



## Renovación del plan de estudios en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Manabí

### Renewal of the study plan in the Mechanical Engineering career of the Technical University of Manabí

Joel Guillen-García<sup>I</sup>, Francisco Martínez-Pérez<sup>II</sup>, Leisis Villar-Ledo<sup>III</sup>, Armando Díaz-Concepción<sup>IV,\*</sup>, Alexander Alfonso-Álvarez<sup>V</sup>, Ángel Alexander Rodríguez-Soto<sup>V</sup>

I. Universidad técnica de Manabí, Puertoviejo. Ecuador.

II. Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, Centro de Estudios en Ingeniería de Mantenimiento, CEIM. La Habana, Cuba.

III. Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, Facultad de Ingeniería Industrial. La Habana. Cuba.

IV. Universidad de La Serena, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Mecánica. La Serena, Chile.

V. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Ingeniería Mecánica. Valparaíso, Chile.

\*Autor de correspondencia: [adiaz@mecanica.cujae.edu.cu](mailto:adiaz@mecanica.cujae.edu.cu)

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Recibido: 10 de mayo de 2022

Aceptado: 22 de junio de 2022

#### Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo proponer cambios en asignaturas que perfeccionen el conocimiento general de ingeniería y gerencia del mantenimiento en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Manabí. Se diseñaron dos encuestas para conocer cómo los egresados reflejaban sus conocimientos en el área del conocimiento de la ingeniería y gerencia del mantenimiento así como los requerimientos que se esperaba tuvieran para el sector industrial de la provincia de Manabí fundamentalmente así como se validaron estas herramientas a través del método de Kuder-Richard. Fueron

implementadas matrices de relación para saber si las asignaturas actuales, del plan de estudio del ingeniero mecánico cumplían con los requerimientos solicitados por el sector industrial. Los principales resultados obtenidos demostraron que no se cumplía con lo solicitado por lo que se propusieron dos nuevas asignaturas y sus objetivos que darán solución a las deficiencias detectadas.

**Palabras claves:** planes de estudio mantenimiento, gerencia de mantenimiento, método de Kuder-Richard.

#### Abstract

The objective was to propose changes in subjects to improve the general knowledge of engineering and maintenance management in the Mechanical Engineering career of the Technical University of Manabí. Two surveys were designed to know how the graduates reflected their knowledge in the area of maintenance engineering and management knowledge as well as the requirements they were expected to have for the industrial sector of the province of Manabí, fundamentally as well as validating these tools through the Kuder-Richard method. Relationship matrices were

implemented to know if the current subjects of the mechanical engineer's study plan complied with the requirements requested by the industrial sector. The main results obtained showed that they did not meet the requirements, so two new subjects and their objectives were proposed to solve the deficiencies detected.

**Key words:** maintenance study plans, maintenance management, Kuder-Richard method.

#### Cómo citar este artículo:

Guillen Garcia J, Martínez Pérez F, Villar Ledo L, Díaz Concepción A, Alfonso Álvarez A, Rodríguez Soto AA. Renovación del plan de estudios en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Manabí. Ingeniería Mecánica. 2022;25(3):650. ISSN 1815-5944.

## Introducción

En el nuevo contexto del desarrollo del mantenimiento surge la necesidad de capacitar y adiestrar al hombre, para mantener en el nivel máximo de eficiencia las máquinas, lo cual hace surgir la ingeniería y gerencia del mantenimiento, la cual se desarrolla con el propósito de garantizar el buen funcionamiento de las máquinas y la previsión de fallas en los equipos, aspectos, que de no garantizarse, conllevan a pérdidas económicas de la empresa, condiciones de trabajo inadecuadas, baja seguridad de los equipos y del personal.

La Universidad Técnica de Manabí (UTM) se encuentra en un proceso de rediseño curricular de las carreras. Para desarrollar este rediseño la universidad, es imprescindible analizar las necesidades y exigencias profesionales y sociales de la profesión; como parte del proceso de valoración de la pertinencia de la oferta formativa, que se brinda a través de la gestión curricular de las carreras. La universidad y en específico la UTM debe garantizar que sus estudiantes desarrollen las competencias necesarias para aprovechar eficazmente los recursos informativos, no sólo para su formación profesional, sino para favorecer un aprendizaje permanente a lo largo de toda su vida acorde para que así brinde su aporte al desarrollo local permitiéndose permanecer incluidos socialmente como lo plantea [1] en su investigación.

En el ámbito local la construcción de una petroquímica y el desarrollo de otras industrias de producción de bienes y servicios hace necesario disponer de profesionales en diferentes ámbitos de la mecánica, entre las cuales el mantenimiento debe tener un papel protagónico, la UTM y su escuela de ingeniería mecánica a pesar de formar profesionales en esta ingeniería y aparecer en su formación materias relacionadas con el mantenimiento, no satisface las características imprescindibles, hoy en día, en los profesionales, para brindar una respuesta adecuada en esta temática.

Las competencias son capacidades complejas que poseen distintos grados de integración y se manifiestan en una gran variedad de situaciones en los diversos ámbitos de la vida humana personal y social. Son expresiones de los diferentes grados de desarrollo personal y de participación activa en los procesos sociales [2]. Agrega la autora que toda competencia es una síntesis de las experiencias que el sujeto ha logrado construir en el marco de su entorno vital amplio, pasado y presente, las competencias constituyen no sólo el punto de partida de todo proceso de enseñanza y aprendizaje, sino que además, imprimen una dirección a todo el desarrollo curricular [3, 4] en esta investigación más que a las competencias los análisis se realizarán sobre los conocimientos y habilidades del graduado de ingeniero mecánica en la UTM respecto al área de la ingeniería y gerencia del mantenimiento.

