

Análisis metodológico de la asignatura «Elementos de Mantenimiento» para el plan D del ingeniero hidráulico

INTRODUCCIÓN

Se concibe para estudiantes de cuarto año de la carrera a partir de los requerimientos del Plan de estudio aprobado por el MES y previo contacto con las empresas usuarias de nuestro egresado y de la Universidad de Oriente como otro centro universitario con experiencia que imparte esta disciplina en nuestro país.

En el Plan de estudio se definieron los objetivos a alcanzar en la asignatura, por lo que a partir de la consulta con especialistas del CEIM y de instituciones vinculadas, se realiza el diseño curricular de Elementos del Mantenimiento a partir de los objetivos instructivos y los conocimientos básicos a adquirir.

ANÁLISIS DEL PLAN ESTUDIO PARA EL INGENIERO HIDRÁULICO EN LA TEMÁTICA DEL MANTENIMIENTO

Sobre la base de lo planteado en el plan de estudio la asignatura de Elementos de Mantenimiento propone como objetivos generales:

A) Objetivos Educativos

Los objetivos educativos no son más que los planteados como objetivos generales de la carrera y de la disciplina los cuales plantean que:

A partir de los problemas profesionales ya definidos y a los cuales debe brindar sus servicios el Ingeniero Hidráulico que se desea formar, tomando en cuenta los conocimientos y habilidades que debe poseer para adquirir la capacidad de resolver, participar o simplemente conocer y, considerando que a un profesional lo caracteriza un alto nivel de dominio de una disciplina o área del conocimiento que le permita **conocer, saber y saber hacer**, pero además una cultura y formación en valores que le posibilite desempeñarse con ética y una vocación y motivación

Resumen / Abstract

El mantenimiento adecuado tiende a prolongar la vida útil de los bienes al obtener un rendimiento aceptable por más tiempo y reducir el número de fallas. Estos conocimientos para el Ing. Hidráulico solo eran abordados de manera sencilla al no existir un programa con este tema como asignatura de la carrera. Considerando que los estudiantes mostraron interés de aprenderlos y el reclamo de las empresas sobre su necesidad, se desarrolló este trabajo que pretende lograr el diseño curricular de la asignatura Elementos del Mantenimiento, perteneciente a la disciplina Construcciones Hidráulicas, para un nuevo plan de estudios (Plan D) de Ingeniería Hidráulica.

Palabras claves: formación académica, mantenimiento, ing. hidráulico, plan de estudios.

Adequate maintenance increases useful lifetime of goods and facilities because it allows a better performance along time and reduces the amount of failures. This knowledge was only taught for the hydraulic engineer in a very simple way as there was no specific subject dealing with these concepts. Considering that the students showed a high interest in learning them and the claim of enterprises about its need, the present work was developed to achieve the curricular design of the new subject Maintenance Elements, within the academic discipline of Hydraulic Constructions, for a new plan of studies (D Plan) of Hydraulic Engineering.

Keywords: academic formation, maintenance, hydraulic engineer, plan of studies.

que finalmente le permita **saber estar** en una organización o entidad social, **saber ser** un profesional para que, dotado de los medios o recursos necesarios esté en disposición de **poder y querer hacer**, con responsabilidad y lealtad a la profesión, las funciones que correspondan a su encargo social como profesional.

Por ser el agua un recurso vital para la vida, el ingeniero hidráulico tiene que asumir un alto compromiso en su actividad profesional, interiorizar una concepción muy clara de lo que significa para la sociedad su exceso o carencia, así como mantener en todo momento una posición de responsabilidad ética sobre la necesidad del uso óptimo y el aprovechamiento sostenible de este preciado e insustituible líquido. A partir de sus convicciones, valores y apropiación de los modos de actuación de su profesión el ingeniero hidráulico debe estar preparado para enfrentar cualquier situación relativa al agua que afecte a usuarios y consumidores. Algunas de estas características y actitudes diferencian al ingeniero hidráulico de otras profesiones.

