

Sistema FunCAD. Una aplicación CAD para el cálculo, diseño y dibujo de Fundaciones

T. Osers, R. Mendoza

Departamento de Ingeniería Estructural

Escuela de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Universidad Central de Venezuela

RESUMEN

Las aplicaciones CAD se han convertido cada día más en una herramienta indispensable para los Arquitectos e Ingenieros Civiles, tanto para el dibujo de planos como para el procesamiento de datos por medio de módulos especializados. Por este motivo se desarrolló el programa **FunCAD** para el diseño, y dibujo automatizado, que incluye secciones transversales, plantas y despiece de armaduras, de fundaciones y cabezales de pilotes, todo ello con el fin de poder analizar gran número y tipos de fundaciones en un corto tiempo. Los tipos de fundaciones que el sistema es capaz de calcular y dibujar en forma automática son: **Fundaciones directas simples rectangulares, fundaciones directas combinadas y cabezales de pilotes de dos a cuatro pilotes.**

El trabajo presenta el desarrollo en lenguaje LISP del sistema y su conversión a un sistema ejecutable de extensión ARX. Este proceso se realizó con la ayuda de la aplicación VisualLISP. Para realizar la interacción entre el usuario y programa se crearon interfases a través del lenguaje DCL, con el fin de lograr mayor entendimiento entre el usuario y el sistema **FunCAD**, tratando de mantener al máximo los estándares de entradas de datos del sistema AutoCAD, así como el uso de los comandos.

Introducción.

El presente trabajo se enmarca en la línea de investigación denominada "Interacción: Cálculo y Dibujo de elementos estructurales asistido por computadora en programas integrados".

En el campo de la Ingeniería Estructural cada día es más frecuente el uso de programas para el análisis y diseño de elementos estructurales, encontrándose en el mercado (tanto comercial como educativo) un sin número de programas destinados para este fin, y por otro lado se tienen sistemas de dibujo asistido por computadoras CAD, que permiten dibujar en forma interactiva los detalles estructurales de los mismos.

Sin embargo, no existen programas que realicen el análisis y diseño de los elementos estructurales y al mismo tiempo tengan la habilidad de dibujar sus detalles estructurales, y que además, permitan al usuario modificarlos, si por algún motivo no le agrada el detalle que el sistema creó en forma automatizada. Por tal motivo surgió la iniciativa de este trabajo, fundamentado en la creación de un sistema para el cálculo, análisis y el dibujo de fundaciones directas y cabezales de pilotes, todo ello integrado en un solo sistema. Este sistema configurado de esta forma permite estudiar un mayor número de casos y tipos de fundaciones, y poder realizar un mayor número de proyectos en menor número de horas.

Generalidades del Programa (FunCAD).

Las aplicaciones CAD¹ se han convertido cada día más en una herramienta indispensable para el Ingeniero Civil, tanto para el dibujo de planos y/o el procesamiento de datos por módulos especializados (en lenguajes compatibles por a estas aplicaciones). Por este motivo se creó este programa para el análisis, diseño y dibujo para fundaciones y cabezales de pilotes, con el fin de poder analizar un gran número y tipos de fundaciones en un corto tiempo y poder así visualizar la variación que se presenta de un tipo a otro. Los tipos de fundaciones para los que fue creado este programa son: **Fundaciones Directas Simples (cuadradas o Rectangulares), Fundaciones Directas Combinadas (con la combinación por medio de una pequeña placa de fundación) y Cabezales de Pilotes (de dos, tres y hasta cuatro pilotes).**

El Programa presentado será definido a partir de este momento como **FunCAD**. El mismo fue escrito originalmente en lenguaje LISP², que es el lenguaje de programación nativo del sistema AutoCAD (seleccionado como programa de dibujo). Posteriormente **FunCAD** fue convertido en un ejecutable de extensión ARX³ para su mejor desempeño dentro del ambiente AutoCAD; este proceso se realizó con la ayuda del sistema Visual LISP⁴, compilador creado por Autodesk (empresa desarrolladora del sistema AutoCAD).

