



II CAIM 2010
Segundo Congreso Argentino
de Ingeniería Mecánica
San Juan - Noviembre 2010

Implantación de la asignatura Mantenimiento Industrial en la carrera de Ingeniería Mecánica

Gabriel Di Prinzio, Germán Keil, Américo Jurasics

Departamento de Mecánica Aplicada - Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional del Comahue
Buenos Aires 1400, Neuquén – Argentina
Tel/Fax: +54-2994422836

E-mail: ddiprinzio@uncoma.edu.ar, gkeil@uncoma.edu.ar, ajurasic@uncoma.edu.ar

RESUMEN

Se presenta el desarrollo de la implantación de la asignatura Mantenimiento Industrial en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue.

Si bien la gestión de las Organizaciones por procesos no es una novedad puesto que desde la segunda década del siglo pasado se vislumbraba la importancia de la organización interfuncional, las organizaciones actuales comenzaron a plantear la necesidad de reformular sus estructuras a sistemas de gestión por procesos, puesto que la gestión estratégica de los mismos es imprescindible en los nuevos entornos competitivos.

Estos procesos pueden ser divididos, en función del negocio de la Organización, en operativos y de apoyo o gestión. El Mantenimiento Industrial se ha convertido en uno de los procesos medulares en gran número de organizaciones industriales puesto que se interrelaciona con los procesos productivos, los procesos de compra, abastecimiento y finanzas (entre otros), pretendiendo asegurar que las instalaciones brinden las prestaciones esperadas durante el tiempo operativo, garantizando la protección de los trabajadores en cuanto a su Seguridad y Salud, el cuidado del Medio Ambiente y la conservación del patrimonio de las plantas, .

Entendiendo la importancia de la gestión del mantenimiento dentro de las Organizaciones, la cátedra de Mantenimiento Industrial ha desarrollado la asignatura con un enfoque en la gestión del proceso de mantenimiento desde la necesidad de la determinación de las estrategias y políticas, hasta la determinación de los indicadores de gestión.

Con el desarrollo de esta actividad curricular, se pretende en primera instancia que el estudiante internalice conceptos en materia de organización, planificación y programación del mantenimiento y la aplicación de técnicas específicas en el marco de las mencionadas políticas de mantenimiento.

Palabras Claves: Mantenimiento Industrial, Ingeniería Mecánica, Plan de estudios.

1. INTRODUCCIÓN

La real necesidad de formar profesionales a la altura de los desafíos tecnológicos y sociales del país y de las diferentes regiones del mismo, requiere la generación de ámbitos de debate sobre el Perfil de los ingenieros egresados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue con el propósito que los mismos satisfagan las necesidades de la sociedad regional.

Desde el Departamento de Mecánica Aplicada se comienzan a generar estos ámbitos de discusión sobre temas de fondo como el Perfil del Ingeniero Mecánico, quien se encuentra con el desafío de una realidad industrial que avanza tecnológicamente y requiere del ingeniero un nivel de educación y competencias mayores.

Asimismo de la vinculación de la Universidad Nacional del Comahue con los profesionales de la zona, así como de la participación en diferentes disertaciones y congresos, surgió la necesidad de adecuar la formación de los egresados en aspectos de la gestión del mantenimiento, así como en las técnicas de mantenimiento aplicadas a la industria zonal fuertemente influenciada por la actividad hidrocarburífera, minera y frutihortícola.

Previo al diseño y desarrollo de la asignatura, el Departamento de Mecánica Aplicada identificó que sólo se dictan carreras relacionadas al Mantenimiento Industrial con alcances de tecnicaturas superiores y de postgrado. No se dispone de antecedentes en cuanto a la formación de ingenieros con la especialidad de Mantenimiento Industrial.

En este contexto se comenzó a trabajar en el proyecto de incorporar al Plan de estudios de la carrera Ingeniería Mecánica asignaturas integradoras y de gran aplicación para el profesional.

La carrera de Ingeniería Mecánica no presentaba hasta el momento un abordaje concreto del Mantenimiento Industrial como asignatura integradora de conceptos, sino que ciertos temas específicos se desarrollaban aisladamente en asignaturas afines, como por ejemplo Cálculo de Elementos de Máquinas, Proyecto de Máquinas y, sobre ciertos tipos de equipos, en las cátedras de Máquinas Motrices y Máquinas Hidráulicas.

