

SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL REGISTRO, CÁLCULO Y CONTROL DEL COSTO EN PROYECTOS INGENIERÍLES DE REDES HIDRÁULICAS

Msc Lic Maritza Díaz Martell
mdiaz@fe.uho.edu.cu

Resumen

El sistema de gestión para el registro, cálculo y control del costo en proyectos ingenieriles de redes hidráulicas, centra su estudio en la aplicación de la contabilidad de gestión a la ingeniería, específicamente en el registro, cálculo y control del costo de los proyectos de redes hidráulicas, Se realiza un análisis del proceso de diseño y montaje, lo que posibilita la confección de un procedimiento el cual consta de varias etapas, en cada una de ellas están integrados criterios y especificaciones ingenieriles.

La necesidad de contar con un sistema de gestión de este tipo por el enriquecimiento y fundamento de las variantes de solución de proyectos de redes hidráulicas, convierte al costo en un indicador de eficiencia dentro de los proyectos ingenieriles.

Se hace una integración en lo concerniente al estado del arte actual de los costos, sistemas de costo, proyectos de redes de tuberías, además se valoran cada una de las filosofías y tendencias actuales del costo en dependencia de las posibles implantación para la estimación del mismo en las etapas de un proyecto de redes.

INTRODUCCION

Teniendo en cuenta la experiencia del Centro de Estudios CAD/CAM en la confección de software específicos a determinados sectores de la ingeniería se elaboró un sistema CAD para la automatización de proyectos de redes hidráulicas que en la actualidad se encuentra instalado en la totalidad de las empresas de proyecto del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Esta realidad permite la reducción de los plazos de entrega del producto y el incremento constante de la calidad, premisas indispensables para mantener los niveles de competitividad requeridos.

Sin embargo en las soluciones de diseño no se cuenta con un sistema de gestión que permita registrar, calcular y controlar el costo de forma tal que se pueda evaluar cuales de las variantes obtenidas desde el punto de vista técnico son las más factibles económicamente.

Por lo que nos enfrentamos a un Problema a resolver: la deficiente integración de criterios técnicos y económicos en la toma de decisiones durante la actividad de diseño de las redes hidráulicas. Surgiendo de esta forma la **necesidad** de confeccionar el sistema para el registro, cálculo y control del costo asociado a las variantes técnicas que entrega la aplicación CAD.

Planteando como objetivo general concebir un procedimiento que permita determinar el registro, cálculo y control del costo de los proyectos de redes hidráulicas.

Los métodos teóricos utilizados con el objetivo de la interpretación de la información empírica obtenida y el análisis de las fuentes impresas para el establecimiento de generalizaciones y las regularidades fueron los siguientes:

Método histórico - lógico: para el estudio del estado del arte, como marco teórico referencial, en función de la teoría de intervención y su relación con otras ciencias.

Método de inducción - deducción: a partir de situaciones concretas se recopila información para analizarla en un marco teórico general, que permita la valoración de la actividad del diseño de redes hidráulicas en el ámbito nacional y en particular deducir regularidades en el procedimiento para esta actividad.

Método de análisis y síntesis: para determinar los factores claves que influyen en el fenómeno, interrelacionar los efectos presentados que constituyen explicaciones al problema, analizar los nexos internos y las dependencias recíprocas.

Método de observación: se acude al conocimiento del problema para mantener el vínculo con el personal en relación con el objeto, a través de encuestas, entrevistas, estudios de casos, investigaciones precedentes, análisis de la experiencia acumulada, por lo que se adquiere conocimiento en la investigación.

DESARROLLO

Actividad de diseño de redes hidráulicas

Tradicionalmente el proceso de diseño de una red hidráulica consiste en determinar el diámetro que debe tener cada una de las tuberías de la red, de manera que sea posible llevar el fluido desde los puntos de suministro hasta cada nodo manteniendo presiones adecuadas, y puede modelarse como una tarea de optimización combinatoria donde las variables de decisión son los diámetros de cada una de las tuberías. El problema consiste en determinar un conjunto de diámetros tal, que se minimice una función de costo (basada en la longitud, diámetro y costo de las tuberías) sujeta a restricciones hidráulicas, comerciales, etc.(Hechavarría 2008)

El método de solución debe ser capaz de encontrar un conjunto de “buenas” soluciones que sean factibles para el sistema de mayor envergadura, en el que se encuentra la tarea de diseño, teniendo en cuenta la topología de la red, demandas en los nodos, aspectos topográficos, etc.