En la investigación de [5] se propone fortalecer la competencia profesional en ingeniería de mantenimiento en la formación del ingeniero eléctrico del Instituto Tecnológico de Santo Domingo sobre la base de proponer cambios para fortalecer las competencias diseñar, crear y optimizar programas de mantenimiento, pero direccionada esta competencia al ingeniero eléctrico y por tanto queda sesgada su empleo para el ingeniero mecánico.

Por lo que la investigación tuvo como objetivo proponer cambios en asignaturas que perfeccionen el conocimiento general de ingeniería y gerencia del mantenimiento en la carrera de ingeniería mecánica de la Universidad Técnica de Manabí. Para cumplir con el mismo se utilizaron métodos de expertos, diseño de encuestas, matrices de relación. Como principal resultado obtenido estuvo que las asignaturas actuales no cumplían con los requerimientos planteados en el plan de estudio y con lo que solicitaba el sector industrial. Como principal conclusión se llegó a la propuesta de dos asignaturas, que van a dar respuesta a los objetivos del plan de estudio de la carrera del ingeniero mecánico de la UTM y que en su implementación contribuyen al fortalecimiento en la formación de estos egresados en el área de la ingeniería y gerencia del mantenimiento.

## Métodos y Materiales

Para la toma de decisiones en la investigación se seleccionaron un grupo de especialistas (profesores y administrativos docentes) de la UTM y se aplicó el método de cálculo de coeficiente de expertos para determinar si los mismos podían ser tomados para conformar el grupo de trabajo encargado de tomar decisiones y para apoyar en la investigación en los diferentes planteamientos que se hicieron [6, 7].

El documento rector, disponible en <https://www.utm.edu.ec/fcm/> correspondiente a la carrera de Ingeniería Mecánica, es el plan de estudio, en el mismo el objetivo general declarado es:

Formar profesionales con pensamiento crítico-propositivo, ético y ambientalista, con espíritu humanista y solidario, altamente capacitado para analizar, planificar, diseñar, construir, operar y gerenciar sistemas y componentes en procesos térmicos y mecánicos de la industria, comprometidos a la solución de los problemas del país, generando y aplicando conocimientos científicos y tecnológicos, capaces de utilizar los recursos disponibles para elevar la eficiencia de los diferentes procesos de producción y de servicio.

Dentro de los objetivos específicos relacionados a la pertinencia se pueden relacionar, tomando como base los específicos relacionados con el mantenimiento:

1. Gestionar los procesos de transformación de energía, mantenimiento y diseño, aplicando los fundamentos científicos y técnicos con responsabilidad y ética profesional.
2. Formar profesionales que sean capaces de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Mecánica, en cuanto a mantenimiento.

Para estimar el nivel de conocimiento sobre la ingeniería de mantenimiento de los egresados así como las necesidades del sector empresarial se diseñaron 2 encuestas, ambas fueron del tipo dicotómicas [8, 9] y para estimar su confiabilidad se optó por el método de Kuder-Richard (KR-20) [10, 11] las variables a medir fueron:

- El primer instrumento fue para conocer el nivel de conocimientos sobre la ingeniería y gerencia del mantenimiento en los egresados.

- Necesidades del sector empresarial en cuanto a los conocimientos de los egresados.

Se empleó la herramienta de matriz de correlación [12, 13] para conocer el estudio de relación entre variables a estudiar declaradas en los planes de estudios, para cumplir con este acápite se realizaron dos matrices, ellas fueron:

- Análisis de los objetivos declarados en el plan de estudios de la carrera de ingeniería Mecánica de la UTM con los objetivos declarados en las asignaturas.
- Comparación de los objetivos declarados en el plan de estudios de la carrera de ingeniería Mecánica de UTM con los requerimientos planteados por el sector industrial.

## Resultados y Discusión

Se seleccionaron un total de 10 especialistas (profesores y administrativos docentes) todos pertenecientes a la facultad de Ingeniería Mecánica de la UTM y dos doctores que asesoraron la investigación, se aplicó el método de cálculo de coeficiente de expertos para determinar si los mismos podían ser utilizados para apoyar en la investigación. Una vez aplicado lo descrito por [6] quedó conformado el equipo de trabajo por los expertos que se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Conformación del grupo de trabajo. Fuente: autores

No.	Actividad: cantidad	Especialidad	Experiencia profesional	Coefficiente de competencia K
1	Especialista en mantenimiento: 3	Ingeniero mecánico	28 años	0,83
			15 años	0,80
		Ingeniero mecánico	10 años	0,91
2	Director general: 1	Ingeniero mecánico	12 años	0,94
3	Profesores: 4	2 Ingenieros mecánicos, doctores en ciencia	38 años	0,88
			26 años	0,88
		Ingeniero electro mecánico	12 años	0,85
		Ingeniero mecánico, Master en ingeniería	11 años	0,79
4	Supervisor de carrera	Ingeniero mecánico	9 años	0,89
5	Profesor consultante	Ingeniero mecánico	38 años	1,00

De los resultados del coeficiente de competencias expuestos en la tabla 1 son mayores de 0.8 según se asume que todos los especialistas fueron tomados como expertos y formaron parte del grupo de trabajo, el grupo de expertos seleccionó al autor de la investigación como líder o facilitador del grupo.

### Diseño de la encuesta para estimar el nivel de conocimientos de los egresados

- Variable de Salida o Rendimiento: conocimientos sobre la ingeniería y gerencia del mantenimiento en los egresados.
- Indicadores
  - a) Durante la carrera
  - b) Después de graduado
- Ítems: 13

La muestra [14] fue dirigida, aleatoriamente y se seleccionaron egresados de los últimos 3 años de graduación, la forma de efectuar el llenado fue bajo una explicación directa del moderador, autor de la investigación, y fueron satisfechas las dudas en el momento de repartir el cuestionario. La muestra tomada y las reales ejecutadas se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Muestra de egresados. Fuente: autores

Año de graduación	Entregados	Recibidos
2017	25	20
2018	22	21
2019	28	25
Total	75	66

Una vez aplicada la encuesta a la muestra, en la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en este instrumento.