A continuación se presenta el diseño de la asignatura Mantenimiento Industrial desde el estudio del perfil, antecedentes, determinación de objetivos, contenidos, metodologías de clase, prácticas de laboratorio y metodologías de evaluación.

2. DESARROLLO

2.1. Conceptualización del Perfil del profesional de la Ingeniería Mecánica en cuanto al Mantenimiento Industrial.

El Perfil del profesional de mantenimiento se puede caracterizar por tres niveles de competencias en directa sintonía con lo propuesto por los Ingenieros Bergero y Furlaneto [1]:

Estos tres niveles definen las competencias referidas al especialista, al técnico/ empleado de ingeniería de mantenimiento y al responsable de mantenimiento.

Asimismo, estos niveles se diferencian por el grado de conocimiento de los mismos sobre las diversas temáticas vinculadas a la gestión, organización, disponibilidad de activos productivos, sistemas informáticos de mantenimiento, métodos y técnicas de mantenimiento.

A continuación se definen las competencias que entendemos el profesional del mantenimiento debe desarrollar conforme a las temáticas presentadas precedentemente.

2.1.1 Competencias del profesional del mantenimiento en términos de la Gestión y Organización.

En aspectos de la gestión y organización del mantenimiento, contemplamos que las competencias consideradas como conducentes para ser desarrolladas alcanzan a la determinación y conocimiento de la política empresarial con respecto al mantenimiento, la formulación y seguimiento de objetivos y elección de la mejor estrategia a desarrollar.

Asimismo dentro de estas competencias se consideran importantes las actividades del mantenimiento en cuanto a planificación, programación, determinación de los recursos, aseguramiento en términos de la seguridad y salud de los trabajadores, de los procesos y de las instalaciones, así como el conocimiento de los métodos y técnicas del mantenimiento y de las normativas vigentes.

Se reafirma que los conocimientos sobre los temas desarrollados en estas competencias deben ser del grado más alto para los responsables de mantenimiento.

En el mismo sentido para el especialista en mantenimiento se requiere de un elevado conocimiento en los temas relacionados a la seguridad y salud en el trabajo y de la normativa vigente.

Alineado con este criterio, los técnicos de mantenimiento deben poseer un buen grado de conocimiento de las actividades de análisis y programación.

2.1.2 Competencias del profesional del mantenimiento en aspectos de la disponibilidad de los activos productivos.

Las mismas abarcan conceptos relativos a los parámetros de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

Corresponde destacar que tanto el responsable de mantenimiento como el técnico de mantenimiento deben poseer un muy elevado dominio de estas competencias.

Asimismo dado el auge de las estrategias como el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), el Mantenimiento Productivo Total (TPM), el Análisis de los Modo de Falla y sus Efectos (FMEA) y la Inspección Basada en Riesgos (RBI), se considera imprescindible que el estudiante conozca estos conceptos con el propósito que el mismo se convierta en agente de cambio y facilitador de la implantación de las mismas en la industria, motivándolos a incrementar la calidad en la gestión del mantenimiento y la producción.

2.1.3 Competencias del profesional del mantenimiento en aspectos vinculados a los sistemas informáticos de mantenimiento.

En función de la necesidad de incrementar el dominio del proceso de mantenimiento, es necesario la aplicación de este tipo de herramientas facilitadoras de la gestión. Por ello el sistema informático de mantenimiento debe ser altamente conocido por el responsable de mantenimiento.

En cuanto a los técnicos y especialistas del mantenimiento, los mismos deben estar en conocimiento de cómo el sistema informático opera, así como de las herramientas del mismo que facilitan su actividad.

Por lo expuesto, la cátedra considera importante la aplicación de este tipo de herramientas, sugiriendo la utilización de programas específicos para la planificación y programación del mantenimiento, con el

propósito que el estudiante adquiriera conocimientos y habilidades en la instrumentación de este tipo de *software*.