Tomando en consideración los criterios anteriores el **Objetivo General Único (aspectos educativos e instructivos integrados)** del Plan de Estudio de la Carrera de Ingeniería Hidráulica es el siguiente:

Que el Ingeniero Hidráulico, al terminar su proceso de formación profesional integral de pregrado y siendo portador de valores tales como dignidad, honestidad, responsabilidad, humanismo, honradez, justicia, laboriosidad, patriotismo, solidaridad, audacia creativa, compromiso, criterios estéticos y profesionalidad, sea capaz de:

1 resolver, en condiciones topográficas y geotécnicas favorables, con tecnologías convencionales;

2 participar, en condiciones topográficas y geotécnicas no favorables, con tecnologías convencionales, así como, en los problemas relacionados con la docencia universitaria de pregrado y la capacitación profesional de técnicos de nivel medio y obreros calificados;

3 conocer, las nuevas tendencias en condiciones topográficas y geotécnicas no favorables, con tecnologías no convencionales, así como, los problemas relacionados con la docencia universitaria de postgrado; los problemas más comunes y frecuentes que se le presentan al Ingeniero Hidráulico relacionados con el recurso agua, tales como, servicios de ingeniería, de diseño y de construcción civil y montaje, para proyectar, operar, mantener, administrar, compatibilizar con la defensa y planear los sistemas hidráulicos, o parte de estos, para el riego, el abasto de agua a la población y la industria, la protección del agua y contra sus eventos extremos, utilizando los conocimientos fundamentales de la mecánica de los fluidos, las matemáticas, técnicas de dirección y economía, hidrología, topografía computación, mecánica de suelos, tecnología de la construcción, máquinas hidráulicas, idioma inglés, metodología de la investigación científica, sobre cultura y comunicación profesional las cate-

gorías, leyes y principios de la didáctica, aplicados al proceso de enseñanza aprendizaje, empleando software profesionales, las normas y regulaciones vigentes en el país, bibliografía especializada, con un enfoque científico y medio ambiental, con un alto compromiso social y patriótico.

Será necesario complementar los conocimientos profesionales y socio-humanísticos a través de asignaturas optativas que se impartirán cada año de acuerdo con las necesidades de la formación profesional de los egresados.

Lo antes expuesto constituyen objetivos generales de la carrera.

OBJETIVO DE LA DISCIPLINA DE CONSTRUCCIONES HIDRAULICAS.

En la página 254 del documento que rige el Plan de estudio D [1] se plantea

TABLA I - DISCIPLINA DE CONSTRUCCIONES HIDRAULICAS.

ASIGNATURAS QUE INTEGRAN LA DISCIPLINA								
Asignatura	Fondo de Tiempo (hrs)			Año	Sem.		Eval.	
	T	A/C	CLI		I	II	EF	TC
CURRÍCULO BASE								
Materiales de Construcción	80	60	20	2do	X			
Tecnología de la Construcción	72	48	24	2do		X		
Economía de la Construcción	48	48		2do		X		
Elementos de Mantenimiento	32	32		4to	X			
Organización de Obras Hidráulicas	56	40	16	5to	X			
Subtotal	288	228	60		2	3		
CURRÍCULO OPTATIVO ELECTIVO								
Tecnologías Avanzadas de la Construcción	24			2do		F		
Nuevos Materiales en la Ingeniería Hidráulica	24			2do		F		

F - Ciclo Final; M - Ciclo Medio; EF - Examen Final; TC - Trabajo de Curso

El objetivo general de la Disciplina se deriva del objetivo del Modelo del Profesional, en correspondencia con su

perfil profesional, y se expresa como:

El estudiante de la carrera de Ingeniería Hidráulica al concluir sus estudios debe ser capaz de **resolver**, en condiciones topográficas y geotécnicas favorables, con tecnologías convencionales y **participar**, en condiciones topográficas y geotécnicas no favorables, con tecnologías convencionales con objetividad y profesionalidad, los problemas relacionados con servicios de ingeniería y de construcción civil y montaje, para construir, mantener, y rehabilitar las obras hidráulicas utilizando los conocimientos fundamentales de la topografía, computación, geotecnia, idioma inglés, así como, empleando software profesionales y bibliografía especializada, las normas y regulaciones técnicas y de protección e higiene del trabajo vigentes en el país, teniendo en cuenta los conceptos de ahorro de recursos como concepción básica de la ejecución de las mismas, con un enfoque científico y medio ambiental, y un alto compromiso social y patriótico.

Estos objetivos definen los objetivos instructivos que se deben abordar en la asignatura

B) Objetivos Instructivos.

Caracterizar el estado técnico de las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos, diagnosticando sus causas más probables y las posibles soluciones para la elaboración de una estrategia de intervención.

Contenidos:

a) Conocimientos básicos a adquirir

Política general de los mantenimientos: correctivos, preventivos y predictivos. Etapas para la aplicación de los mantenimientos: planificación, organización, ejecución, control y regulación. Ciclos de mantenimiento. Patologías y diagnósticos de las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos. Procedimientos de mantenimiento más comunes a las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos. Casos de estudio.

b) Habilidades básicas a dominar

1. Describir la política general de los mantenimientos.
2. Caracterizar las etapas para la aplicación de los ciclos de mantenimiento.
3. Describir las principales patologías que pueden presentarse en las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos, y sus procedimientos de diagnóstico.
4. Identificar los procedimientos de mantenimiento más comunes a las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos.
5. Evaluar casos de estudio.