Valoraciones de costos relacionados a los proyectos de redes hidráulicas

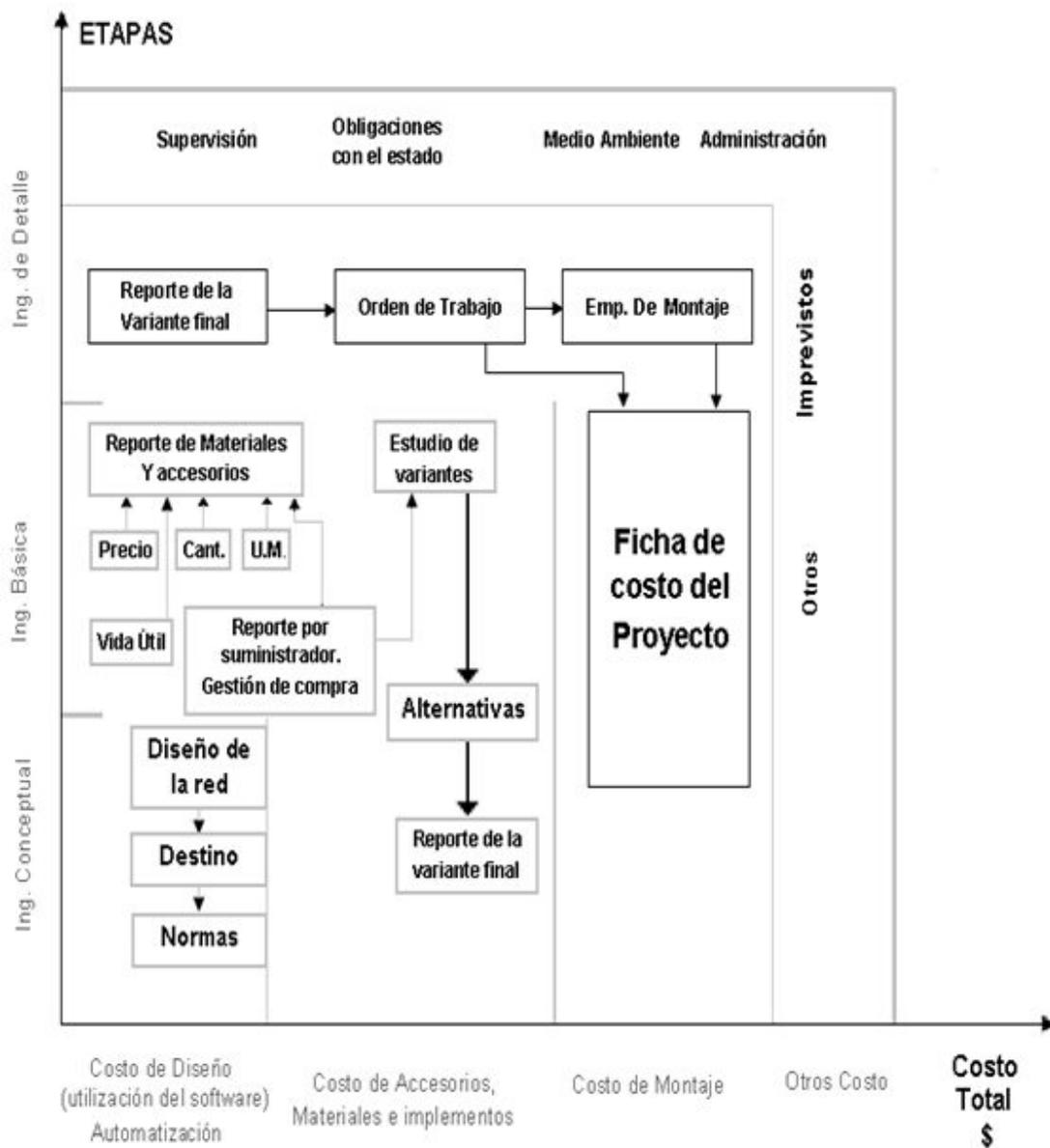
La determinación del costo en proyectos ingenieriles específicamente en los de redes hidráulicas está representada por la estimación del mismo en varias etapas, desde el punto de vista ingenieril y con la presencia del costo de una forma u otra

en las fases y/o etapas de un proyecto de ingeniería de esta índole, representadas estas con el desarrollo de las ingenierías conceptual, básica y la de detalle, en este orden en el que se mencionan siendo cada una continuidad y soporte de la otra.