**Tabla 3.** Resultados obtenidos encuesta egresados. Fuente: autores

No.	Instrucciones. Marque con una X la respuesta que Ud. considere pertinente.	Si	No
1	¿Ha desarrollado su profesión en el mantenimiento?	60	6
2	¿En su formación recibió materias de gerencia del mantenimiento?	41	25
3	¿En su formación recibió materias de ingeniería del mantenimiento?	60	6
4	¿Desearía realizar una maestría en ingeniería y gestión del mantenimiento?	63	3
5	¿Ha recibido reconocimientos por su desempeño laboral?	34	32
6	¿Considera usted que la malla curricular cubre las necesidades del ingeniero mecánico en cuanto al conocimiento sobre mantenimiento?	18	48
7	¿Cree que se encuentra capacitado para laborar en el área de producción y servicios planeación y programación del mantenimiento?	12	54
8	¿Opina que se encuentra capacitado para laborar en el área de organización del trabajo (métodos, tiempos y procesos)?	20	46
9	¿Entiende que se encuentra capacitado para laborar en el área gestión del mantenimiento?	17	49
10	¿Cree que se encuentra capacitado para laborar en el área de Ingeniería del mantenimiento?	18	48
11	¿Estima que se encuentra capacitado para laborar en el área de inspección y diagnóstico del mantenimiento?	17	49
12	¿Opina que se encuentra capacitado para laborar en el área, gestión de la lubricación?	14	52
13	¿Considera que se encuentra capacitado para laborar en el área de control del mantenimiento?	17	49

En la tabla 3 se observa que el total de respuestas **Si** fueron de 391 donde la mayor cantidad de respuestas positivas las obtuvieron los ítems del 1 al 4, esto dice que los encuestados si habían recibido materias dirigidas a la ingeniería y gestión del mantenimiento. El ítem de mayor puntuación fue el 4, indica que los mismos desean una educación posgraduada o de IV Nivel. Un análisis de los elementos constitutivos del instrumento se presenta en la tabla 4.

**Tabla 4.** Resultados de los elementos del diseño. Fuente: autores

Indicador	Ítems que lo evalúa	Nivel de respuestas	
		Si	No
Durante la carrera	1 - 3	161,00	37,00
Valor medio (66 encuestados)		2,44	0,56
Después de graduado	4 - 13	234,00	430,00
Valor medio (66 encuestados)		3,54	6,51
Conocimientos sobre la gerencia e ingeniería del mantenimiento en los egresados.		391,00	467,00
Valor medio (66 encuestados)		5,92	7,08

Del análisis de las tablas 3 y 4 se pudo inferir que los egresados recibieron asignaturas con materias específicas a la gestión del mantenimiento pero que las mismas no completaban el nivel de conocimientos necesarios para su posterior desarrollo en las empresas de producción y de servicio. Se obtuvo afinidad en la respuesta del ítem 4, pero la variable B (conocimientos de postgrado) muestra una prevalencia de los **No** con un promedio de 6,51 en este renglón afirmando su no preparación en estos conocimientos.

### Análisis de la confiabilidad de la encuesta a egresados

Partiendo de que la encuesta es dicotómica, donde solo se aceptó Si o No, dos valores 1 y 0 sustituyendo las variables cualitativas en cuantitativas se optó por el método de Kuder-Richard (KR-20), en la tabla 5 se muestra un resumen.

**Tabla 5.** Análisis de confiabilidad del instrumento egresados. Fuente: autores

Pregunta	Si	No	$\Sigma p \cdot q$	VT	K-R20
1 - 13	391	467	2,19	13,79	0,84; 84 %

Sobre la base de la metodología de Kuder-Richard y los niveles propuestos para especificar el nivel de confiabilidad de la encuesta, se puede afirmar que dado que si alcanzó un valor de 84 %, se cataloga como excelente y por tanto los datos obtenidos de este análisis pueden ser tomados para posteriores investigaciones.

### Instrumento para conocer las necesidades de las empresas de los conocimientos de los egresados sobre ingeniería de mantenimiento

- Variable de Salida o Rendimiento: requerimientos sobre conocimientos de la gerencia e ingeniería del mantenimiento en las empresas.
- Indicadores

## A. Condiciones actuales de la empresa

## B. Recursos humanos

- Ítems: 33

La muestra se eligió aleatoriamente y se seleccionaron las empresas de la provincia de Manabí en los cantones de Portoviejo, Manta, Chone, Jipijapa, Calceta. La forma de efectuar el llenado de la encuesta fue explicada por el moderador, se aclararon las dudas presentadas en el momento de aplicar el cuestionario. También se les permitió la posibilidad de entregar las mismas mediante correo personal. Por este medio se recogieron 25 encuestas, las otras fueron obtenidas en el sitio de aplicación de forma directa, la muestra final y los reales se muestran en la tabla 6.

**Tabla 6.** Muestra de empresas por cantones. Fuente: autores

Cantones	Entregados	Recibidos
Manta	38	34
Portoviejo	26	22
Chone	9	7
Jipijapa	8	6
Calceta	7	4
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>73</b>

Una vez presentados el diseño y la muestra así como la explicación en el procedimiento de recolección de los datos en la tabla 7, se muestran los resultados obtenidos con este instrumento.