2.1.4 Competencias del profesional del mantenimiento relacionadas a técnicas y métodos del mantenimiento.

Estas competencias se subdividen en técnicas y métodos del mantenimiento relativos a las propiedades físico – químicas y tecnología de los materiales, tecnología de producción, tipos de desgaste, roturas, deterioros, envejecimiento y técnicas de prevención, predicción e inspección.

El conocimiento de los responsables de mantenimiento y los técnicos debe ser elevado en los aspectos mencionados precedentemente. En cuanto que los especialistas deben poseer un buen manejo de estas herramientas.

2.2. Fundamentos, objetivos y competencias del profesional para la implantación de la asignatura Mantenimiento Industrial en la carrera de Ingeniería Mecánica.

En las jornadas de debate sobre los contenidos a desarrollar en el programa de la asignatura y de discusiones con profesionales del medio de la zona del Alto Valle de Río Negro y Neuquén surgió, además de la vacancia en la formación en aspectos del Mantenimiento Industrial, una debilidad de los profesionales en cuanto a su limitada formación en factores de índole humana como el trabajo en equipo, liderazgo, negociación y el comportamiento humano en las organizaciones entre otros aspectos [2].

Desde luego, el desarrollo en una asignatura de un tema complejo como el planteado, no podría suplir la carencia en la formación respectiva, pero en el marco del rediseño del perfil del ingeniero es necesario mantener presente que estos temas son esenciales para el desarrollo de los factores de índole social del estudiante y futuro profesional.

Asimismo en las jornadas de debate planteadas en el primer párrafo se detectó la necesidad de internalizar conceptos sobre el sistema mantenimiento y su entendimiento como un proceso fundamental dentro de las organizaciones, desde la definición de la estrategia, políticas de mantenimiento, la utilización de medios informáticos, hasta su desarrollo y medición.

En sintonía con lo anteriormente expuesto, se ha propuesto para la asignatura Mantenimiento Industrial en la carrera de Ingeniería Mecánica un criterio integrador consistente con la estructura sistémica del mantenimiento, con el propósito que el estudiante avanzado pueda integrar conceptos desarrollados en las diferentes asignaturas de la carrera.

El objetivo específico que se planteó para el diseño de la asignatura es que el estudiante avanzado de la carrera de Ingeniería Mecánica adquiriera los conocimientos, las competencias y habilidades sobre políticas, estrategias, tecnologías y técnicas en lo atinente al proceso moderno de gestión del mantenimiento, su planeamiento, implementación y seguimiento [3].

En relación a las competencias mencionadas en base a las necesidades detectadas en el medio regional, se diseñó el programa de la asignatura en función a que el futuro profesional adquiriera las capacidades para la identificación de políticas y estrategias de mantenimiento implantadas en la industria, o en caso que las mismas no hayan sido diseñadas contribuir a la elaboración de las mismas, mediante la integración de los factores humanos, tecnológicos, económicos y financieros. Asimismo el profesional dentro de sus competencias deberá estar en condiciones de elaborar los planes de mantenimiento de los activos de la

organización con el propósito de incrementar la disponibilidad, la confiabilidad, la calidad y seguridad de los procesos y de las instalaciones, así como colaborar en la programación del mantenimiento con el propósito de optimizar las actividades del mantenimiento y los recursos disponibles. Además deberá estar en condiciones de identificar las necesidades de formación y educación de los trabajadores del mantenimiento y operaciones, buscando la mejora continua en la realización de sus actividades, así como la protección de los trabajadores en materia de Seguridad y Salud en el trabajo y la toma de conciencia sobre la necesidad de la conservación del Medio Ambiente.

2.3 Desarrollo de la asignatura Mantenimiento Industrial.

Se presenta a continuación el resultado del diseño de la asignatura en cuanto a sus contenidos principales, su forma de dictado y metodología de evaluación.