Conocido todo esto se procederá a la confección de un procedimiento para la gestión del registro, cálculo y control del costo para proyecto de redes hidráulicas, determinando y fusionando, las diferentes metodologías de estimación del costo junto a los proyectos ingenieriles, hasta obtener el modelo más exacto para calcular y proyectar el mismo en proyectos de este tipo, integrando cada una de las etapas que lo conforman con la ingeniería que le corresponde. Estableciendo de esta forma una integración entre el costo y el desarrollo de proyectos de ingeniería, con flexibilidades entre las partes que lo integrarán, procedimientos y algoritmos de trabajo en ambos sentidos.

Estudiando los diferentes criterios tanto ingenieriles como de costos, las etapas del modelo para dar la solución al problema de la presente investigación quedarán establecidas de manera general como se representa

El diseño del proyecto de la red hidráulica se realizará por medio de un sistema automatizado. El sistema tiene implícito todos los accesorios y materiales concernientes al proyecto con posibilidad de diseño libre o de interiores de plantas con sus respectivas normas de diseño y de fabricación asociadas en dependencia de la misión futura de la red. Permite definir la trayectoria y el cálculo, así como la simulación hidráulica de la red. Contiene una estructura de bases de datos donde se encuentran agrupados los ya mencionados accesorios, materiales, entre otros, los cuales en dependencia de la especificación del tipo de la red a diseñar estarán disponibles para ser utilizados, es decir, aquellos que no estén por normas destinados al tipo de red que se diseñe no estarán visibles previniendo incongruencias en el diseño. La normalización de todos los materiales y demás componentes de una red hidráulica permite la factibilidad de un futuro diseño y su posterior montaje. Luego de diseñada la red se podrá contar con una visión previa del futuro montaje.



Fuente: Elaboración propia

Aspectos relacionados con otros costos en proyectos de redes hidráulicas

El modelo de cálculo del costo en proyectos de redes hidráulicas contará con una fase destinada a la agrupación de todos los costos considerados tanto directos como indirectos estos serán agrupados en la categoría de otros costos. Se hace necesario especificar que pese a la presencia de esta categoría en el modelo no se obvia el hecho de que en la etapa de montaje se incurrirán en otros costos catalogados como indirectos, pero esta vez los mismos serán agrupados en la

estimación del montaje y estrechamente relacionados con un perfil o empresa de montaje Hogreen (1997).

El tiempo que opera el sistema es otro de los parámetros importantes que se deben de considerar pues el mismo estará relacionado con los impuestos y obligaciones con el estado, que en varias formas pueden tener un impacto significativo en la economía, por lo que es importante considerarlos durante el análisis.

En la estimación de los otros costos se han de reflejar todo lo concerniente a los costos ambientales, de supervisión y cualquier otro que incurra la empresa de proyecto encargada de diseñar la red hidráulica.

