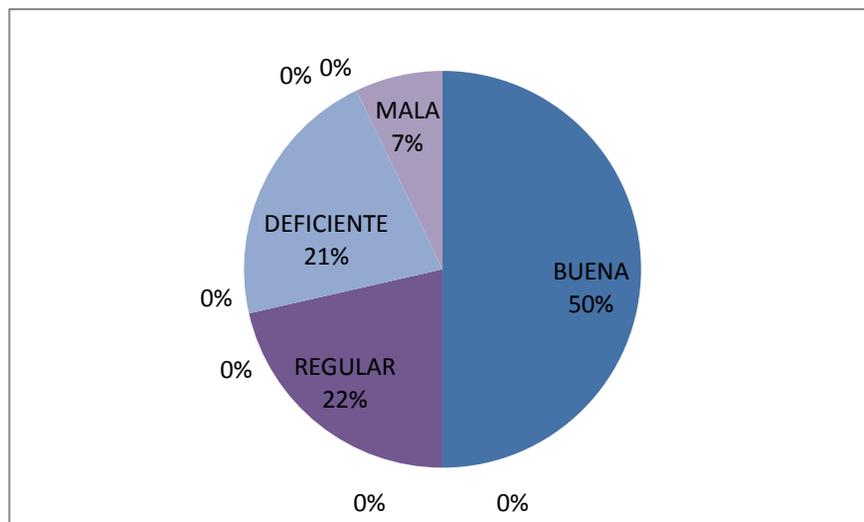
2.6.6.6 Establecer actividades tácticas de mantenimiento de acuerdo a las políticas de la empresa. Las políticas de cada empresa muestran autonomía en las

decisiones del historial de actualización de los mismos para predecir el tiempo para su reparación y la trazabilidad en cada una de ellas.

En este caso, el tecnólogo, dentro de una cultura de la prevención y la filosofía de la estrategia metodológica debe ser competente en administrar las causas, entendiéndose como la inspección y verificación anticipada de las causas, no de las consecuencias. Siempre en la búsqueda del “Cero”, logrando con esto que no aparezca el fenómeno que se está previniendo, pues prima la conservación del estado básico (estándar) del equipo.

Adicionalmente, la competencia presenta estrategias de mantenimiento donde se gestiona la totalidad de la empresa mediante una estructura organizacional, cuya orientación principal es un enfoque creativo contra las pérdidas, través de las actividades de los pequeños grupos autónomos traslapados, debido a que las fallas son diferentes al atenderlas, fomentando la preinscripción y la habilidad del tecnólogo, que eficazmente cumple con las políticas establecidas de cada organización.

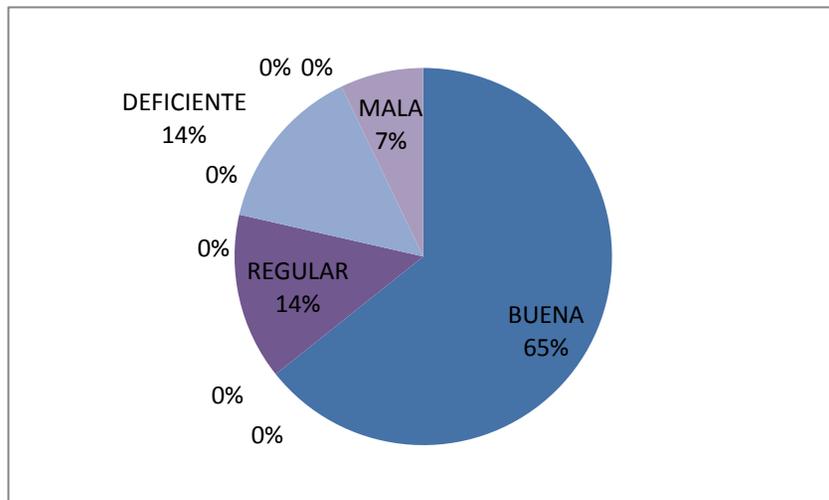
Gráfico 6. Competencia N06



2.6.6.7 Mejorar un bien o proceso mediante la modificación de un parámetro. .Se debe establecer procedimientos de evaluación y seguimiento en la eficiencia y eficacia del plan de mantenimiento, para la modificación de un parámetro estrictamente necesario.

De hecho, lo que tenemos aquí es un análisis de criticidad, es decir, una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

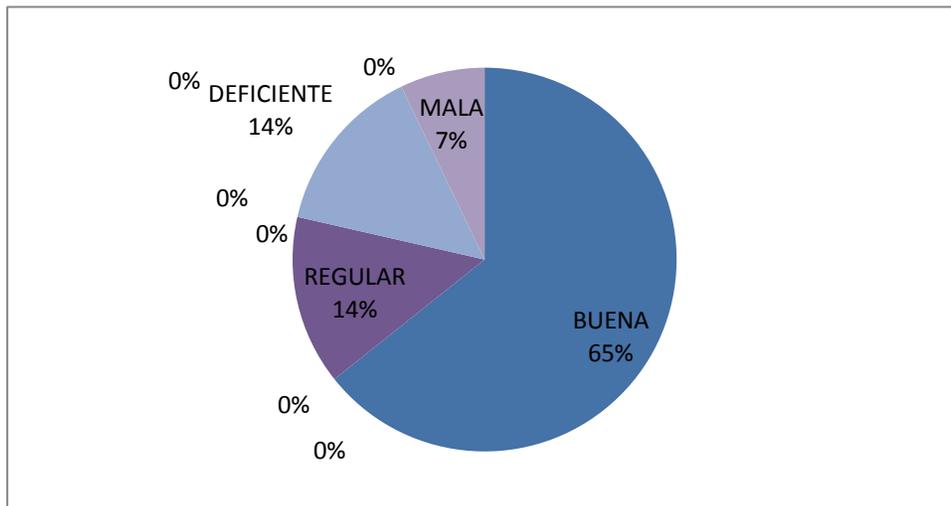
Gráfico7. Competencia N07



2.6.6.8 Orientar el talento humano hacia la consecución de los planes de mantenimiento de acuerdo a responsabilidades asignadas. El Gerente de Mantenimiento debe responder a un perfil de capacitación universitaria con formación básica que cubra, por lo menos, la mayoría de las técnicas de trabajo departamental.

Paralelamente, es recomendable que tenga conocimiento general de la tecnología involucrada en los procesos productivos, así como conceptos de limpieza, higiene y seguridad industrial y técnicas aplicadas. Se recuerda que el TPM es también una visión global de cómo dirigir una organización altamente eficiente, más allá de las áreas de manufactura, ya que el concepto y la estrategia aplica a todos los procesos empresariales de un negocio.