OBJETIVOS INSTRUCTIVOS BÁSICOS DE CUARTO AÑO DE LA CARRERA DE HIDRÁULICA

1. Concebir, planificar y diseñar sistemas de abasto de agua incluyendo conductoras, redes de distribución, depósitos de almacenamiento, redes exteriores de incen-

dio, redes interiores para abasto a edificaciones así como ejecutar acciones para la adecuada operación y mantenimiento de los sistemas de abasto.

2. Realizar el diseño hidráulico de los componentes de una planta de tratamiento de agua para su consumo de acuerdo con la tecnología adecuada a la calidad del agua cruda y para las condiciones cubanas, así como conocer los principios y actividades asociadas a la explotación y mantenimiento de pequeñas plantas potabilizadoras convencionales.

3. Concebir, planificar y diseñar sistemas de alcantari-lado sanitario y drenaje pluvial para áreas urbanas, incluyendo redes interiores sanitarias y de drenaje pluvial en edificaciones de hasta cinco plantas, así como ejecutar acciones para la adecuada operación y mantenimiento de las obras de evacuación de residuales.

4. Realizar el diseño hidráulico de los componentes de una planta de tratamiento de aguas residuales, considerando los parámetros de diseño en correspondencia con la tecnología adecuada a la calidad del agua cruda y para las condiciones cubanas, así como conocer los principios y actividades relativas a la operación y mantenimiento del sistema de tratamiento, garantizando la protección e higiene de los trabajadores.

5. Conocer las causas de origen mecánico y patógeno que más afectan las construcciones hidráulicas, así como los conceptos de mantenimiento, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenibilidad, fiabilidad, seguridad, disponibilidad, deterioro y rehabilitación.

6. Calcular los índices de fiabilidad y saber elaborar un plan de mantenimiento y reparación para obras hidráulicas.

ANÁLISIS METODOLÓGICO DE LA ASIGNATURA

En la página 51 del documento que rige el Plan de estudio D se plantea la distribución por semestre y años de estudio cuarto año y se observa que los conocimientos deben ser abordados en un total de 32 horas o sea 16 clases, por lo que la distribución de estos contenidos se abordara a continuación.

Programa Analítico

Asignatura – Elementos de Mantenimiento.

1-Objetivos generales

- a) Describir la política general de los mantenimientos.
- b) Caracterizar las etapas para la aplicación de los ciclos de mantenimiento.
- c) Describir las principales patologías que pueden presentarse en las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos, y sus procedimientos de diagnóstico.
- d) Identificar los procedimientos de mantenimiento más comunes a las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos.
- e) Evaluar casos de estudio.

2-Secuencia de actividades.
 Actividad No 1 – Tema 1 – Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo.
 1.1 – Introducción
 1.2 – Mantenimiento Correctivo. Ventajas y desventajas.
 1.3 - Mantenimiento Preventivo. Ventajas y desventajas.
 1.4 - Mantenimiento Predictivo. Ventajas y desventajas.
 Actividad No 2 – Ejercitación.
 Actividad No 3 – Tema 2 – Etapas para la aplicación de los mantenimientos.
 2.1 – Introducción.
 2.2 – Planificación y Organización.
 Actividad No 4 – Tema 2 – Etapas para la aplicación de los mantenimientos.
 2.3 – Introducción.
 2.4 – .Ejecución. Control y Regulaciones.
 Actividad No 5 – Ejercitación.
 Actividad No 6 – Tema 3 – Ciclos de Mantenimiento.
 3.1 – Introducción.

3.2 – .Ciclos de Mantenimiento.
 Actividad No 6 – Tema 3 – Ciclos de Mantenimiento.
 3.3 – Introducción.
 3.4 – Fiabilidad y Mantenibilidad.
 Actividad No 8 – Ejercitación.
 Actividad No 9 – Evaluación Parcial de los temas 1 y 3 (hasta el epígrafe 3.2).
 Actividad No 10 – Tema 4 – Patologías y diagnóstico de las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos.
 4.1 – Introducción.
 4.2 – Presas de Tierra.
 Actividad No 11 – Tema 4 – Patologías y diagnóstico de las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos.
 4.3 – Introducción.
 4.4 – Canales.
 4.5 - Equipos electromecánicos.
 Actividad No 12 – Ejercitación.
 Actividad No 13 – Tema 5 – Procedimientos de mantenimiento más comunes a las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos .Casos de Estudio.
 5.1 – Introducción.
 5.2 – Obras hidráulicas.