2.3.1 Contenidos de la asignatura.

Los contenidos de la asignatura en forma de bloques son presentados a continuación:

- a) Visión del proceso mantenimiento: La misma se plantea desde los principios, la visión y misión del mantenimiento, la formulación de políticas generales y estrategias.
Asimismo se contemplan los aspectos de la gestión de la organización, la relación con la ingeniería del mantenimiento y el trabajador del mantenimiento, el trabajo en equipo y el liderazgo.
- b) Evolución del mantenimiento: Se presenta la historia y evolución de las necesidades y expectativas del mantenimiento que han ido acompañando al desarrollo de la producción.
- c) Parámetros del mantenimiento: Se introducen los conceptos de disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad y riesgos.
- d) Políticas y tácticas del mantenimiento: Se desarrollan las políticas de mantenimiento correctivo, preventivo (cíclica y a condición) y de mejora, introduciendo conceptos del monitoreo de condición, vibraciones mecánicas, termografía, tribología y análisis de lubricantes.
- e) Organización, planificación y programación del mantenimiento: En este campo se desarrollan los conceptos sobre la determinación de planes de mantenimiento, la programación del mantenimiento y las emisiones de órdenes de trabajo.
- f) Ingeniería de mantenimiento y mantenimiento operativo: En cuanto al desarrollo de este punto, se le brindan al estudiante los conceptos de la identificación de activos, la gestión de repuestos, costos, indicadores y los sistemas de información. Desde el punto de vista del mantenimiento operativo se abordan los temas de montaje, cuidados sobre el equipo y herramientas, así como las medidas y condiciones de seguridad sobre el equipo e instalaciones.

2.3.2 Metodología del dictado de la asignatura.

La asignatura se dicta cuatrimestralmente con una carga horaria de 96 horas distribuidas en 16 semanas de 6 horas.

El desarrollo de los temas teóricos se realiza en aulas, complementándose con las prácticas en laboratorios. En relación a este tema se realizan trabajos prácticos vinculados con la temática de vibraciones, alineación, balanceo y termografía. Además se realiza por grupo de trabajo un mantenimiento correctivo de un activo en particular.

Como corolario de la asignatura se desarrolla la aplicación de un software comercial para la gestión del mantenimiento.

Asimismo, se contempla el aporte de profesionales invitados especialistas en ciertas temáticas desarrolladas en la asignatura.

2.3.3 Metodología de evaluación de contenidos de la asignatura.

Para evaluar el grado de aprehensión de los temas desarrollados en la asignatura, se realizan exámenes de comprensión por temas. Estos exámenes de comprensión son del tipo de opciones múltiples y desarrollo libre de temas.

Estos exámenes se desarrollan tanta veces como el estudiante requiera hasta que el tema haya sido internalizado.

En relación a los trabajos prácticos el estudiante realiza los informes de las actividades desarrolladas en los laboratorios.

Para integrar los conceptos desarrollados, los estudiantes formando grupos, realizan un trabajo de aplicación en una industria de la zona focalizando la atención en la identificación del proceso mantenimiento, su política y estrategias, sus activos, fichas de especificaciones técnicas, histogramas de servicios, flujogramas de servicios, planificación y programación del mantenimiento y la emisión de órdenes de trabajo.

3. CONCLUSIONES

La asignatura se ha comenzado a dictar desde el año 2008 y desde su implantación ha ido evolucionando constantemente.

Los estudiantes avanzados de la carrera Ingeniería Mecánica se encuentran motivados por la posibilidad de realizar esta asignatura, al tomar conciencia de que las empresas del medio requieren de profesionales con los conocimientos de gestión y técnicas del mantenimiento desarrolladas y adquiridas. Visto las conversaciones mantenidas, dicha motivación encuentra su fundamento también en la metodología implementada en la materia interactuando la teoría y la práctica.

El desarrollo de la asignatura motivó y permitió la interacción con otras universidades y profesionales del medio, permitiendo y contribuyendo a la consolidación del grupo de cátedra.

La asignatura abre la posibilidad de desarrollar especializaciones y postgrados en la Universidad Nacional del Comahue sobre la temática del Mantenimiento Industrial.

4. REFERENCIAS

- [1] H. Bergero, L. Furlanetto, *El Mantenimiento en Tenaris*, Tenaris University, 2008.
- [2] P. Senge, *La Quinta Disciplina*, Gránica, Buenos Aires, 2007.
- [3] L. Torres, *Mantenimiento – Su Implementación y la Introducción de Mejoras en la Producción*, Científica Universitaria, 2006

Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer al Ing. Carlos Katcoff, representante de la firma SEMAPI por su apoyo en la realización de las prácticas de laboratorio.