Gráfico 8. Competencia N08

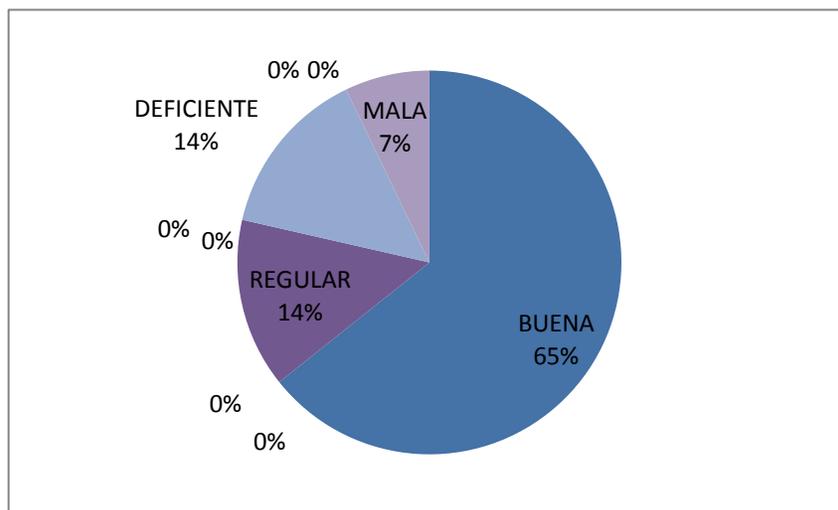


2.6.6.9 Planeamiento, organización, dirección y control de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial. Es necesario con esta competencia el enlace natural entre la gerencia y los trabajadores encargados de realizar las tareas de mantenimiento propiamente dichas, operación de los servicios a la producción. Su capacitación preferentemente técnica que cubra también, y como mínimo, la mayoría de las técnicas del trabajo requeridas en el Área de Mantenimiento.

Es importante para esta competencia, generar el plan de revisiones periódicas de los equipos o de algunas de sus piezas o componentes críticos y, para cada una

de ellas, la orden de revisión correspondiente. Por ende, el plan debe incluir la visión general y específica de las herramientas de posible uso, normas para realizar el trabajo y el componente de comunicación asertiva para ejecutar con previa autorización.

Gráfico 9. Competencia N09



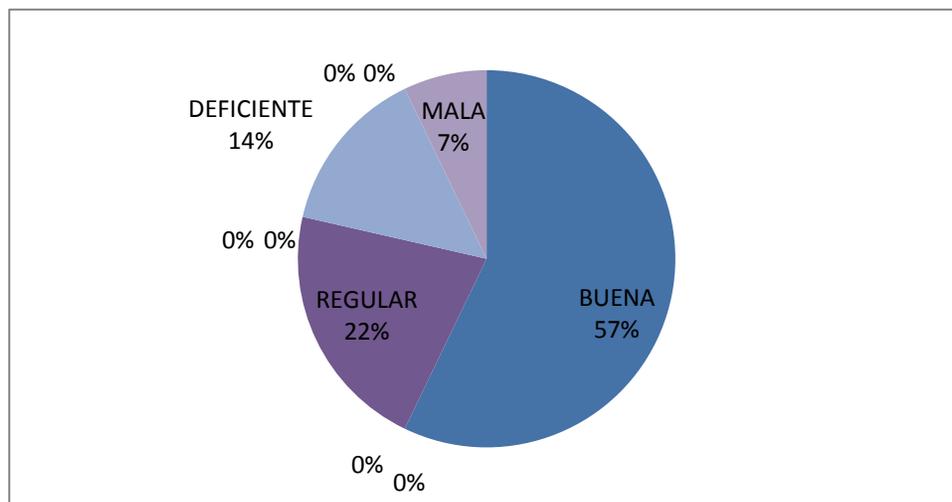
2.6.6.0 Planeamiento y mejoramiento de instalaciones mecánicas. De acuerdo con el gráfico, y el consolidado de esta encuesta entre los participantes, se requiere de capacitación técnica básica, preferentemente biomultivalente, que atienda los requerimientos propios de cada industria en particular con una buena calidad logística, pues la logística como base del mantenimiento, exige políticas de mejoramiento para estar al tanto de las exigencias del mercado en términos de productividad y eficacia.

La preparación y programación de los trabajos es el único instrumento que ayuda a definir los recursos necesarios y las necesidades de personal, lo que lleva a unos recursos humanos variables con la carga de trabajo y órdenes de mantenimiento. Por tanto, es imprescindible disponer de los datos técnicos inherentes a cada uno de los equipos que componen el activo fijo de la empresa y

del historial de actualización de los mismos para predecir el tiempo para su reparación.

Cabe decir que esta estrategia metodológica, basada en el Mantenimiento Productivo Total, tal como se implementa, mantiene fidelidad a los principios básicos dados por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas²⁰, pero con adaptación a la cultura local. Por lo cual, se ha tomado lo mejor del DO (Desarrollo Organizacional) y el TPM para crear una metodología única en su tipo y de altísimo impacto en los resultados.

Gráfico 10. CompetenciaN010



2.6.7 Análisis y Tabla de Pareto. Como complemento de lo anterior, y siendo necesario verificar el desarrollo de las competencias del programa, a continuación se abordan algunos conceptos y métodos utilizados en la investigación descriptiva documental, a través de la información primaria del centro tecnológico; igualmente se enfoca la presente investigación desde el punto de vista de la recolección de información cuantitativa y cualitativa y concretamente desde la valoración de las pruebas en este tipo de trabajo.

²⁰<http://www.actiongroup.com.ar/implementacion-de-tpm-mantenimiento-productivo-total-%C2%AE/>

Por lo anterior, se realiza en este lugar, un análisis minucioso sobre el estudio descriptivo de las competencias del programa tecnológico, para determinar casos, a fin de establecer autenticidad en el trabajo que permita fundamentar la calidad, mediante la peritación explicando el dictamen, el procedimiento técnico y científico por medio del cual se llega a una estrategia final.

Este análisis de criticidades da respuesta a estos interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total de la muestra. Al final, en términos concretos, estos aspectos específicos se vislumbran, asociándolos con unos parámetros generales relacionada seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación principalmente. La lista generada, resultado del trabajo de campo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando las fortalezas que persisten.

En este sentido, a través de esta experiencia y los consolidados de las encuestas, se evidencia que existe un sistema en línea que permite mejorar el servicio y los niveles en la prestación de esta tecnología en mantenimiento de mecánica industrial, toda vez que se ponderan mayoritariamente los aspectos de las competencias, donde deben observarse los componentes de la estrategia; es decir, atenedos a la probabilidad, donde, del 100 %, un 40% muestra sólo los aspectos triviales, y el 60% restante, la potencialidad de los aspectos vitales.

Ahora bien: de acuerdo al análisis de Pareto(causa y efecto), sabemos que no es aventurado desatender a esta falencia, ya que los nuevos aspectos y enfoques de la estrategia de capacitación con énfasis en desarrollar competencias para el mantenimiento de tipos productivo total y proactivo, guarda semejanza con lo que

se considera un perfil de competencias polivalentes; tal como se muestra para este estudio de las diez principales competencias en la Tabla 5.

Así, pues, y a la luz de lo que una estrategia metodológica significa en términos técnicos, entendida como la secuencia de pasos que permiten identificar una realidad, la contribución de ésta, parte desde el momento que asume la interpretación teórica y fáctica de las competencias laborales y observa la necesidad en la identificación de los momentos básicos del proceso pedagógico en los que es posible asegurar el desarrollo de competencias de promoción en concordancia con la realidad del país, y en concordancia más global, teniendo en cuenta las necesidades que exige el mercado y los lineamientos de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial.

Metodológicamente, puesto que se basa en estudios previos, como los gráficos y encuestas que se presentaron. Como resultado de la investigación, este Cuadro muestra que las competencias que desarrollan los estudiantes de la Tecnología De Mantenimiento de Mecánica Industrial, serán sometidas a mejorarlas con el entorno de lo que necesita el mantenimiento de mecánica Industrial de las empresas Colombianas y a nivel internacional.