**Tabla 7.** Resultados obtenidos encuesta empresas. Fuente: autores

No.	Instrucciones. Marque con una X la respuesta que Ud. considere pertinente.	Si	No
1	¿Su empresa tiene un plan de mantenimiento?	70	3
2	¿Cuenta su Empresa / Mecánica / Taller con personal calificado para realizar la función de mantenimiento?	24	49
3	¿Dispone su Empresa / Mecánica / Taller con profesionales?	72	1
4	¿Considera la gestión de mantenimiento como un proceso que agrega valor a los resultados obtenidos en la producción?	70	3
5	¿Cuenta su empresa con técnicos con el conocimiento necesario de la gestión de mantenimiento?	12	61
6	¿Posee su empresa un departamento o área de mantenimiento establecido en su organigrama?	72	1
7	¿Existen técnicos para elaborar las tareas de mantenimiento de los equipos?	58	15
8	¿El encargado de liderar el área de mantenimiento, tiene título o está reconocido en mantenimiento?	25	48
9	¿El personal relacionado con el mantenimiento conoce los diferentes tipos que existen?	16	57
10	¿Alguna vez ha realizado auditorías de mantenimiento?	9	64
11	¿Los técnicos que realizan el mantenimiento tienen los conocimientos para realizar auditorías del mantenimiento?	3	70
12	¿Tiene dentro de su entidad una base de datos o sistema que permita almacenar información acerca del mantenimiento de sus equipos?	68	5
13	¿Cuenta usted con personal capacitado para desempeñar estas funciones?	4	69
14	¿Considera usted que es importante realizar análisis de criticidad de sus equipos para determinar qué posición toma cada uno dentro de sus operaciones?	71	2
15	¿Cuenta usted con personal con el conocimiento que puedan realizar análisis de criticidad de sus equipos en su Empresa / Mecánica / Taller?	6	67
16	¿Tiene en cuenta las fallas registradas?	71	2
17	¿Tiene en cuenta las condiciones de operación?	71	2
18	¿Posee su Empresa / Mecánica / Taller personal con el conocimiento necesario para realizar análisis de fallas de sus equipos.	6	67
19	¿En su empresa realizan planeación de mantenimiento?	68	5
20	¿Planean el mantenimiento de cada equipo de la empresa?	68	5
21	¿Se hace la planeación la planificación de los recursos necesarios para las actividades de mantenimiento?	67	6
22	¿Cuenta usted con personal con el conocimiento que puedan realizar planeación del mantenimiento de sus equipos en su Empresa / Mecánica / Taller?	5	68
23	¿Dentro de su empresa cuenta con un grupo de operarios dedicado a las tareas de mantenimiento de sus equipos?	68	5
24	¿Usted selecciona el personal teniendo en cuenta alguna habilidad o capacidad específica para las tareas o los entrena para estas tareas?	68	5
25	Al ser contratados los operarios, ¿se les comunican sus responsabilidades en cuanto a la limpieza y mantenimiento de sus equipos?	69	4
26	Cuando se planea alguna actividad de mantenimiento, ¿se realiza teniendo en cuenta qué operario la va a realizar para poder comunicárselo?	69	4

No.	Instrucciones. Marque con una X la respuesta que Ud. considere pertinente.	Si	No
27	Cuando algún operario realiza alguna actividad de mantenimiento, ¿alguien lo supervisa o revisa el trabajo para poder darle retroalimentación?	68	5
28	¿Acceden los técnicos de mantenimiento, los especialistas o personal directivo a cursos de superación?	1	72
29	¿Opina usted que es necesario estos cursos?	73	0
30	¿Opina usted que en la actualidad existen opciones para enviar a sus especialistas, operadores, o personal directivo a cursos de superación?	1	72
31	¿Opina usted que sería necesario contar con opciones de superación para sus especialistas, operadores, o personal directivo?	72	1
32	¿Valora usted como válido el conocimiento de los egresados de la universidad en la gestión del mantenimiento?	15	58
33	¿Valora usted como válido el conocimiento de los egresados de la universidad en la ingeniería del mantenimiento?	15	58

En la tabla 8 se muestran de forma compilada un análisis de los elementos constitutivos del instrumento.

**Tabla 8.** Resultados de los elementos del diseño. Fuente: autores

Indicador	Ítems que lo evalúa	Nivel de respuestas	
		Si	No
Condiciones actuales de la empresa	1, 2, 3, 4, 6, 7, 12, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31	1337,00	123,00
Valor medio (73 encuestados)		18,31	1,68
Recursos humanos	5, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 22, 28, 30, 32, 33	118,00	831,00
Valor medio (73 encuestados)		1,62	11,38
Requerimientos sobre la ingeniería y gerencia del mantenimiento en las empresas.		1455,00	954,00
Valor medio (73 encuestados)		19,93	13,10

Realizado los análisis de las tablas 7 y 8 se obtuvo que el total de respuestas **Si** fue de 1455 donde la mayor cantidad de respuestas positivas las obtuvieron los ítems que evaluaban el indicador A, correspondientes a condiciones actuales de la empresa, con un total 1337 para un promedio de 18,31. Los ítems que evaluaban el indicador B obtuvieron un valor de Si de 118 para un 1,62.

Al igual que en la anterior encuesta se empleó el método de Kuder-Richard (KR-20), en la tabla 9 se muestra un resumen

**Tabla 9.** Análisis de confiabilidad del instrumento empresas. Fuente: autores

Pregunta o ítems	Si	No	$\Sigma p \cdot q$	VT	K-R20
1 - 33	1455	954	2,30	18,56	0,90; 90 %

Al igual que en el instrumento anterior como el valor de confiabilidad alcanzo un valor de 90 % se asumen como confiables los resultados alcanzados.