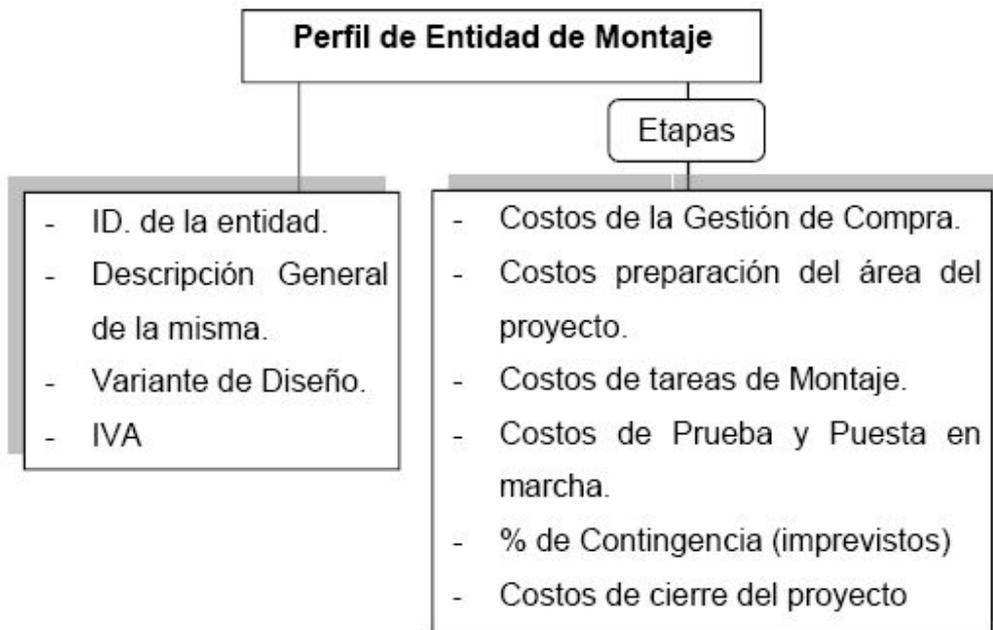
Costos de montaje

El montaje de un proyecto de redes hidráulicas será reconocido como una actividad como lo es el diseño, donde se obtuvieron los reportes relacionados con los componentes y la gestión de compra de los mismos. El montaje en este modelo de cálculo de costo para proyectos de redes hidráulicas, pese a ser definido como una actividad, contendrá un perfil de montaje adecuado a las posibles entidades que efectúan dicha actividad. Con un sentido de orden de trabajo estará confeccionado dicho perfil de la entidad de montaje y su futuro cálculo asociado con el costo por órdenes de trabajo. Estas órdenes de trabajo estarán constituidas en base a las tareas de ejecución del proyecto las cuales permitirán la estimación del costo de la red en esta etapa.

Para llevar a cabo el montaje se ha de señalar que los dibujos, reportes, vistas del proyecto así como todos los planos y resultados obtenidos del diseño donde se especifican los componentes, uniones entre otros actúan como los fundamentos de un plan de construcción detallado. Dicho plan permite definir las tareas que necesitan hacerse y las dependencias que existen entre las tareas que compondrán el montaje. Esto permite un plan de trabajo y un estimado de montaje razonablemente predecible reflejado en el ya mencionado perfil de la entidad. Trayendo consigo que la construcción requiera menos pericia intelectual, aunque se necesita a menudo mucha habilidad técnica por parte de la empresa de montaje,(Díaz & Lastre (2007).

La estimación del costo de montaje de la red se realizará partiendo del perfil antes mencionado. Es decir, contando con las variantes de diseño ya seleccionadas y el esclarecimiento de las gestiones de compras de los componentes de cada una de ellas se consultarán luego las diferentes entidades dedicadas al montaje de proyectos de este tipo. A dichas entidades se les entrega todo lo antes mencionado por variantes así como el previo perfil donde esta reflejará por tareas de ejecución ya definidas, un estimado de montaje. Dicho perfil o también reconocido como ficha de costo de las diferentes órdenes de trabajo reflejará el más próximo de los estimados de costo que dichas entidades cobrarían por montar las variantes de diseño. Obtenidos estos se procede a determinar cuál de las variantes de diseño resulta más viable así como, cuál de las empresas de montaje intervendrán en la ejecución del proyecto. Puede que en una primera etapa en la de gestión de compra de los materiales una entidad resulta menos costosa y que dicha entidad en el resto de las etapas sea una de las variantes más caras, es por ello que se menciona de una posible combinación de ser necesaria y permitida, de empresas de montaje para la ejecución del montaje, como también no se puede excluir la posibilidad de que una entidad brinde por el montaje íntegro del proyecto alguna rebaja o consideración con el costo del mismo. No se deben obviar alternativas y estudios de combinaciones en la etapa de montaje para minimizar y hacer más próximo el estimado del costo.

A continuación se reflejan los aspectos que estarán implícitos en el perfil de montaje



Para la confección del perfil de montaje se contará con los documentos y requerimientos siguientes:

- Descripción del reporte de los materiales y accesorios obtenidos en el diseño (accesorios y materiales)
- Reporte para la gestión de compra de los componentes (suministradores, cantidad, descripciones propias, entre otras).
- Se le han de adjuntar planos y especificaciones técnicas de la red a montar (ubicación de los requerimientos y las obras, empleo de materiales, cálculos).
- Otras especificaciones necesarias concernientes al diseño.

En la ficha de costo se reflejará también lo referente a la mano de obra empleada dejando que sea la empresa de montaje la encargada de la actualización de la misma pues será ella en dependencia de la ejecución del proyecto la que la estimará. Por lo que se debe conocer al menos que la mano de obra es el esfuerzo físico o mental que se emplea en la elaboración del proyecto. El costo de la mano de obra es el precio que se pagará por emplear los recursos humanos en el cumplimiento del montaje del proyecto.

En la ficha de costo irán también reflejado los costos por la categoría de artículos dañados. Mediante el reflejo en la ficha se han de informar estos para determinar la naturaleza y la causa de estos artículos dañados. Se debe prestar atención por igual al deterioro en el proceso de montaje estos se clasifican en deterioro normal y deterioro anormal. (Díaz 2007).