Cuadro 3. Cuadro de Pareto para las Categorías de análisis – Modelo Pedagógico del Sena Vs. Estrategia Metodológica

COMPETENCIA	DIAGNÓSTICO / MODELO SENA	ESTRATEGIA METODOLÓGICA
1. Requerimientos necesarios para el desarrollo de actividades de órdenes de trabajo a plan de mantenimiento.	Genera el plan de revisiones periódicas de los equipos o de algunas de sus piezas o componentes críticos y, para cada una de ellas, la orden de revisión correspondiente.	El plan debe incluir herramientas de posible uso, y autorización para su ejecución controlada. De la misma manera, planificar y elaborar cronogramas para la utilización de recursos

		y distribución del tiempo.
2. Corregir fallas y averías mecánicas de los bienes mediante actividades estratégicas de la empresa.	La competencia está diseñada para corregir en su momento las fallas y casafallas de los equipos.	Además el estudiante debe leer e interpretar planos y diagramas y elaborar croquis. Asimismo aplicar conocimientos de metrología en la realización de mediciones y verificaciones.
3. Organizar las actividades del área de mantenimiento asignando responsabilidades de acuerdo a las políticas de la empresa.	La logística para el desarrollo operativo de los estudiantes se mantiene y aplica favorablemente.	Para potenciar esta competencia, debe tenerse presente que dentro de este concepto amplio de la función de mantenimiento, coexisten elementos de gestión operativa, a su vez que la política particular de cada empresa donde se presta el mantenimiento.
4. Predecir fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o normas internacionales.	Se aplican preferentemente, las dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado, que fundamentalmente se centran en corregir la falla.	El mantenimiento debe ir más allá de las necesidades de producción inmediata, teniendo en cuenta que no todas las veces se predestina la falla a causa de la calidad de los equipos que requieren mantenimiento predictivo y proactivo.
5. Controlar actividades de mantenimiento ejecutadas, frente a planes establecidos por el fabricante o normas internacionales.	En esta competencia se tiene en cuenta las normas establecidas por el fabricante.	Se refuerza para realizar la inspección y diagnóstico de maquinaria industrial, adelantándose con planes de contingencia.
6. Establecer actividades	Visión ecologista en el tratamiento y disposición	Se exterioriza y amplía con referencia a sus

tácticas de mantenimiento de acuerdo a las políticas de la empresa.	de residuos, líquidos y gaseosos.	planes para el corto y mediano plazo, manteniendo políticas y objetivos ecológicos.
7. Mejorar un bien o proceso mediante la modificación de un parámetro.	La competencia se sustenta en los documentos como órdenes de revisión y de reparación y comprende tiempos de parada de los equipos, costo de las reparaciones efectuadas y rendimiento de la mano de obra ocupada (propia o contratada).	Identifica y utiliza los estándares para realizar mantenimiento de los bienes, manejando y aplicando conocimientos de neumática y de hidráulica, de montaje y desmontaje, ajuste y comprobación de elementos y sistemas.
8. Orientar el talento humano hacia la consecución de los planes de mantenimiento de acuerdo a responsabilidades asignadas	La competencia capacita para generar el plan de reparaciones coordinándolo con los departamentos involucrados, es decir, las órdenes de reparación.	Modifica y optimiza los indicadores de información y comunicación, dominando principios básicos de gestión micro-empresarial.
9. Planeamiento, organización, dirección y control de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial.	La competencia incluye las herramientas de posible uso, normas para realizar el trabajo y autorización para su ejecución.	Mecaniza e interactúa con herramientas manuales y máquinas-herramientas, ejecutando labores de taladrado, torneado, esmerilado, aserrado y otros procesos relacionados con comprobación de motores de ciclo Otto y Diésel.
10. Planeamiento y mejoramiento de instalaciones mecánicas	Capacita para disponer de los datos técnicos inherentes a cada uno de los equipos que componen el activo fijo de la empresa y del historial de actualización de los mismos para predecir el tiempo de su reparación.	Califica para el mantenimiento y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos, realizar el tratamiento de residuos y desechos, aplicando técnicas compatibles de cuidado del medio ambiente bajo Normas ISO, aplicar normas de

		seguridad e higiene, la prevención de riesgos.
--	--	--

3. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA

3.1 ANTECEDENTES

La revisión de la literatura sobre el tema permite identificar que las prioridades estratégicas para la construcción de un sistema de mantenimiento y, por ende, formación de técnicos en ésta área, debe estar orientada a mejorar la calidad técnica y tecnológica en sintonía con las competencias²¹ desarrolladas para los educandos por los instructores del centro.

Las empresas industriales día a día han ido reconociendo el importante papel que desempeña el mantenimiento para sostener los niveles de producción. Además, de la responsabilidad básica de garantizar el funcionamiento total y permanente de equipos e instalaciones, la gerencia de mantenimiento tiene como reto lograr la optimización de todas sus actividades aplicando los procedimientos y estrategias más convenientes.

Históricamente, es después de la Segunda Guerra mundial, cuando los japoneses se concientizaron de la necesidad de mejorar la calidad de sus productos con el

²¹ COLCIENCIAS. Sistema Nacional de Innovación. Nuevos escenarios de la competitividad; Ciencia y Sociedad:

lema “Yo soy responsable de mi propio equipo”²², adaptado de técnicas de gestión, fabricación y mantenimiento de los Estados Unidos para lograr excelentes resultados.

Como ya mencionamos, antes de los años 50, el mantenimiento era exclusivamente de averías. Pero en los años 70 se desarrolló el Mantenimiento Productivo Total (TPM), que para la práctica de su enseñanza y aprendizaje buscó contemplar otros aspectos, como el respeto a las personas y la participación total de los empleados, con la ayuda de las ciencias administrativas y del comportamiento, Ingeniería de Software, Tercera tecnología, Logística y Ecología.²³

De esta manera, la recopilación de la información del desarrollo de las competencias y la utilización de la maquinaria de aprendizaje, permitió recabar datos como la operabilidad de los estudiantes permitiendo un nuevo enfoque aplicativo para realizar el diagnóstico acertado de la condición de los equipos en mantenimiento, después de implementar esta didáctica.

Concretamente, para nuestro caso, se trata de que teniendo presentes los cambios y transformaciones de carácter social, político, económico y cultural actuales, y las implicaciones de estos para el desempeño de los tecnólogos, se precisa un fortalecimiento del perfil profesional de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial, ajustándolo a las demandas del momento que garanticen su ejercicio competente en el campo laboral a raíz de la internacionalización de la economía.

²² POVEDA RAMOS, Gabriel. “Ingeniería e historia de las técnicas”. En Historia social de la ciencia en Colombia. Tomo V. Colciencias. Primera edición. Marzo de 1993.

²³http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/111_manteni_prod.pdf

3.2 DEFINICIÓN

La Estrategia MPT (Mantenimiento Productivo Total) para el desarrollo de competencias laborales, consiste en el conjunto de fases y procesos mediante los cuales se pone de relieve la capacidad de un graduado que se desempeña en el área de mantenimiento, orientado en la interacción “hombre, máquina y empresa”.

Parte de la base de la identificación y selección de las herramientas predictivas y los procedimientos de inspección, precisando así, la mejor forma de captar los síntomas en su estado prematuro y proponer una mejor “cualificación del programa”, que certifique mayor efectividad en el campo laboral de los estudiantes al manejar unas acertadas competencias, a tono con la demanda del mercado.

Por esta razón, también se define como un modelo dentro del mantenimiento industrial que asiste a los procesos que cumplen la función de seleccionar y programar acciones concretas de mejoramiento en espacios operativos y optimización permanente.