De un análisis integral de ambos instrumentos se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

1. Los estudiantes de la carrera de ingeniería Mecánica de UTM reciben asignaturas relacionadas con la gestión e ingeniería de mantenimiento.
2. Esas asignaturas, actualmente, no tienen los contenidos que les permita obtener los conocimientos necesarios para su posterior desempeño en el sector industrial o de servicios.
3. Las empresas de Manabí cuentan con personal graduado de ingeniería mecánica, los conocimientos necesarios en la gerencia e ingeniería de mantenimiento son insuficientes.
4. El sector industrial reconoce la necesidad de implementar mejores estrategias que las actuales en cuanto a mantenimiento, pero para esto no cuenta con profesionales con los conocimientos necesarios.
5. En la encuesta a los egresados se manifiesta la necesidad de cursos de maestría o de IV nivel de enseñanza. En la encuesta realizada a las empresas se manifiesta la necesidad de estos cursos, pero también manifiestan las pocas opciones con que se dispone en la actualidad, quedando validada la necesidad de implementar cursos de posgrado referentes al tema de la gerencia y la ingeniería de mantenimiento en Manabí.
6. De los resultados globales de las dos encuestas, se pudo concluir que aunque en la UTM y en específico en la carrera de Ingeniería Mecánica se imparten temas referidos al mantenimiento, los mismos no cumplen con las expectativas y necesidades de los egresados ni en lo que necesita el sector industrial y de servicios por lo que se puede inferir la necesidad de proponer cambios en la forma en que se imparten ambos conocimientos.

## Análisis de los objetivos declarados en el plan de estudios de la carrera de ingeniería Mecánica de con los objetivos declarados en las asignaturas

Para este análisis se utilizó la herramienta de matriz de relación, donde en una columna se establecieron los objetivos planteados en las asignaturas que tributan directamente al área del conocimiento del mantenimiento y en la fila inicial los objetivos que se plantean en el plan de estudios.

Las dos asignaturas que tributan directamente al área del mantenimiento son:

1. Ensayos no destructivos, la cual se imparte en el IV semestre de la carrera con una duración total de 80 horas, de ellas, 32 horas presenciales y las 48 horas restantes, en prácticas estudiantiles y trabajo autónomo, ejemplos: consultas, ejercicios individuales o en grupos de trabajo, seminarios, etc.
2. Mantenimiento Industrial, se imparte en el semestre X y tiene una distribución de 160 horas lectivas, 64 presenciales y en trabajos autónomo 96 horas.

Los objetivos de la carrera relacionados con el mantenimiento son:

- Gestionar la implementación, operación y mantenimiento de estos sistemas de ingeniería.
- Planear, desarrollar y controlar programas de mantenimiento de plantas industriales y de servicios.
- Controlar el servicio de mantenimiento y reparación de máquinas y equipos.
- Participar en grupos interdisciplinarios para la elaboración de proyectos que abarcan más allá de su área.
- Hacer uso de las TIC para investigar y formular modelos matemáticos, que optimicen o simulen procesos y prototipos incluyendo los de mantenimiento.

En la tabla 10 se muestran los objetivos que se precisan en cada una de las asignaturas antes mencionadas.

**Tabla 10.** Objetivos declarados en las asignaturas. Fuente: autores

Asignaturas	Objetivo
Ensayos no destructivos	1. Apreciar la calidad y propiedades de los materiales usados en la industria
	2. Identificar los métodos de inspección de materiales
	3. Mostrar la defectología de materiales y componentes
	4. Demostrar el uso de los equipos empleados en las inspecciones
	5. Ejecutar los procedimientos establecidos en las normas y códigos
Mantenimiento Industrial	1. Analiza, describe y tiene la visión empresarial
	2. Maneja criterios y conceptos de máquinas y equipos.
	3. Analiza y establece diferencias sobre el mantenimiento.
	4. Maneja criterios y conceptos de la gestión del mantenimiento
	5. Conoce y analiza fallas y fugas en sistemas hidráulicos.

Tomando como base lo planteado anteriormente en cuanto a los objetivos planteados en el plan de estudios de la carrera y los objetivos planteados en la tabla 10 se realizó una matriz de correlación para establecer las posibles relaciones entre los mismos, en la tabla 11 se muestra esta matriz.

**Tabla 11.** Matriz de relación objetivo plan de estudio y asignaturas. Fuente: autores

Asignaturas	Objetivo	Objetivos plan de estudio					
		I	II	III	IV	V	$\Sigma$
Ensayos no destructivos	1		3	1			4
	2	1		3			4
	3			3			3
	4			3			3
	5			3	9		12
Mantenimiento Industrial	1		3	1			4
	2		3	9			12
	3	1	3	3	1		8
	4	9	9	9	3	3	33
	5		1	3			4
		11	25	44	4	3	87

Para el análisis de la matriz, tabla 11, se tomó como base la suma en la horizontal, para de este modo, establecer como se relacionan cada objetivo de las asignaturas (las que tienen impacto directo en el área del mantenimiento) con los objetivos del plan de estudio dirigidos al mantenimiento y en la vertical con cada objetivo del plan de estudio se puede dar cumplimiento a los objetivos de la asignatura, obteniéndose los siguientes resultados:

- En un análisis horizontal se muestra que los objetivos de las asignaturas no dan solución, de forma general, a los objetivos declarados en el plan de estudio.
- El objetivo 4 de la asignatura Mantenimiento industrial tiene una fuerte relación con los objetivos del plan de estudios.