FunCAD está dividido en tres módulos trabajo:

Módulo de Cálculo, Módulo de Cajas de Diálogos y Módulos de Dibujos de Detalle.

Módulo de Cálculo.

Corresponde al módulo encargado del proceso de cálculo estructural. Los algoritmos de cálculo programados se basaron en una recopilación de información de diversas fuentes como son: libros, apuntes y consultas realizadas a expertos en la materia; todo ello con el fin de la crear un procedimiento que aglomere los diferentes criterios seguidos por distintos calculistas, para posteriormente transcribirlo en los lenguajes de programación seleccionados. Es importante resaltar que la principal línea de investigación de *FunCAD*, no es el análisis de fundación como tal, sino, la de crear una aplicación integrada cálculo - dibujo de detalles de fundación. Por tal motivo, *FunCAD* fue creado usando la Programación Orientada a Objetos (OOP), que permite que cada usuario escriba y personalice su propio módulo de cálculo, siempre y cuando conserve los parámetros de entrada y salida que son especificados más adelante. Las figuras 1,2,3 y 4 presentan los algoritmos de cálculo para Fundación Directa Zapata Cuadrada, Fundación Directa Zapata Rectangular, Fundación Directa Zapata Combinada, Cabezales de Pilote, respectivamente, que están programados en FunCAD.

Módulo de Cajas de Diálogos.

Este módulo a diferencia de los otros, fue escrito en lenguaje DCL⁵, y se encarga de la creación y manipulación de las cajas de diálogo dentro del AutoCAD. La principal función de este módulo es la creación y manejo de la interfase entre el usuario y *FunCAD*. Con el uso de cajas de diálogos, y de acuerdo al tipo de fundación analizada, el usuario podrá introducir, visualizar y analizar los valores del cálculo efectuado.

El módulo es el encargado de la ejecución del Módulo de Cálculo, por este motivo no está contemplado la personalización de esta parte de *FunCAD*, ya que cualquier variación de algún patrón dentro de él, podría afectar significativamente los resultados obtenidos dentro de todo el proceso.

Módulo de Dibujo de Detalle.

Este módulo es el de mayor jerarquía dentro de *FunCAD*, por ser el encargado de la ejecución del dibujo de los detalles de las fundaciones calculadas con *FunCAD*, así como la ejecución del Módulo de Cajas de Diálogo y por ende el Módulo de Cálculo; por tal motivo este módulo tampoco puede ser personalizado. El módulo está concebido usando la técnica de parametrización por puntos geométricos, es decir, cada fundación se parametrizó definiendo los puntos característicos que definen su geometría, y los puntos que definen la disposición de armaduras. Estos puntos referenciales, permiten dibujar los diferentes tipos de fundaciones y pilotes.

El módulo de dibujo esta subdividido a su vez, en tres submódulos, que son: ZAS (zapatas simples), ZAC

(zapatas combinadas) y CAB (cabezales de pilotes); éstos son los encargados del procesamiento de toda la información del procedimiento de cálculo, análisis y dibujo de fundaciones; dependiendo cual de ellos se desee ejecutar. Además de la parametrización de los puntos geométricos necesarios para el dibujo de detalles de fundación, este módulo es el encargado de la llamada de un módulo independiente denominado Utilitario, en el cual se encuentran todos los comandos que se repiten en los distintos módulos, por ejemplo, la creación de las capas (Layers), creación de los estilos de dimensión y texto, etc.

Uso de FunCAD.

El uso de FunCAD, se realiza a través de un menú desplegable, en el Sistema AutoCAD, siguiendo los mismos mecanismos de comandos de dicho sistema, por lo tanto se autoexplica. Los diálogos fueron preparados cuidadosamente de forma tal que todo Ingeniero y Arquitecto están en capacidad de utilizar la herramienta, sin ninguna ayuda adicional, que el mismo conocimiento en si de AutoCAD.

Conclusiones y Recomendaciones.

Se presenta un sistema, capaz de calcular y dibujar un sin número de fundaciones directas, y cabezales de pilotes, en forma integrada de análisis, cálculo, diseño y dibujo dentro de un sistema de graficación de uso masivo como lo es el AutoCAD, permitiendo disminuir tiempos de dibujo, y errores de cálculo.

