

## INVESTIGACIÓN Y REVISIÓN TÉCNICA

# Enseñanza dinámica virtual

Ing. Luis Alberto Soliz Franco \*

Docente – Investigador  
Ingeniería Civil

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología UAGRM

Después de más de tres décadas en la enseñanza universitaria, se aplicaron muchos métodos didácticos para elevar el aprovechamiento de los estudiantes en el proceso enseñanza aprendizaje, habiendo conseguido buenos resultados, sin embargo faltaba el complemento bibliográfico del propio docente, en este caso para la materia de Estructuras Isostáticas, que es la primera materia y base fundamental para las muchas otras materias de cálculo estructuras en la carrera de Ingeniería Civil.

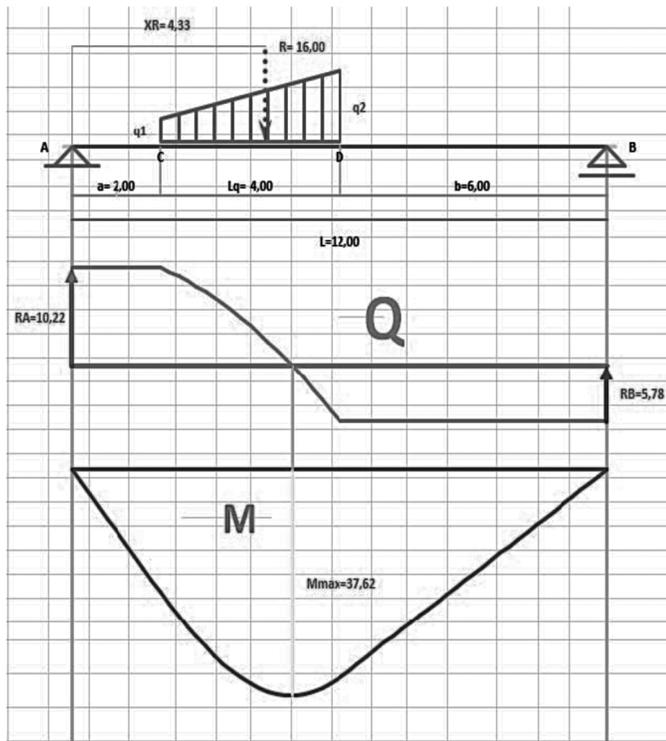
En el estudio del formato del libro a escribir se eligió un formato digital, para manejo virtual, como un instrumento académico, pedagógicamente estructurado que permita, conocer, aprender, ejercitar y aplicar las Estructuras Isostáticas de una forma interactiva y dinámica entre teoría y prácticas a través de métodos analíticos y gráficos con contenido de aplicaciones del ejercicio profesional.

**Objetivos:** i) Incentivar a los alumnos al estudio de conceptos y teoría de las Estructuras, ii) Mostrar metodologías informáticas en el proceso enseñanza aprendizaje. iii) Disponer de un instrumento que permita realizar estudios de análisis de sensibilidad en estructuras en diferentes condiciones. iv) Tener herramientas para cálculo de algunas estructuras de aplicaciones reales. v) Proporcionar al estudiante estudiar con mayor facilidad en un medio tecnológicamente avanzado, vi) Ofrecer al docente un instrumento para elevar el rendimiento académico de los estudiantes.

**Metodología:** La metodología utilizada ha sido una combinación técnica académica e informática que mejor se ajuste a cada uno de los temas tratados. Se estructuró el formato en tipo fichas informáticas que permite fácilmente “navegar” en el libro por todos los temas, además de poder actualizar, adicionar o ampliar temas en forma sencilla. Se presentan desarrollos teóricos con explicación de procedimientos de las aplicaciones prácticas.

---

\* Ingeniero Civil, consultor en ámbito nacional e internacional en áreas de infraestructura de saneamiento básico, estructuras y carreteras. Especialista en desarrollo de software para ingeniería y administración de la construcción.. Docente en Estructuras 4 años en el exterior y desde 1977 en la U.A.G.R.M., además ha sido docente en otras universidades en materias como Ingeniería Legal y Evaluación Económica Financiera de Proyectos.



La herramienta principal ha sido la aplicación del software Microsoft Excel®, utilizado en su más amplio poder y como resultado de muchos años de investigación de su aplicación para resolver los problemas de la ingeniería civil, principalmente en su capacidad combinada de cálculo numérico y graficación, que permite en cada ejercicio recalcular y redibujar "en línea" al modificar los datos.