TABLA II- CONCEPCIÓN DEL PLAN TEMÁTICO.
CARRERA: ING HIDRÁULICA - AÑO: 4to DPTO. CIH.
ASIGNATURA: Elementos del mantenimiento.

No Act	Se- mana	Actividad	Tema	Evaluación
1	1	C-1 (2h)	Política general de los mantenimientos correctivos, preventivos, predictivos.	
2	2	CP-1 (2h)	Referente a la conferencia 1	Entrega de la tarea
3	3	C-2 (2h)	Etapas para la aplicación de los mantenimientos: planificación, organización, ejecución, control y regulación.	
4	4	C-3 (2h)	Etapas para la aplicación de los mantenimientos: planificación, organización, ejecución, control y regulación.	
5	5	CP-2 (2h)	Referente a la conferencia 2 y 3.	
6	6	C -4 (2h)	Ciclos del Mantenimiento.	
7	7	C -5 (2h)	Ciclos del Mantenimiento	
8	8	CP-3 (2h)	Referente a las conferencias 4 y 5	
9	9			PP-1
10	10	C -6 (2h)	Patologías y diagnósticos de las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos.	
11	11	C -7 (2h)	Patologías y diagnósticos de las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos.	
12	12	CP-4 (2h)	Referente a la conferencia 6 y 7.	Recogida de la tarea
13	13	C -8 (2h)	Procedimientos de mantenimientos más comunes a las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos. Casos de estudio.	
14	14	C -9 (2h)	Procedimientos de mantenimientos más comunes a las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos. Casos de estudio.	
15	15	CP-5 (2h)	Referente a la conferencia 8 y 9.	
16	15	(2h)	Discusión de la tarea extraclase.	

Horas Totales -32h

Horas de forma de enseñanza- C-20h, CP- 10h, Evaluación - 2h

1. Obras de captación en las fuentes.
2. Obras de conducción (de la fuente al consumidor).
- 5.3 – Equipos electromecánicos.

Actividad No 14 – Tema 5 – Procedimientos de mantenimiento más comunes a las obras hidráulicas y los equipos electromecánicos. Casos de Estudio.

5.4 – Casos de estudio.

- a) Obras de distribución (en el lugar del consumo)
 - b) Obras de recolección y emisión (evacuación de los desechos líquidos)
 - c) Obras para los aspectos de la Calidad del agua
 - d) Obras hidráulicas para usuarios
- Actividad No 15 – Ejercitación.
- Actividad No 16 – Discusión de la tarea extraclase.

Se desarrollarán 18 horas de conferencias o sea 9 actividades mediante las cuales se desea que el estudiante adquiera todos los conocimientos básicos de la asignatura los cuales, se le exigirá que ponga en práctica durante 10 horas o sea 5 actividades de clases prácticas en las cuales el mismo deberá realizar actividades programadas por el profesor que demuestren que fue capaz de adquirir dichos conocimientos de manera satisfactoria. Luego se realizará un examen o prueba parcial de 2 horas de duración la cual será la encargada de definir criterio y una evaluación de cada estudiante en cuanto a la asignatura en cuestión.

Se propone esta distribución de horas a partir de las horas totales declaradas para la asignatura en el Plan D con el objetivo de que la asignatura no sea eminentemente teórica y ejercitar un 30% del total de horas y así poder concluir la evaluación de la misma con una tarea extraclase donde se evalúan todos los conocimientos adquiridos por el estudiante.

El sistema de evaluación de dicha asignatura quedará de la siguiente manera se realizará una prueba parcial de 2 horas de duración en la semana 9, también será orientada una tarea extractase en la semana 2 y la misma se recogerá en la semana 12 los estudiantes contarán con dos semanas para prepararse puesto que se realizará la discusión de esta tarea extraclase en la semana 15, esta asignatura no tendrá examen final por lo que cada una de estas evaluaciones tendrá un peso fundamental.

APLICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS EN LA ASIGNATURA COMO PLAN DIRECTOR DE IDIOMAS, VALORES Y APLICACIÓN DE LA COMPUTACION

a) Para lograr una mejor preparación de los estudiantes se recomienda que los mismos consulten artículos de revistas, artículos de INTERNET, los cuales se encuentren en **idioma inglés**, o materiales que el profesor que imparta la asignatura determine con el objetivo de enriquecer sus conocimientos [5], [6] y [7]

b) La carrera de Ingeniería Hidráulica se ha desarrollado sobre una concepción sistémica de la educación sustentada en **valores**. Esta concepción parte de la definición de un profesional educado a partir del desarrollo de valores políticos, éticos, morales que deben caracterizar las actitudes de un ingeniero hidráulico y de las acciones educativas de carácter curricular, socio - político y de extensión universitaria a desarrollar para la formación integral de este profesional.