El sistema fue creado siguiendo los lineamientos impuestos por Autodesk, INC, lo que implica que cualquier usuario de AutoCAD, y con conocimientos de Ingeniería Estructural, en cuanto a infraestructura se refiere, esté en capacidad de utilizar la herramienta en forma directa sin ninguna ayuda adicional.

FunCAD, fue escrito en lenguaje AutoLISP, sin embargo si el mismo se re-escribe utilizando la tecnología de ObjectARX, de Autodesk, se podrían crear nuevas varias entidades nativas dentro del sistema AutoCAD, que serían entre otras fundaciones directas aisladas simples, combinadas y cabezales de pilotes de uno, dos tres y cuatro pilotes, cabe destacar, que el grueso del trabajo, que se corresponde a la parametrización ya está desarrollada, y solo faltaría implementarla en la tecnología antes descrita.

Bibliografía.

D. Ranker y H. Rice, **Inside AUTOCAD Release 12**, PHH Prentice Hall, USA 1992; Traducción Prentice Hall Hispanoamérica, S.A., México, 1995. Autodesk, **Guía de Personalización Versión R1 3**, Autodesk, USA 1995.

Autodesk, **Visual LISP Guide for AutoCAD Release 14**, Autodesk, USA 1998.

J. Calavera, **Cálculo de Estructuras de Cimentación**, INTEMAC (Instituto Técnico de Materiales y Construcciones), España, 1982.

María Graciela Fratelli, **Suelos, Fundaciones y Muros**, Caracas, Venezuela, 1993.

Ing. José Manuel Velasquez, **Curso de Fundaciones y Muros (1124)**, Universidad Central de Venezuela, 1997.

Rodolfo Osers, **Flujogramas para el Calculo de Concreto Armado**, H&R&T OSERS, Venezuela, 1988.

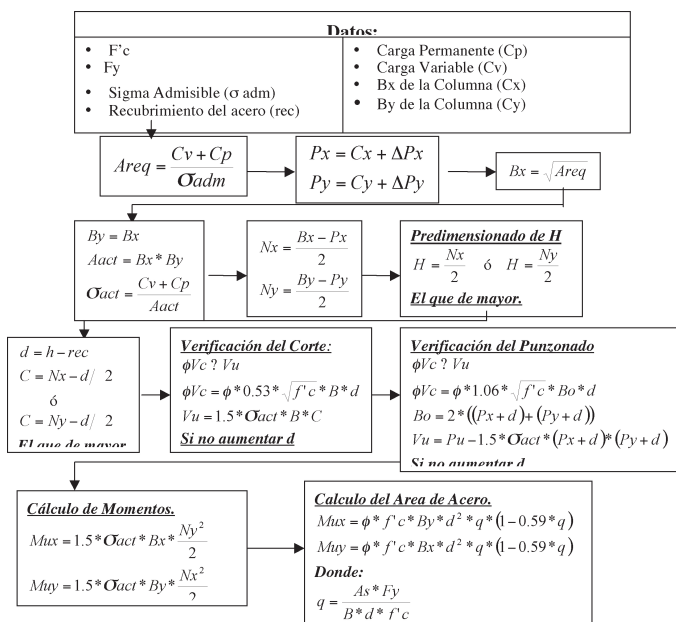


Fig. 1 Fundación Directa Zapata Cuadrada.