- El objetivo 5 de la asignatura Ensayos no Destructivos y el 2 de la asignatura Mantenimiento industrial tienen un ligero impacto con los objetivos del plan de estudio pero aún esta relación es baja ya que no llega ni al valor promedio de 15 que sería una relación media.
- El objetivo 5 de la asignatura Ensayos no Destructivos y el 2 de la asignatura Mantenimiento industrial tienen una relación baja con los del plan de estudio, ya que no llegan ni al valor promedio de 15 que sería una relación media.
- El resto de los objetivos de las asignaturas tiene un vínculo muy bajo, incluyendo varios donde solo tiene relación media o baja con algún objetivo del plan de estudio.
- En un análisis en la vertical se obtuvieron resultados similares, están relacionados de forma baja entre sí los objetivos del plan de estudio con los objetivos de las asignaturas, esto significa que las asignaturas no dan respuesta a los objetivos planteados en el plan de estudio.
- Solo el objetivo 3: controlar el servicio de mantenimiento y reparación de máquinas y equipos, está relacionado con los objetivos de las asignaturas con un valor de relación de 44, superior a 30 que fue el valor menor de una relación media.
- El resto de los objetivos del plan de estudios presentan una relación baja con los objetivos de las asignaturas.

En un análisis conjunto entre los resultados de la matriz de la Tabla 11 y los obtenidos en la encuesta a los egresados se demostró que los objetivos planteados, en ambas asignaturas, no cumplen con las necesidades o expectativas de estos egresados en cuanto a sus conocimientos en el área del mantenimiento en su forma general y por tanto se valida la necesidad de realizar un cambio en la forma en que se imparten los conocimientos del mantenimiento en la carrera.

#### **Comparación de los objetivos declarados en el plan de estudios de la carrera de ingeniería Mecánica con los requerimientos planteados por el sector industrial**

Utilizando como herramienta la matriz de relación, al igual que en el epígrafe anterior, se determinaron los conocimientos que el sector industrial reclama de los egresados en esta área. Estos requerimientos quedaron relacionados de la siguiente manera:

1. Organización del mantenimiento
2. Planificación del mantenimiento
3. Ingeniería del mantenimiento
4. Control del mantenimiento

En la tabla 12 se muestra la matriz de relación, tomando como base que en la vertical se situaron los objetivos declarados en el plan de estudio y en la horizontal, se expusieron los requerimientos o saberes que espera el sector industrial que tengan los egresados en el área del mantenimiento.

**Tabla 12.** Matriz de relación entre objetivos declarados en el plan de estudios y los requerimientos del sector industrial. Fuente: autores

Objetivos de carrera	Requerimiento de saberes de la industria				$\Sigma$
	A	B	C	D	
I	9	9	9	9	36
II	3	9	9	9	30
III	3		9	9	21
IV	9	9	9	9	36
V	9	9	9	9	36
$\Sigma$	33	36	45	45	159

Del análisis de la matriz de relación tabla 12, se pudo llegar a las siguientes conclusiones, tomando como base para este análisis, el mismo procedimiento descrito anteriormente:

- Los objetivos de la carrera, en un análisis horizontal, tienen una fuerte relación con los requerimientos que necesita el sector industrial que tengan estos egresados, tres de ellos, obtuvieron los mayores valores de relación posible, 36 y solo el objetivo 3, Controla el servicio de mantenimiento y reparación de máquinas y equipos, obtuvo un valor menor al resto, pero superior al valor promedio, que en este caso, es 12.
- De los requerimientos del sector industrial, según el análisis en la vertical, los requerimientos III y IV obtuvieron el máximo posible de relación, 45.
- Los requerimientos I y II, aunque no obtuvieron la misma puntuación si obtuvieron un valor por encima de una valor promedio de relación mínimo que fue de 15.



Del análisis general se pudo concluir que los objetivos planteados en el plan de estudio están en consonancia con lo que solicita el sector industrial en cuanto a conocimientos de los egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica de la UTM, relacionados con el mantenimiento.

Analizando de forma conjunta los resultados de ambas matrices, tabla 11 y tabla 12 se pudo concluir sobre la necesidad de implementar cambios en las asignaturas del plan de estudios de la carrera. Esto es debido a que si bien los objetivos del plan de estudios están en consonancia con los requerimientos que plantean el sector industrial los mismos no se resuelven con los objetivos de las asignaturas, que se imparten en la actualidad, referente a los conocimientos del mantenimiento.

### **Propuesta de reforma curricular en la componente de ingeniería y gerencia de mantenimiento en la formación de pregrado del Ingeniero Mecánico de la UTM**

Partiendo de lo planteado como conclusión general en el epígrafe anterior, donde se demostraba que las asignaturas que en la actualidad se imparten y que tiene relación directa con los conocimientos en el área del mantenimiento, no guardan una relación con los objetivos planteados en el plan de estudio así como tampoco dan respuestas a los requerimientos planteados por el sector industrial y de servicios referidos a los conocimientos y habilidades que deben tener estos egresados en cuanto al mantenimiento, y donde si se establecía que el plan de estudio si está en consonancia con los requerimientos del sector industrial se plantea como forma de dar solución a esta problemática existente, cambiar o reformar el currículo de las asignaturas que impactan de forma directa con la enseñanza de la ingeniería y gerencia del mantenimiento en las materias de ensayos no destructivos y mantenimiento industrial.

La propuesta de cambio de estas asignaturas se realizará sobre la base de no afectar la cantidad de horas que tienen las anteriores en el pensum de la carrera así como su posición en el semestre de enseñanza, estos requerimientos se proponen para no realizar cambios significativos que conlleven afectaciones al plan de estudio vigente. Solo se propondrán cambios internos, considerar que en las propuestas, deben modificarse los nombres de las dos asignaturas que existen.