3.3 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE CATEGORÍAS DE ANÁLISIS TPM

Con base en los estudios relacionados al interior del complejo Sena Sur, y en la necesidad de un aporte al mejoramiento de los procesos académicos y tecnológicos, del desarrollo de las diferentes competencias, la investigación sustentada en el programa de Mantenimiento de Mecánica Industrial del Centro sur del Sena y desde esta posición, deja planteadas alternativas de solución para el programa basado en competencias laborales. Asimismo, la propuesta está

soportada con sentido pragmático²⁴, al observar el porqué de las competencias para lograr una mejor respuesta en el programa que ofrece el Sena del centro tecnológico del Sur, a los estudiantes con una mejor efectividad laboral.

Los resultados de la encuesta a instructores, estudiantes y administrativos de este estudio, indican que se tiene necesidad de dar un toque estratégico al programa para estar en una sintonía de realidad laboral con esta tecnología de Mantenimiento en Mecánica Industrial.

En cuanto a los aspectos relevantes para el diseño de la Estrategia de Mantenimiento Productivo Total, se ha tenido en cuenta la experiencia de los instructores en la enseñanza que viene acumulada de años anteriores; además, como resultado del trabajo de campo y sustentar el problema de la investigación, se aplicó encuestas a instructores, estudiantes y personal administrativo, de las diez competencias laborales que mide el estado de desarrollo requerido para el buen desempeño de un ex alumno del programa de la Tecnología de Mantenimiento de Mecánica Industrial.

En este sentido, y dentro del marco del aparato productivo, para efectos de una mejor aceptación de los egresados con una mejor remuneración por parte de la clase empresarial, se deben desarrollar competencias puntuales, como son:

- a. Planificar y elaborar cronogramas para la utilización de recursos y distribución del tiempo.
- b. Leer e interpretar planos y diagramas y elaborar croquis.
- c. Aplicar conocimientos de metrología en la realización de mediciones y verificaciones.

²⁴ SOLA, C., y otros (2006). Aprendizaje basado en problemas: de la teoría a la práctica. Méjico: Trillas

- d. Identificar, utilizar adecuadamente, y realizar mantenimiento de instrumentos útiles, máquinas, equipos y componentes propios de la especialidad.
- e. Realizar la inspección y diagnóstico de maquinaria industrial.
- f. Montar y desmontar grupos y partes de máquinas, diagnosticando problemas daños.
- g. Ejecutar el mantenimiento, reparación, ajuste y comprobación de motores de ciclo Otto y Diesel.
- h. Ejecutar el mantenimiento, reparación, ajuste y comprobación de sistemas de freno, suspensión, dirección, transmisión y otros.
- i. Ejecutar el mantenimiento y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos.
- j. Mecanizar con herramientas, manuales y máquinas-herramientas, ejecutando labores de taladrado, torneado, esmerilado, aserrado y otros procesos.
- k. Manejar y aplicar conocimientos de neumática y de hidráulica y de montaje y desmontaje, ajuste y comprobación de elementos y sistemas.
- l. Ejecutar soldaduras de diversos tipos y en distintas aplicaciones.
- m. Realizar el tratamiento de residuos y desechos, aplicando técnicas compatibles de cuidado del medio ambiente Normas ISO.
- n. Aplicar normas de seguridad e higiene con énfasis en la prevención de riesgos y la aplicación de primeros auxilio.

4. METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA

4.1 PROPUESTA AJUSTADA

El plan de estudio considera el Área de Especialidad, que incluye máquinas y herramientas para el mecanizado de piezas, electrotecnia, oleo hidráulica y neumática, y mantenimiento industrial; el Área de Disciplinas Básicas, donde se aborda matemática, geometría y física mecánica; el Área de Gestión, integrada al Área de Especialidad en Administración del Mantenimiento; y el Área de Formación General, que promueve valores y competencias para el desarrollo integral propios del sello del alumno Sena.

El programa de estudio tiene una orientación práctica, abordando progresivamente el principio de funcionamiento de cada sistema, técnicas para el mantenimiento, diagnóstico y reparación de posibles fallas, pautas de seguridad en la ejecución de trabajos y gestión en el ámbito del mantenimiento industrial, con especial énfasis en la elaboración y ejecución de planes de mantenimiento. El plan estudio permite complementar gradualmente sus competencias, prosiguiendo estudios en el programa Ingeniería Mecánica.

4.2 LA PRODÚCTICA COMO ESTRATEGIA METODOLÓGICA

4.2.1 La Productiva en el Mantenimiento. Un aporte significativo al desarrollo empresarial es la implementación de la productiva al aparato productivo de cualquier país, pues esta es el resultado de la integración de equipos

informatizados (robots), de técnicas de control numérico y de servicios (transmisión y almacenaje de informaciones).

Al igual, La producción es la aplicación de nuevas técnicas de electrónica y de automatización a los métodos de producción industrial que abarca los materiales automatizados y los sistemas de información que le son asociados, tales como máquinas de control numérico, autómatas programables, robots, equipos de mantenimiento automática, sistemas de concepción y formación asistida por ordenador, talleres flexibles, etc.

Asimismo, cobra vigencia en este contexto, pues permite mejorar la competitividad y la productividad de la industria, la calidad del producto; bajar los precios, aun en las pequeñas series, y adaptar rápidamente la producción a la demanda del consumidor. Por tanto, concierne a todas las industrias, borrando las fronteras clásicas entre industrias tradicionales e industrias de punta, e introduciendo tecnologías avanzadas en todos los sectores.

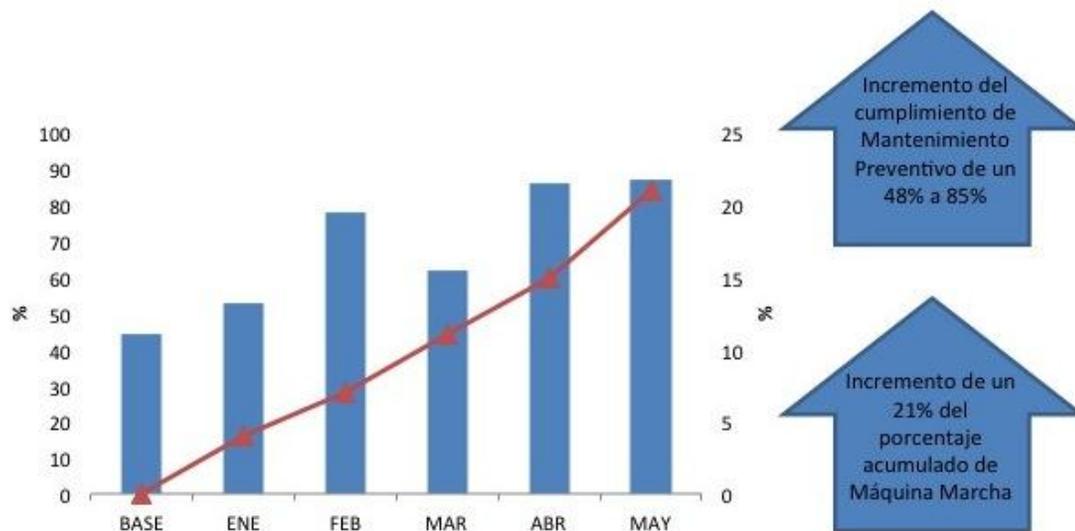
En un sentido de competencia, surge con la exigencia creciente de la eficiencia a las empresas por la necesidad de dominar la complejidad y por la explotación de la tecnología y por buscar nuevos enfoques con el razonamiento sistemático, pues su objetivo primordial es incrementar la competitividad de las empresas aumentando considerablemente su productividad. En tal sentido, este concepto se puede ver reflejado, y fundamentalmente en qué se apoya, tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Esquema general de la Producción



En este sentido, aplicada a la Estrategia metodológica, su objetivo fundamentales incrementar la competitividad de los técnicos en mantenimiento, logrando aumentos considerables de su productividad, mediante la utilización de las herramientas que la Productiva²⁵ pone al servicio de la industria, reflejadas en un excelente aumento del rendimiento, para el caso en que el mantenimiento preventivo ha sido reemplazado por el enfoque de de un personal proactivo, que sería similar a mantener con la máquina en marcha, como se muestra en la Figura 2, pues, en síntesis, la aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la [productividad](#), de los equipos, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo. Las recomendaciones propias de implantación deben ser seguidas de forma metódica y constante para lograr la optimización del proceso. Su correcta utilización requiere de la buena disposición de cada integrante de [la empresa](#).