El sistema de valores para este profesional incluye los siguientes:

- Audacia creativa
- Calidad y Belleza
- Profesionalidad
- Compromiso
- Profesionalidad
- Solidaridad
- Dignidad
- Laboriosidad
- Responsabilidad
- Patriotismo
- Honradez
- Humanismo
- Honestidad
- Justicia

c) Se propone analizar en trabajos posteriores la **aplicación de software profesionales** comercializados por el CEIM a la especialidad de Ing. Hidráulica

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

· A partir del análisis del Plan D definido para la carrera de Ing. Hidráulica en la modalidad presencial, se obtuvo una primera versión del diseño curricular de la asignatura Elementos de Mantenimiento que se impartirá a estudiantes de 4to año, con la definición de horas por temas, una propuesta del plan de clases con las conferencias a impartir, la propuesta de las formas de enseñanza a emplear y del sistema de evaluación, así como la aplicación del plan director de idiomas, desarrollo de los valores y aplicación de la computación.

· Se propone continuar trabajando en la incorporación de elementos matemáticos, conceptos económicos y las actividades prácticas en cada tema con vistas a desarrollar ejemplos reales en los casos de estudio a analizar.

· Perfeccionar en trabajos posteriores la aplicación de los software profesionales comercializados por el CEIM a la especialidad de Ing. Hidráulica.

REFERENCIAS

- [1] Colectivo de Carrera, Plan de estudios Modalidad presencial D, 2007, C.de La Habana.
- [2] Consulta con especialistas del INRH.

- [3] Rojas Eudel, Tesis de maestría «Gestión de mantenimiento de bombas rotodinámicas para agua». Tutor: MSc. Lic. Onell Pérez Hernández. Santiago de Cuba, 2006.
- [4] [http://civil/docencia/hidráulica/Plan D IH](http://civil/docencia/hidráulica/Plan%20D%20IH). 2007.
- [5] [http://mecaweb/docencia/asignaturas/Elementos de Mantenimiento / Indicadores de Gestión de Mantenimiento](http://mecaweb/docencia/asignaturas/Elementos%20de%20Mantenimiento/Indicadores%20de%20Gestión%20de%20Mantenimiento). 2008.
- [6] [http://mecaweb/docencia/asignaturas/Elementos de Mantenimiento / Mantenimiento Preventivo](http://mecaweb/docencia/asignaturas/Elementos%20de%20Mantenimiento/Mantenimiento%20Preventivo). 2008.
- [7] [http://mecaweb/docencia/asignaturas/Elementos de Mantenimiento / Mantenimiento y Seguridad Industrial](http://mecaweb/docencia/asignaturas/Elementos%20de%20Mantenimiento/Mantenimiento%20y%20Seguridad%20Industrial). 2008.
- [8] [http://mecaweb/docencia/asignaturas/Elementos de Mantenimiento / Mantenimiento role](http://mecaweb/docencia/asignaturas/Elementos%20de%20Mantenimiento/Mantenimiento%20role). 2008.
- [9] [http://mecaweb/docencia/asignaturas/Elementos de Mantenimiento / Objetivos del Mantenimiento](http://mecaweb/docencia/asignaturas/Elementos%20de%20Mantenimiento/Objetivos%20del%20Mantenimiento). 2008.
- [10] GEARH. Control del estado técnico-operativo de los Aliviaderos de compuerta de las Presas. INRH, 2006.
- [11] GEARH. Emisión de Tareas Técnicas para proyectos de Obras Hidráulicas. INRH, 2006.
- [12] GEARH. Instrucción para la información mensual de la ejecución del mantenimiento de obras hidráulicas financiadas por inversiones. INRH, 2006.
- [13] GEARH. Procedimiento para la ejecución del mantenimiento de las obras hidráulicas y de las redes hidrológicas. INRH, 2006.
- [14] GEARH. Procedimiento para la elaboración del Plan Anual para la opción de la condición de excelentes de las obras. INRH, 2006.
- [15] GEARH. Procedimiento para la elaboración de daños o averías como resultado de desastres de origen natural o tecnológico. INRH, 2006.
- [16] Michev Minko, Explotación de Presas de Tierra. Editorial MIR, 1984.