La primera debe titularse, Gestión del Mantenimiento, y dentro de sus objetivos se propone incluir: Saber las características de la gerencia del mantenimiento y el argumento de organización, planificación, ejecución y control, tabla 13. Total de horas 80, 32 horas presenciales y 48 de prácticas estudiantiles y trabajo autónomo, 2 h, objetivos propuestos:

#### **Propuesta de contenidos de la asignatura Gestión de Mantenimiento**

1. Analizar la evolución conceptual de la actividad del mantenimiento.
2. Determinar la importancia de las estrategias, las políticas de mantenimiento.
3. Analizar los sistemas de gestión de la información, GMAC, las Órdenes de Trabajo. La gestión de indicadores técnico – económicos en el mantenimiento.
4. Saber el concepto de gestión de mantenimiento y sus elementos integrantes.
5. Saber que es la planificación y programación en el mantenimiento, la tercerización.
6. Determinar aspectos básicos de la inspección y diagnóstico en el mantenimiento.
7. Determinar de forma general como evaluar la función mantenimiento.
8. Analizar los principios básicos de la calidad y el empleo de herramientas básicas, la seguridad y la eficiencia energética en el mantenimiento.
9. Estudiar aspectos generales de la lubricación.
10. Estudiar aspectos generales de la gestión de flotas del transporte.

#### **Propuesta de objetivos y horas de la asignatura Tecnologías de inspección y diagnóstico**

##### **Objetivos:**

1. Analizar los aspectos básicos relativos a la gestión de procesos de inspección y diagnóstico industrial de equipos estáticos y máquinas rotatorias.
2. Determinar las técnicas de análisis de riesgo industrial y la inspección basada en riesgo en equipos estáticos.
3. Analizar las técnicas de ensayos no destructivos como herramientas de la inspección y diagnóstico de equipos estáticos.
4. Estudiar la técnica de termografía infrarroja y su aplicación para la detección de fallos en equipos estáticos y máquinas rotatorias.
5. Analizar los elementos básicos de la medición y el análisis de vibraciones como parámetro síntoma fundamental en el diagnóstico de equipos rotatorios. Conocer la evaluación del comportamiento mecánico de máquinas rotatorias.
6. Analizar el fundamento del control estadístico multivariable de proceso y la aplicación de la técnica de componentes principales.

**Horas:**

Total de horas 160 de ellas 64 horas presenciales, y 96 de prácticas estudiantiles y trabajo autónomo, 4 h por semana. Semestre X.

**Análisis de los objetivos declarados en el plan de estudios de la carrera de ingeniería Mecánica de la UTM con los objetivos declarados en las asignaturas propuestas**

Para este análisis se realizó el mismo proceso que en los epígrafes anteriores. La diferencia radica que en este caso, se analizó si los objetivos que plantea el plan de estudio eran cubiertos con los objetivos planteados en las asignaturas propuestas. En la tabla 13 se muestra la matriz de relación.

**Tabla 13.** Matriz de relación de los objetivos de las asignaturas propuestas vs objetivos plan de estudios.  
Fuente: autores

Asignaturas propuestas	Objetivos	Objetivos del plan de estudio					$\Sigma$
		I	II	III	IV	V	
Gestión del mantenimiento	1	9	3	3	3	3	21
	2	9	9	9	9	3	39
	3	9	9	9	9	9	45
	4	9	9	9	9	3	39
	5	9	9	3	9	9	39
	6	3	9	9	9	9	39
	7	3	9	3	9	3	27
	8	9	9	3	9	9	39
	9	3	9	9	9	3	33
	10	9	9	9	9	3	39
Tecnologías de inspección y diagnóstico.	1	9	9	9	9	3	39
	2	9	9	9	9	3	39
	3	3	9	9	9	9	39
	4	3	9	9	9	9	39
	56	3	9	9	9	9	39
		3	9	9	9	9	39
		102	138	120	138	96	594

Del análisis de la matriz, en cuanto a la relación entre los nuevos objetivos de las asignaturas propuestas y los objetivos del plan de estudio del ingeniero Mecánico de la UTM, expuestos en la Tabal 15 se pudo llegar a las siguientes conclusiones, tomando como base la misma metodología que en los epígrafes anteriores, donde en la horizontal se estableció la relación entre objetivos de las asignaturas propuestas con los objetivos del plan de estudio.

- Que los objetivos de las asignaturas, Gestión del mantenimiento y en específico los objetivos 1 y 7 son los de menores valores de relación obtenidos, no obstante se pudo afirmar que los mismos tienen un grado de relación superior al valor promedio, 15.
- Que el resto de los objetivos tienen valor de relación altos, destacándose los de la asignatura Tecnologías de inspección y diagnóstico, que presentan alto grado de relación.
- En cuanto a un análisis en la vertical se obtiene que el objetivo del plan de estudio, en cuanto a “hacer uso de las TIC para investigar y formular modelos matemáticos, que optimicen o simulen procesos y prototipos incluyendo los de mantenimiento”, es el de menor grado de relación. No obstante el mismo alcanza un valor de 96 puntos superior al valor promedio a alcanzar que es de 48.
- Se debe destacar que los objetivos 2 y 4 del plan de estudios, alcanzan valores de 138 donde el valor máximo posible a alcanzar es de 148.

Como conclusión de este análisis se pudo argumentar que:

- Las asignaturas propuestas cumplen con los objetivos planteados en el plan de estudio de la carrera del Ingeniero Mecánico de la UTM.
- Que por correspondencia con estos objetivos planteados en el plan de estudio, se demostró en la tabla 13, que tienen correspondencia con los requerimientos del sector industrial, atendiendo a los conocimientos que ellos esperan que tengan los ingenieros mecánicos egresados de la UTM.
- Estos objetivos también dan solución a estos requerimientos.

Por todo lo antes planteado y tomando como base que esta nueva propuesta se fundamentó, de forma general, en solo cambiar asignaturas, donde el plan de estudio no va confrontar problemas de alteraciones en sus horarios ya que las asignaturas propuestas se introducirán en las ya existentes se puede afirmar que de aceptarse estos cambios por el concejo universitario. Se contribuirá a mejorar los conocimientos de los egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica de la UTM en el área del conocimiento del mantenimiento y así cumplir con lo planteado en el plan de estudio y con los requerimientos que solicitan el sector industrial de la provincia Manabí.