Figura 2. Comparación del rendimiento



²⁵ DIDRIKSSON, Axel. (1994) "Modernización en la ciencia y tecnología". México. El Financiero, 30 de marzo. pag.55.

4.3 COMPONENTES DEL ESTÁNDAR DE CATEGORÍA DE ANÁLISIS

4.3.1 Desarrollo del Plan dentro de la Estrategia Metodológica. De acuerdo con el criterio de evaluación la persona es competente cuando obtiene los siguientes productos.

1. El inventario de equipo industrial seleccionado:
 - a) Está jerarquizado con sus características específicas,
 - b) Contiene la identificación de equipo, código, nombre, modelo y número de serie,
 - c) Contiene la ubicación física de los equipos seleccionados,
 - d) Describe las especificaciones de funcionamiento del equipo seleccionado, y
 - e) Contiene las especificaciones e información técnica del equipo seleccionado.
2. El reporte elaborado del diagnóstico del equipo industrial seleccionado:
 - a) Contiene el nombre del equipo,
 - b) Incluye la ficha técnica del equipo,
 - c) Especifica la ubicación física del equipo,
 - d) Describe las condiciones actuales del equipo, y
 - e) Tiene la bitácora de mantenimiento del equipo.

4.3.2 Implementación de la Estrategia Metodológica. De acuerdo al criterio de evaluación, la persona es competente cuando obtiene los siguientes productos.

1. El reporte elaborado de requerimientos para las actividades de mantenimiento industrial:
2. El documento elaborado para la orden de trabajo:
3. La lista de verificación elaborada de la realización de las actividades de mantenimiento:

4.3.3 Nivel de Conocimiento Profundo. De acuerdo al criterio de evaluación para este nivel, la persona es competente cuando posee los siguientes conocimientos en los diferentes tipos de mantenimiento industrial.

- 1) Correctivo
- 2) Preventivo
- 3) Predictivo
- 4) Autónomo

4.3.4 Desarrollo de nivel proactivo. La persona es competente cuando demuestra respuestas ante situaciones emergentes.

Ejemplo de situación emergente

- ✓ Persona accidentada en el sitio en el que se encuentra el equipo durante la realización de las actividades.

Respuesta esperada

- ✓ Avisar a las autoridades/jefe inmediato sobre el accidente.

4.3.5 Desarrollo del perfil de actitud. De acuerdo al esquema de valoración para este nivel, la persona es competente cuando demuestra las siguientes actitudes, hábitos, valores.

- 1) Iniciativa: La manera en que manifiesta la mejora de procesos o alguna acción para una mejor ejecución posterior.
- 2) Limpieza: La manera en que presenta los documentos y reportes libres de manchas, en buen estado, sin roturas y dobleces
- 3) Responsabilidad: La manera en que cumple en tiempo y forma con las actividades acordadas.

Adicionalmente, para la implementación de la Estrategia es necesario diseñar una **Celda de Mantenimiento**, pues el desarrollo de competencias en esta área, basada en el TPM (Mantenimiento Productivo Total), incluye los siguientes aspectos esenciales:

- 1) Formación de un Comité Promocional de TPM, que marque el camino a seguir y que enfoque los pasos de las diferentes actividades a realizar
- 2) Capacitar al personal de línea a calcular el indicador EGE - Efectividad Global del Equipo.
- 3) Definir los puntos por cada máquina que van a ser "Inspeccionados, Lubricados, Ajustados y de permanente Limpieza" por el operador en el Mantenimiento Autónomo.
- 4) Definir las capacitaciones necesarias, temas, diapositivas, ejemplos, expositores, evaluaciones y módulos de capacitación que permitirán definir y mantener estos conceptos en el tiempo.
- 5) Mantener una estadística de paradas de máquina, que permite tener datos para enfocar la mejora, por máquina y línea de producción.
- 6) Realizar actividades de reconocimiento del equipo/máquina por parte del Operador.
- 7) Definición de los tiempos de ciclo nominales (teóricos ó de diseño del fabricante) de cada máquina.
- 8) Definir e implementar el stock de repuestos claves que eviten/solucionen las paradas repetitivas.
- 9) Definir qué defectos de calidad se producen debido a las máquinas, y en que parte específica de la misma se producen los mismos.

De hecho, esta propuesta está soportada con sentido pragmático, al observar el porqué de las competencias para lograr una mejor respuesta en el programa que ofrece el Sena del centro tecnológico del Sur, a los estudiantes con una mejor efectividad laboral. La propuesta metodológica producto del presente trabajo se

realiza a partir del TPM, o sea, la optimización de todos los procesos productivos necesarios, para un mantenimiento productivo con calidad total, generando cero (0) desperdicios en recursos. La investigación está sustentada en el programa de Mantenimiento de Mecánica Industrial del Centro sur del Sena y desde esta posición se espera dejar planteadas alternativas de solución para el programa basado en competencias laborales.

Teniendo presente que la función más importante del mantenimiento autónomo es detectar y tratar con prontitud las anomalías del equipo, el modelo de taller que se presenta en la Figura 3, busca establecer las condiciones básicas para tener equipo bien mantenimiento. Las experiencias que se obtienen en este esfuerzo, son la retroalimentación para mejorar el diseño de los equipos que gradualmente se aproximarán al ideal: causas de interrupciones Vs Mantenimiento y Resultados con técnicas TPM y productiva.