Se destaca que para la graficación de los ejercicios se ha utilizado el graficador normal que tiene Excel, complementado con la herramienta del Visual Basic para Aplicaciones (VBA), específico para Excel habiendo desarrollado una metodología especial con creación de un sin número de funciones propias que se incorporan en cualquier hoja electrónica de Excel, que son funciones para dibujar objetos y las funciones de la geometría analítica necesarias requeridas para dibujar (en forma analítica y de esa manera poder actualizar los gráficos en forma automática al modificar los datos numéricos.

### Características Especiales

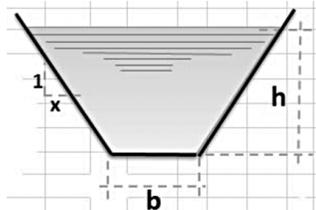
- Todos los temas están integrados a través de hipervínculos de estas hojas de Excel que mediante menús se hace el recorrido por todo el Libro Virtual, de una manera fácil, rápida y amigable.
- En el gráfico, como se muestra en la figura, se presentan los datos o resultados numéricos y que son modificados al realizar cualquier cambio en los datos numéricos que están en las celdas de la hoja.
- Los dibujos tiene escala de dibujo, como también escalas de los parámetros dibujados como escalas de fuerzas, esfuerzos, etc. Estas escalas pueden ser modificadas por el usuario para mejor presentación de cada componente del dibujo de la estructura que se trate.
- Adicionalmente se introduce el dinamismo, que consiste en darle movimiento a los diferentes parámetros, como por ejemplo en la figura de arriba hacer que la carga se desplace por la viga y al mismo tiempo se modifican "en línea" los resultados, o que se incremente la carga desde un valor a otro y ver como se modifican los esfuerzos. Este aspecto dinámico es una de las principales características en el proceso enseñanza aprendizaje que permite en pocos minutos mostrar al alumno, diferentes condiciones de cómo se comporta la estructura y en diferentes situaciones de acciones. Esto hacerlo manualmente no es posible en el aula, por el tiempo que llevaría hacerlo

El producto, es el resultado de muchos años de investigación de informática aplicada a la ingeniería respondiendo a las exigencias del desarrollo profesional en la solución de estudios como consultor en el área de diseños de ingeniería, todo esto en conjunción con la experiencia de muchos años de docente.

Después de haber desarrollado el libro virtual y aplicado en la enseñanza, el autor ha confirmado que el producto es un excelente instrumento en el proceso de enseñanza aprendizaje, habiendo ya obtenido mayores aprovechamientos académicos de los estudiantes. Esta metodología también se puede aplicar en las soluciones cotidianas del profesional ingeniero.

Durante el año 2013 y como docente investigador de la U.A.G.R.M., se están desarrollando funciones para fórmulas de ingeniería civil, que serán introducidas a la biblioteca de funciones que tiene el Excel. Se pretende desarrollar funciones para las áreas de estructura, hidráulica, sanitaria, carreteras y geotecnia. Por ejemplo una función para obtener el caudal en canales, con solo colocar los datos en la función. Son funciones programadas internamente en Visual Basic para ser usadas en cualquier hoja del Excel.

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$



**Otras Aplicaciones.-** Esta metodología ha permitido, al autor, aplicarla al concepto de OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA DE DISEÑOS DE INGENIERÍA. que consiste en el desarrollo de aplicaciones específicas en Excel que las que se calculan todos los parámetros, se dibuja “en línea”, se hace el cómputo y el presupuesto.

Mediante programación iterativa se dan valores a los diferentes datos principales haciéndolos varias entre rangos determinados y se calculan los costos para diferentes estados, obteniendo después de cientos de cálculos cual es la condición más económica y que cumple las condiciones de seguridad y calidad que se le impone al cálculo.

Por ejemplo, la figura muestra una base de fundación, (el dibujo es dinámico en el Excel), que se re calcula, se re computa, se re dibuja y se re costea en “línea” Como se puede observar está dibujado hasta el detalle de todos los fierros y dibujado en escala.

Se hace le cálculo para diferentes alturas y diferentes diámetros y espaciamiento de fierros. Para cada cálculo se obtiene el cómputo y el costo, determinando cuál de las muchas alternativas es la de menor costo.

Complementariamente, además de tener el dibujo en el Excel, mediante programación en Visual Basic, se puede transferir el dibujo automáticamente al AutoCAD para ser incluido en los planos de obra.

En este concepto se han asesorados varias Tesis de Grado en proyectos para cálculo de Fundaciones Directas, Puentes de Hormigón Armado, Redes de Agua Potable, Mantenimiento de Equipos, Fundaciones Profundas y otras, todas ellas con el concepto de hacer “sensibilidad” económica de diferentes alternativas de soluciones técnicas. Los resultados han sido excelentes ya se han utilizado, por los ahora profesionales, en aplicaciones reales de consultoría, con ahorros de tiempos importantes y proyectos económicamente óptimos.