## Conclusiones

De la aplicación de una encuesta se obtuvo que los egresados de la carrera de ingeniería mecánica de la UTM, no poseen las competencias en el área de la ingeniería y gerencia del mantenimiento que necesita el sector industrial de la provincia de Manabí.

Se propusieron dos asignaturas, que van a dar respuesta a los objetivos del plan de estudio de la carrera del ingeniero mecánico de la UTM y que en su implementación contribuyen al fortalecimiento en la formación de estos egresados en el área de la ingeniería y gerencia del mantenimiento.

## Referencias

1. Pirela Morillo J, Cortés Vera JJ. The development informational competencies in university students: Experience and perspectives of two Latin-American universities. *Investigación bibliotecológica*. 2014;28(64):145-172. DOI: [10.1016/S0187-358X\(14\)70913-X](https://doi.org/10.1016/S0187-358X(14)70913-X)
2. Domínguez Serrano M, Blancas Peral FJ. Evaluando competencias en la asignatura Análisis Multivariante de Indicadores en Criminología. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*. 2016;5:14-27.
3. Salgado F. Diseño de programas de asignaturas basados en competencias y su aplicación en la Universidad del Bío-Bío, *Revista Ingeniare*. 2012;20(2):267-278. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052012000200013>
4. Zúñiga Meléndez AR, Leiton JA, Rodríguez N. Del sistema educativo tradicional hacia la formación por competencias: Una mirada a los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria de Mendoza Argentina y San José de Costa Rica *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 2014;11(2):145-159. [http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2014.v11.i2.03](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i2.03)
5. Aybar Mejía M, Castillo Serpa A. Evaluación de los contenidos de Ingeniería de Mantenimiento en la formación del Ingeniero Eléctrico en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*. 2018;10:108-125.
6. Cabero Almenara J, Barroso Osuna J, Palacios Rodríguez A, Llorente Cejudo C. Marcos de Competencias Digitales para docentes universitarios: su evaluación a través del coeficiente competencia experta. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 2020;23(3):17-34.
7. Becker J, Becker A, Sařabun W. Construction and Use of the ANP Decision Model Taking into Account the Experts' Competence. In: *International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems*. Marseille, France; 2017.
8. García Aracil A, Palomares Montero, D. Indicadores para la evaluación de las instituciones universitarias: validación a través del método Delphi, *Revista Española de Documentación Científica*. 2012;35(1):119-144.
9. Osadebe P. Construction of Valid and Reliable Test for Assessment of Students, *Journal of Education and Practice*. 2015;6(1):95-106.
10. Contreras Espinoza S, Novoa Muñoz F. Ventajas del alfa ordinal respecto al alfa de Cronbach ilustradas con la encuesta AUDIT-OMS. *Rev Panam Salud Pública*. 2018;42:e65. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.65>
11. Parthiban S, Rodrigues P. Kuder-Richardson Reputation Coefficient based Reputation Mechanism for Isolating Root Node Attack in MANETs. *Indian Journal of Science and Technology*. 2015;8(15):2-9. DOI:[10.17485/IJST/2015/V8I15/53211](https://doi.org/10.17485/IJST/2015/V8I15/53211)
12. Manzano Soto N, Martín Cuadrado A, Sánchez García, Marifé Rísquez A, Suárez Ortega M. El rol del mentor en un proceso de mentoría universitaria, *Educación XX1*. 2012;15(2):93-118.
13. Muñoz González JM, Hinojosa Pareja EF, Vega Gea E. Opiniones de estudiantes universitarios acerca de la utilización de mapas mentales en dinámicas de aprendizaje cooperativo. *Revista Perfiles Educativos*. 2016;136(153):136-151.
14. Otzen T, Manterola C. Sampling techniques on a population study. *International Journal of Morphology*. 2017;35(1):227-232 <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

### Contribución de los autores

**Joel Guillen Garcia.** <https://orcid.org/0000-0002-5714-2400>

Participó en el diseño de la investigación y en la revisión del estado del arte Trabajó en la recolección y el procesamiento de los datos para el estudio. Realizó contribuciones en el análisis e interpretación de los datos y en el análisis de los resultados. Participó en la revisión crítica del contenido, en la redacción y aprobación del trabajo final.

**Francisco Martínez Pérez.** <https://orcid.org/0000-0003-1668-7671>

Trabajó en el diseño de la investigación y el análisis de los resultados. Participó en la revisión crítica del contenido, en la redacción y aprobación del trabajo final.

**Leisis Villar Ledo.** <https://orcid.org/0000-0001-5842-4111>

Apoyó en la revisión del estado del arte. Trabajó en la recolección de los datos y participó en la revisión crítica del contenido, en la redacción y aprobación del trabajo final

**Armando Díaz Concepción.** <https://orcid.org/0000-0001-9849-0826>

Participó en el diseño de la investigación y en la revisión del estado del arte, trabajó en la recolección y el procesamiento de los datos. Realizó contribuciones en el análisis e interpretación de los datos y en el análisis de los resultados y participó en la revisión crítica del contenido, en la redacción y aprobación del trabajo final.

**Alexander Alfonso Álvarez.** <https://orcid.org/0000-0001-5129-7164>

Trabajó en el diseño de la investigación y el análisis de los resultados. Participó en la revisión crítica del contenido, en la redacción y aprobación del trabajo final.

**Ángel Alexander Rodríguez Soto.** <https://orcid.org/0000-0002-5512-9288>

Apoyó en la revisión del estado del arte. Trabajó en la recolección de los datos y análisis de los resultados. Participó en la revisión crítica del contenido, en la redacción y aprobación del trabajo final.