En la ficha se debe tener presente también los servicios para el montaje, que son los flujos requeridos para el proyecto y óptimo funcionamiento de de la etapa de montaje, como agua, vapor, aceite, alcantarillado, combustión, energía entre otros. Ante la confección de la ficha de costo y la posible contratación de una o varias entidades de montaje se hace necesario esclarecer algunas condiciones generales para la contratación de las empresas encargadas de la realización del montaje. Las condiciones legales a que se debe ajustar el contratista durante el desarrollo del contrato (Díaz 2007).

Otros costos

Para una determinación más acertada del cálculo del costo del proyecto de redes hidráulicas se integrará en el modelo una categoría denominada **Otros Costos** en la cual estarán registrados una serie de costos en los que se incurre inevitablemente en el desarrollo de un proyecto de esta índole. Los costos que se relacionarán más adelante que conforman esta categoría deben de ser registrados y agrupados ordenadamente con una descripción de sus respectivos conceptos pues de una manera u otra contribuyeron a la realización del proyecto y de ser obviada su incurrancia no se podrá obtener una estimación adecuada del montaje o de cualquier actividad del mismo estos costos serán considerados como actividades auxiliares del proyecto, (Díaz 2007).

Dentro de las actividades auxiliares del modelo de costo para el proyecto, denominado como otros costos estarán recogidas las tareas siguientes:

- 1) Estimación de los costos de supervisión. Se debe tener en cuenta a las personas que formarán parte de la supervisión del proyecto, las especificaciones técnicas, así como cualquier otro requisito que deba cumplir

el mismo para el futuro cumplimiento del destino de servicio de la red. Se debe tener presente lo relacionado con el personal:

a) Personal: el cálculo del coste de mano de obra se acostumbra a llevar a cabo mediante el gasto que se presenta en la contabilidad externa. Para el cálculo de costos suele ser útil la obtención del coste/hora un empleado, que es igual a la suma de todos los costos anuales que supone dicho empleado tales como:

- ❖ Salarios (incluyendo pagos extras)
- ❖ Seguridad social
- ❖ Planes pensiones
- ❖ Vacaciones
- ❖ Primas
- ❖ Otros costos incurridos para este personal de supervisión o de apoyo a la ejecución del proyecto.

- 2) Costos de administración.
- 3) Costos de agua, aseguramiento, gas, energía y otros de esta índole que se incurran ajenamente a los reflejados en la ficha de costo de la empresa de montaje.
- 4) Patentes, licencias y permisos. Se deben tener presentes todos los permisos y licencias en la realización y puesta en marcha de un proyecto, para no tener problemas legales luego, lo cual entorpecería el proceso generando retrasos de la puesta en marcha y sobre costos que posiblemente llevarían el proyecto al fracaso.
- 5) Obligaciones con el estado.
- 6) Transporte y otras condiciones de apoyo, la gestión de la empresa dueña del proyecto en cuestiones de mantenimiento para la ejecución del proyecto,
- 7) Imprevistos. Alquiler de instalaciones.
- 8) Seguros, para maquinaria y equipo de contratistas, seguro de baja tensión (corriente débil),
- 9) Se tendrá en cuenta en caso de que la empresa dueña del proyecto tenga algún inmobiliario o necesite reflejarlo en su estimación. Amortizaciones y

provisiones: se trata de efectuar una estimación razonable y realista del desgaste del inmobiliario.

- 10) Servicios exteriores: el coste se estima a partir de las facturas de los arrendamientos, teléfono, agua, gas, electricidad, seguros, etc.
- 11) En la estimación de otros costos se han de reflejar los costos de calidad (CDC) los que se refieren a los costos en que se incurrió para prevención ó los costos que surgen como resultado de un inadecuado funcionamiento de las etapas del proyecto. Estos costos se enfocan en la calidad en el cumplimiento y se incurren en todas las funciones. Los costos de calidad se clasifican en cuatro categorías y encierran una serie de especificaciones. Ver Anexo 12 de Lastre (2007).
- 12) Costos medioambientales: costos que se producen en el proyecto como consecuencia de su gestión medioambiental. Estos costos pueden producirse a iniciativa de la empresa gestora del proyecto (costos derivados del plan de gestión medioambiental de la empresa, gestión de residuos, auditorías medioambientales, prevención de la contaminación, etc.), a iniciativa de la Administración (multas, exigencias administrativas etc.) o bien como consecuencia de accidentes durante el proceso de montaje. El control medioambiental se puede realizar en diferentes fases del proyecto. El control de las materias primas que se consumen en el proceso permite sustituir los materiales tóxicos y peligrosos por otros alternativos que sean inocuos.