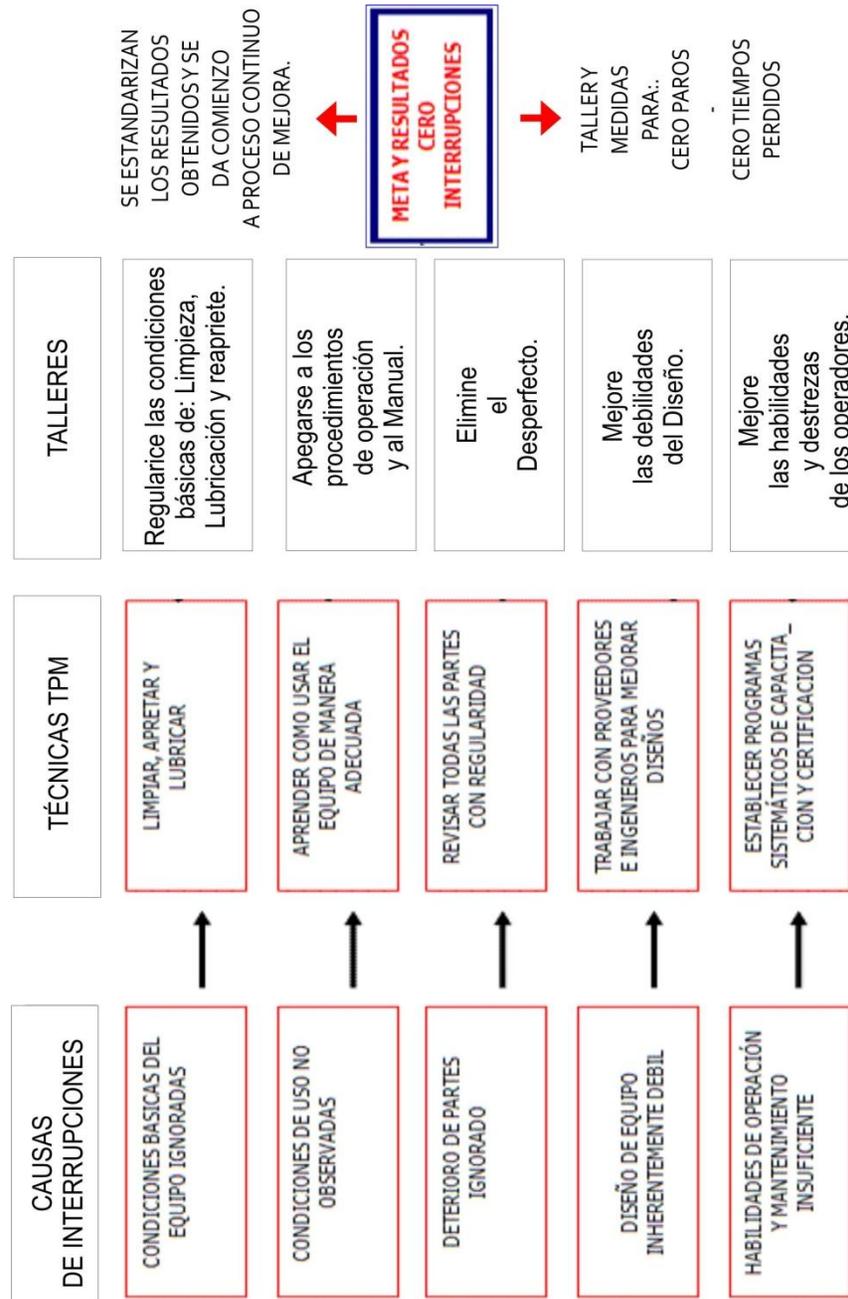
Por esta razón, y atendidos al principio de la Ingeniería Industrial de “reducircostosen la industria” una de las principales herramientas de la Estrategia para el desarrollo de competencias, basada en el TPM, son las Celdas de Manufactura, que son básicamente, dos o más procesos que agregan valor, unidos de una manera óptima²⁶, cuyo objetivo es fabricar una o más unidades de un mismo producto en un corto plazo, de modo que fácilmente se puedan adaptar o cambiar para producir otro producto semejante.

Para el caso del mantenimiento industrial y, específicamente, la preparación de esta nueva generación de técnicos y tecnólogos con visión científica, se requiere del apoyo de Celdas de Manufactura que les provean de recursos tecnológicos como maquinado CNC, robótica, manejo de materiales automatizado, almacenamiento y recuperación automática de materiales, identificación

²⁶ CÓRDOBA, E., Colciencias., Conocimiento y Competitividad. Bases para un Plan de Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad., Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, Colombia, 1993.

automática de partes, inspección con visión computarizada, redes de comunicación y protocolos industriales, para experimentar conceptos como manufactura flexible, ágil, reconfigurable, extendida y asistencia a distancia.

Figura 3. Meta y Resultados con técnicas TPM.



4.4 ASPECTOS RELEVANTES DE LA EVALUACIÓN

4.4.1 Detalles de la práctica. La evaluación se podrá llevar a cabo en situación real de trabajo o simulada en el Centro de Evaluación o instalaciones de la empresa respectiva; se deberá tomar en cuenta el tipo y las características de solicitud de mantenimiento que el cliente requiere para dar seguimiento a la evaluación del candidato en ese ámbito y en ese momento.

4.4.2 Apoyos/Requerimientos. Una persona que actúe como cliente en la simulación de la función para el proceso de evaluación; computadora con acceso a internet, una impresora, hojas para impresión, equipo industrial instalado o simulado cuando las condiciones lo requieran.

CONCLUSIONES

Al concluir este trabajo se determinó que la favorabilidad del manejo al programa de mantenimiento de SENA, es aceptable más no excelente. Lo anterior presenta falencias presentes en materia de infraestructura para la producción y en aras a la innovación de cada estudiante., y por falta de propuesta pedagógicas fortalecidas y encaminadas a convertir a los aprendices en trabajadores no solo con habilidades técnicas y funcionales, sino también como aprendices capacitados para solucionar problemas presentes en el área laboral y empresarial.

A su vez, el análisis de los vacíos existentes, se realizó mediante el diagnóstico que dio como resultado un intervalo de confianza, lo cual, nos revela la presencia de un personal que es apto pero no suficiente, para propender por una fase del mantenimiento en su concepción tradicional; sin embargo se debe mirar a una gestión propia en el manejo de habilidades y fortalezas, para que esta efectividad se adelante a las respuestas de los retos del futuro mediante un MPT y productiva (estrategias, personas, procesos y tecnología). De esta manera se tendrá un egresado más capacitado para desarrollar sobre la marcha la productividad de estos procesos de mantenimiento en los diferentes espacios empresariales y en la aplicación de la innovación en los diferentes contextos donde se situó el aprendiz en su formación laboral operativa.

En segundo lugar, la elaboración del marco teórico se tiene como resultado la presencia de un interés general en el ámbito industrial por desarrollar programas de destrezas alternativas en aras de la mayor efectividad en los técnicos, y que esta iniciativa se ha constituido en una filosofía enfocada hacia el propósito de transformar la actitud de todos los miembros de la comunidad industrial. Lo que se debe tener en cuenta es la necesidad en mejorar y adaptar la infraestructura de las empresas para generar un mejor desempeño de los aprendices y a su vez, tener una aceptación más amplia en el campo productivo.

Los aprendices e instructores deben de someter a un plan de mejoramiento productivo "TPM" (Mantenimiento Productivo Total), con una productiva (estrategias, personas, procesos y tecnología), como el antecedente de una propuesta contundente, ya que genera beneficios para el desarrollo del mantenimiento al comprometer un sistema productivo en una gestión de eficiencia y eficacia.

Cabe decir que en la conservación y buena utilización de equipos, maquinaria e instalaciones. Es así, que para tener en cuenta las sugerencias de los trabajadores involucrados en un plan de mantenimiento, los empresarios deben tomar conciencia de la importancia para el crecimiento económico y funcional de su compañía, el tener mantenimiento total (MPT), que permita cumplir con las expectativas de la clase empresarial operativa.

Al adelantar el análisis de Pareto (causa y efecto) y desarrollar el paralelo entre un antes y un después de un mejoramiento en manto, esencialmente se llega a la conclusión de que se propende por la búsqueda de perfiles prospectivos, es decir, personas que puedan conducir o colaborar eficazmente en proyectos de crecimiento y/o que contribuyan a crear condiciones óptimas para los mismos. Asimismo, redundará en una productividad, eficiencia y eficacia de un MPT (Mantenimiento productivo total.) y una productiva. (propuesta).