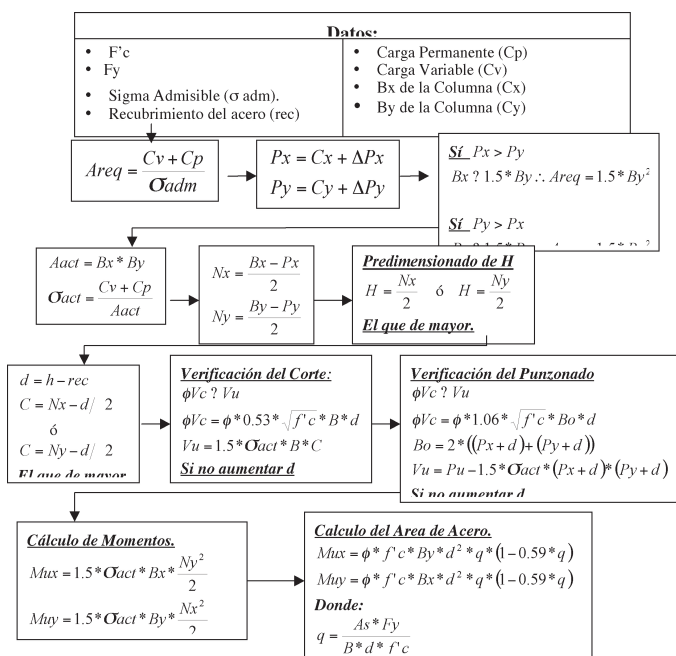


Fig. 2. Fundación Directa Zapata Rectangular.

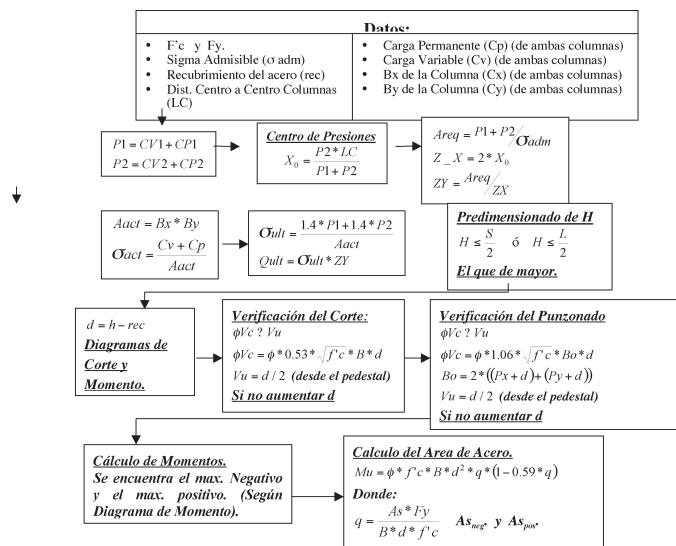


Fig. 3. Fundación Directa Zapata Combinada.

S= Distancia cara del pedestal borde de zapata.
L= Distancia cara a cara entre pedestales.

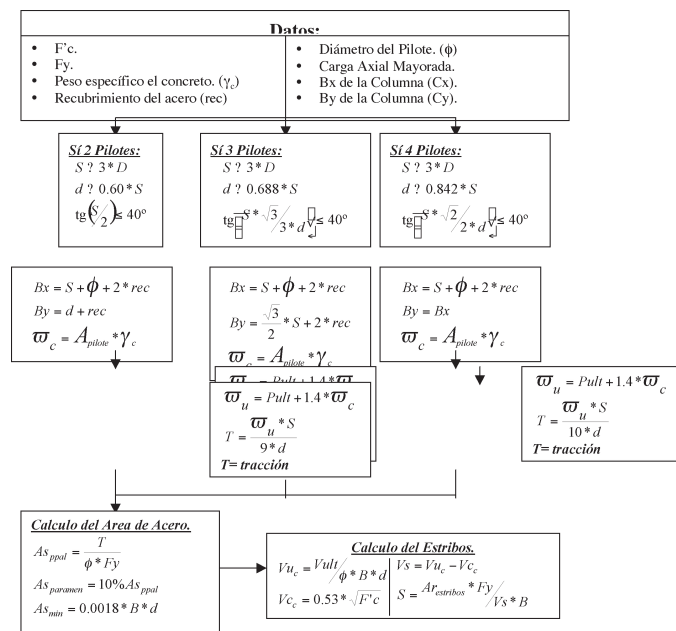


Fig. 4. Cabezales de Pilote.

1 CAD: Dibujo Asistido por Computador
2 LISP: Lenguaje de Personalización y programación de AutoCAD.
3 ARX: Archivo de aplicación ARX.
4 Visual LISP: Última versión del Programa LISP.
5 DCL: Dialog Control Language, Lenguaje de control de cajas de diálogos.