La Evaluación de Impacto Ambiental, es el proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa, la implantación de políticas y programas o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo, Amat (2000) 1.

1. Otros costos pueden ser los siguientes y no considerados específicamente como costos indirectos estos son los llamados costos de oportunidad. Estos costos se refieren a consumos reales, pero que no son objeto de facturación ni de pago, y que además no son tenidos en cuenta por la contabilidad financiera. Los más habituales son los correspondientes al

trabajo gratuito efectuados por una empresa u otra persona, o los alquileres no facturados de locales propiedad de las empresas, o los costos financieros de fondos prestados por el estado y por los que no se paga interés alguno. Es decir en un proyecto de redes de conductos puede valorarse la posibilidad en dependencia de las facilidades que tenga la empresa que realizará el mismo, la posibilidad de la existencia de costos de oportunidad ya sean relacionados con la obtención de determinados materiales, accesorios o cualquier otro servicio.

2. Gastos incurridos extras en el proceso de contratación de la empresa que ejecutará el montaje de la obra.
3. Imprevistos: Para afrontar aquellas inversiones no consideradas y contrarrestar posibles problemas o costos. Su magnitud debe calcularse según un porcentaje del total de la inversión, se reconocerán dentro de las contingencias.
4. Gastos de organización: Es un costo inevitable, constituyen todos los desembolsos originados por la dirección y coordinación de las obras.

CONCLUSIONES

1. Se efectuó la formalización del procedimiento para la gestión del registro, cálculo y control del costo en las etapas de un proyecto de redes hidráulicas, sustentado con los sistemas y métodos de costo vigentes, posibilitando la integración de las ramas de ingeniería y las contables.
2. Las empresas de proyecto nacionales que realizan el diseño de redes hidráulicas con el sistema CAD pueden incorporar a la actividad de diseño criterios técnico-económicos de una manera más profesional.
3. La valoración sobre los impactos energético, económico, social y medioambiental demuestran la importancia del trabajo para las condiciones actuales del país.

BIBLIOGRAFÍAS

1. Amat, O., "Comprender la Contabilidad y las Finanzas", Primera Edición, Gestión2000, 1998.
2. Amat, O. y Soldevila, P., "Contabilidad y Gestión de Costes", Tercera Edición, Gestión2000.
3. Ansuji, P. A. "Concurrent Engineering tools for product and process development", 13th ISPE/IEE International Conferences on CAD/CAM Robotics & Factories of the Future CARS & FOF'97, Colombia, 1997.
4. A., Salas. "Programa CALIBRA, para la Calibración de Redes de Acueducto". Desarrollo de Software, Universidad de los Andes, Colombia, 2001.
5. AsuniCAD S. A. "CADPIPE 5.3, para el diseño de tuberías". Byte. No.43, Madrid, España, septiembre 1998.
6. Aguirre Pascual, A., y otros. "Ingeniería Hidráulica aplicada a los sistemas de distribución de agua". Vol. Vol. II. Aguas de Valencia S.A., 1996.
7. Díaz, Lastre V., "Modelo para el cálculo del costo en proyectos ingenieriles de redes de conductos". Trabajo de Diploma en Contabilidad y Finanzas, 2007.
8. Díaz, M, Maritza Sistemas Integrados de gestión de proyectos, Conf, 2008.
9. Durán, G. "Sobre grafos intersección de arcos y cuerdas en un círculo". Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires, 2000.
10. Hechavarría, H. JR. "Automatización de proyectos de redes hidráulicas de abasto". EXPOAGUA 2006. La Habana. Cuba, 2006.
11. Hechavarría, H. JR. "Diseño óptimo bajo criterios múltiples de redes hidráulicas". Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Santiago de Cuba, 2008.
12. Hogreen, Charles., "Contabilidad de Costos", Editorial Mc Graw Hill, 1997.
13. Hogreen, Ch. Foster, G. y Datar S., "Contabilidad de Costes un Enfoque Gerencial.", Décima Edición, Anta, M., 2002.
14. Polimeni, S. Fabozzi, F. y Adelberg, A., "Contabilidad de Costos Conceptos y Aplicaciones para la Toma de Decisiones Gerenciales", Tercera Edición, Suárez, M., 1994.