Como resultado de este mejoramiento, se puede decir que los perfiles de los técnicos y tecnólogos del Sena, las empresas dedicadas al mantenimiento de mecánica industrial del futuro, tendrán que reunir características imprescindibles como polivalencia, estrategia, actualización, liderazgo y estabilidad.

Desde este punto de vista, y en medio del contexto competitivo demarcado por el incesante cambio técnico innovador, también se ha logrado explicar la propuesta

de Mantenimiento Productivo Total, que en el fondo hemos denominado “científica”, porque estimula de manera permanente la autocrítica y la reflexión del aprendiz sobre el quehacer y los resultados de aprendizaje que logra a través de la vinculación activa de las cuatro fuentes de información para la construcción de conocimiento: El instructor – Tutor, El entorno, Las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), y El trabajo.

En cuanto a valoración y recomendación de este mejoramiento, la experiencia industrial de campo, más el corpus de las recientes investigaciones, denotan varias consideraciones que direccionan porqué acometer ésta propuesta de mejoramiento con un plan definido de MPT y productiva, pues se destaca el mejoramiento de estándares de calidad, la reducción de pérdidas en producción, el incremento de la recurrencia y la estabilidad de los procesos de manufactura, la reducción del trabajo físico y repetitivo, la obtención de mayor continuidad de la producción, el mejoramiento de la relación costo – beneficio, el predominio de visión abierta para dimensionar la necesidad, y selección de la oferta técnica y económica más viable en términos de tecnología.

Como resultado de esta gestión de mantenimiento, los aprendices deben garantizar la calidad de la formación en el marco de la formación por competencias, el aprendizaje por proyectos y el uso de técnicas didácticas activas que estimulan el pensamiento para la resolución de problemas simulados y reales; características éstas, que firmemente resaltan los componentes de actitud y aptitud que se adquieren dentro de un nuevo perfil, con las recomendaciones propias de implantación, las cuales deben ser seguidas de forma metódica y constante para lograr la optimización de los procesos en espacios del mantenimiento productivo total(MPT) y productiva (estrategias, personas, procesos y tecnología)..

6. RECOMENDACIONES

Dentro de los alcances de esta estrategia metodológica, que toma del TPM los elementos inherentes de una gestión orientada a la optimización de los activos empresariales a través de la eliminación total de las pérdidas, se tiene muy en cuenta, aquel por el cual el estudiante adquiere un sentido de pertenencia y de identificación a la hora de asumir las diferentes etapas de proceso productivo; lo que a su vez se transforma en oportunidades de mejora, pues académicamente, este pilar lleva implícito el propósito de aumentar las capacidades y habilidades de los graduados para asegurar una mayor competitividad.

La educación y la formación sobre la base del modelo curricular de esta tecnología en mantenimiento de mecánica industrial son imprescindibles para adaptar y preparar a los futuros expertos del área industrial, pero toda vez que se haga énfasis en los continuos cambios que se suceden en el entorno, se tiene como resultado que esta situación, que podría ser una amenaza, se convierta estratégicamente en una oportunidad sostenible por generaciones, para otros muchachos que lleguen esperanzados al centro metalmecánico del Sena a encontrar una alternativa para su proyecto de vida.

Sin embargo, para que esta perspectiva sea sostenible, es necesario y un aporte de primer orden el componente esta estrategia metodológica que actualiza el conocimiento de los estudiantes, retroalimenta y concientiza acerca del ámbito específico, al mismo tiempo que van avanzando las tecnologías, las técnicas y al mismo tiempo que lo demanda el mercado. Por tanto, y para lograr eficacia en el desarrollo de Proyectos, como éste, que también conlleva un componente

pedagógico de automatización en la productiva, se recomiendan a manera de extensión curricular, los siguientes tópicos metódicos interesantes:

- 1) Observar y conocer disponibilidad y tendencias –estado del arte– de la automatización en máquinas y procesos.
- 2) Procurar siempre un enfoque abierto y creativo frente a varias alternativas de automatización.
- 3) Conservar una mirada retrospectiva de cómo actuaría el ser humano u otros organismos en determinadas rutinas de acción.
- 4) Aplicar la estrategia integrada de índole mecatrónica.

Precisamente, es importante relacionar el papel de la automatización como componente vital del proceso de modernización enmarcado en las estrategias de reestructuración de servicios productivos prioritarios, pues al hablar hoy, de la competitividad y las ventajas comparativas, debe indagarse sobre la potencialidad de un país en relación con el componente tecnológico de innovación y la posibilidad de inserción y desarrollo de automatización industrial y de los nuevos modelos aplicados en la gestión empresarial.

En este sentido, un gran aporte de la especialización al discurso académico consiste en concientizar que la reconversión tecnológica no puede estar diseñada exclusivamente en atención al nivel de obsolescencia de los equipos, de las máquinas y los sistemas, sino en marchar en un sentido proactivo, pues toda forma de valoración unilateral induce equivocadamente al reemplazo no preparado de la capacidad instalada por equipos modernos de base informatizada.

Por esta razón, las actividades desarrolladas a la luz de esta especialización en docencia, y específicamente en este trabajo de grado, profundizan en la interdisciplinariedad como un factor clave en el fortalecimiento pedagógico y cuentan con la intervención de las diferentes áreas involucradas en el proceso

productivo; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos interdisciplinarios que emplean metodologías específicas y centran su atención en la eliminación de cualquiera de los errores existentes por desconocimiento del entorno académico, dando como resultado, la ampliación de la memoria por formas cada vez mejores de apropiarse del conocimiento.

Adicionalmente, se fortalece la integralidad académica al delinear la estructura del diseño del programa de mantenimiento, incluyendo en ello los componentes de conservación, confiabilidad y mantenibilidad de una especialización que también fortalece la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos sin importar su localización geográfica; lo que finalmente nos lleva a validar la utilización de sistemas de lógica de control que posibiliten eficazmente automatizar ciclos básicos de formación y de procesos, y así por etapas gradualmente, transitar por dominios más complejos de la automatización y del cambio técnico.

ANEXOS

ANEXO A: FORMA DE ENCUESTA A ESTUDIANTES

ENCUESTA A ESTUDIANTES DE ULTIMOS TRIMESTRES DE LA TECNOLOGIA DE MECANICA INDUSTRIAL SENA BOGOTA CENTRO METALMECANICO(CRA 30 AV 1 DE MAYO).

COMPETENCIAS ESPECIFICAS QUE DESARROLLA.

N01.-Requerimientos necesarios para desarrollo de actividades de órdenes de trabajo a plan de mantenimiento

N02.-corregir fallas y averías mecánicas de los bienes mediante actividades estratégicas de la empresa.

N03.-Organizar actividades de mantenimiento asignado a políticas de la empresa.

N04.-Predecir fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o normas internacionales.

N05.-Predecir fallas de equipos verificando el estado el bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o normas internacionales.

N06.-Controlar actividades de mantenimiento ejecutadas, frente a los planes establecidos.

N07.-Establecer actividades tácticas de mantenimiento de acuerdo a las políticas de la empresa.

N08.-Mejorar un bien o proceso mediante la modificación de un parámetro.

COMPETENCIAS	BUENA	REGULAR	DEFICIENTE	MALA
N01	X			
N02	X			
N03	X			
N04	X			
N05	X			
N06	X			
N07	X			
N08	X			
N09	X			

ANEXO B; FORMA DE ENCUESTA A EMPLEADOS

ENCUESTA A EMPLEADOS DE EMPRESAS VINCULADOS DE LA TECNOLOGIA DE MECANICA INDUSTRIAL SENA CENTRO METALMECANICO BOGOTA(CRA 30 AV 1 DE MAYO).

COMPETENCIAS ESPECIFICAS QUE MAS DESARROLLA.

N01.-Requerimientos necesarios para desarrollo de actividades de órdenes de trabajo a plan de mantenimiento

N02.-corregir fallas y averías mecánicas de los bienes mediante actividades estratégicas de la empresa.

N03.-Organizar actividades de mantenimiento asignado a políticas de la empresa.

N04.-Predecir fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o normas internacionales.

N05.-Predecir fallas de equipos verificando el estado el bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o normas internacionales.

N06.-Controlar actividades de mantenimiento ejecutadas, frente a los planes establecidos.

N07.-Establecer actividades tácticas de mantenimiento de acuerdo a las políticas de la empresa.

N08.-Mejorar un bien o proceso mediante la modificación de un parámetro.

COMPETENCIAS	SEMANAL	QUINCENAL	MENSUAL	ANUAL	TOTAL
N01	+				
N02	++				
N03	++				
N04		+			
N05	+				
N06	++				
N07	++				
N08	+				
TOTAL					

ANEXO C: FORMA DE ENCUESTA A INSTRUCTORES

ENCUESTA A INSTRUCTORES DE LA TECNOLOGIA DE MECANICA INDUSTRIAL DEL SENA CENTRO METALMECANICO DE BOGOTA (CRA 30 AV 1 DE MAYO) CON RESPECTO A LAS COMPETENCIAS ESPECIFICAS QUE SE DESARROLLAN EN EL CLAUSTRO DOCENTE

COMPETENCIAS QUE MAS DESARROLLA.

N01.-Requerimientos necesarios para desarrollo de actividades de órdenes de trabajo a plan de mantenimiento

N02.-Corregir fallas y averías mecánicas de los bienes mediante actividades estratégicas de la empresa.

N03.-Organizar actividades de mantenimiento asignado a políticas de la empresa.

N04.-Predecir fallas de los equipos verificando continuamente el estado del bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o normas internacionales.

N05.-Predecir fallas de equipos verificando el estado el bien frente a los parámetros establecidos por el fabricante o normas internacionales.

N06.-Controlar actividades de mantenimiento ejecutadas, frente a los planes establecidos.

N07.-Establecer actividades tácticas de mantenimiento de acuerdo a las políticas de la empresa.

N08.-Mejorar un bien o proceso mediante la modificación de un parámetro.

ENUCIAR CUANTAS VECES SI O NO, LOS ESTUDIANTES HAN DESARROLLADO SUS COMPETENCIAS ESPECIFICAS Y ACLARAR EL PORQUE DE LA NEGACIÓN O AFIRMACION.

COMPETENCIAS ESPECIFICAS	SI	NO	PORQUE
N01	X		Impacto formación en el área
N02		x	No impacto formación
N03		x	No impacto formación
N04	+		Impacto formación
N05	+		Impacto formación
N06		+	No impacto formación
N07		+	No impacto formación
N08		+	No impacto formación
TOTAL			

BIBLIOGRAFÍA

ALBARRÁN MARTÍNEZ, Francisco; Flores M.; Ana María Dévora y otros. Programa "Vinculación de la educación tecnológica con el sector productivo". Conclusiones del análisis. México, CEDEFT, 1989.

BASTOS TIGRE, Paulo. "Las tendencias internacionales en la electrónica". En La Tercera Revolución Industrial. Carlos Ominami (ed.), RIAL, Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires, 1986.

BERMÚDEZ Pedro, LONDOÑO PARRA Amanda, MERA Milton, TORRES RÍOS John. Trabajo de grado para optar el título de magister en alta dirección de servicios educativos Universidad de San Buenaventura Cali. 2014.

BEZ, ZULEMA. "Innovación tecnológica y requerimientos de calificaciones de los técnicos. Un estudio de caso". Buenos Aires, FLACSO, 1987.

BOUCLY, Francis, Gestión de Mantenimiento, Editorial AENOR, Madrid, 1999 p. 19.

CEPAL. "Transformación productiva con equidad. La tarea prioritaria del desarrollo de América Latina y el Caribe en los años noventa". Santiago, Chile, 1990.

COLCIENCIAS. Sistema Nacional de Innovación. Nuevos escenarios de la competitividad; Ciencia y Sociedad. 1998.

CÓRDOBA, E., Colciencias., Conocimiento y Competitividad. Bases para un Plan de Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad., Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, Colombia, 1993.

DIDRIKSSON, AXEL. (1994) ¿Modernización en la ciencia y tecnología?. México. El Financiero, 30 de marzo. pag.55.

DUCCI, M. (1997): El enfoque de competencia laboral en la perspectiva internacional.

DUCCI, MARÍA ANGÉLICA. "La formación profesional en el umbral de los 90. Un estudio de los cambios e innovaciones en las instituciones especializadas de América Latina". (2 vol.) Montevideo, CINTERFOR/OIT, 1990.

GÓMEZ CAMPO, VÍCTOR MANUEL. "Educación y empleo en Colombia: Implicaciones para la educación técnica y la formación profesional". En: Tendencias en educación y trabajo en América Latina: Resultados de un seminario regional. CIID, Canadá, 1989.

GÓMEZ CAMPO, VÍCTOR MANUEL. "Las modalidades de formación técnica y tecnológica: Una propuesta de reforma". En: Revista de ICFES. Bogotá, 1990, N°

GÓMEZ CAMPO, VÍCTOR MANUEL. Educación técnica y tecnológica en Colombia. Revista Javeriana, ISSN 0120-3088, Nº. 694, 2003, págs. 28-35

GONZÁLEZ, FRANCISCO JAVIER. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Madrid: Fundación Confemetal, 2003.

HARRIS, C.M. Handbook of acustical measurements and noise control. McGraw Hill, 1991.

JOSÉ A. DE SIMONE, ex especialista regional de la Unesco en Educación Técnico Profesional.

KELLY, A. Gestión del mantenimiento industrial. Madrid: Fundación Repsol, 1998.
MEN-SENA, f. d. (2012). Articulación de la Educación Media con la Educación superior, la Formación Profesional Integral y la Educación para el trabajo y el desarrollo humano, Lineamientos generales. Santa Fe de Bogotá.

Ministerio de Educación Nacional. (2010). Plan sectorial de educación 2011-2014.MEN. Bogotá

MONCHY, FRANÇOIS. Teoría y práctica el mantenimiento industrial. Barcelona: Masson, 1990.

PINILLA PACHECO, P. A. El fin de la educación y la deificación de la formación de capital humano, julio 11 de 2011, Sin ánimo de lucro: comienzo de una reforma educativa impostergable, septiembre 1 de 2011. El Observatorio de la Universidad Colombiana

POVEDA RAMOS, GABRIEL. "Ingeniería e historia de las técnicas". En Historia social de la ciencia en Colombia. Tomo V. Colciencias. Primera edición. Marzo de 1993.

REY, FRANCISCO. Hacia la excelencia en mantenimiento. Madrid: TGP Hoshin, 1996.

REY, Francisco. Manual del mantenimiento integral en la empresa. Madrid. FundaciónConfemetal, 2001.

SMITH, DAVID JOHN. Reliability, maintainability and risk: practical methods for engineers. Oxford etcButterworthHeinemann, 2001.

SOLA, C. y otros (2006). Aprendizaje basado en problemas: de la teoría a la práctica. Méjico: Trillas.

ST DERBY., Design of Automatic Machinery. Edit M., Dekken, 2005.