

Arquitectura de software propuesta para una aplicación de evaluación de construcciones sustentables

Software Architecture for Energy Assessment of Sustainable Construction

Eunice Villicaña Ortiz¹, Ubaldo R. Montes Juárez¹, Olga E. Serena Ibáñez¹, Ana G. Pérez Aguilar¹, Gabriela Martínez Rosiles¹, María R. Zarate Nava¹, Jesús L. López Hernández¹.

¹Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz.
Av. Universidad No.350, Carretera Federal Cuitláhuac-La Tinaja, Congregación Dos Caminos, Cuitláhuac, Veracruz, México. C.P 94910

{ubaldo.montes.juarez,olga.serena.ibanez,gmrnov92,anagabrielaperezaguilar}@gmail.com

Abstract. From the energy efficiency's point of view in construction, buildings are open thermodynamic systems, where the dull and translucent walls swap energy with the environment, therefore they're not in thermal balance, this state suggest us the necessity to establish mechanisms to know their behavior before the external and internal variations. Because of that, the conception of a building, from the design to the habitability, an energy and comfort analysis should be considered, due to the climatic and geographic conditions of the place where the house is meant to be built, that will allow to identify the thermodynamic behavior that will show the building throughout its lifetime and consequently anticipate the energy consumption that will demand the system. SICODES is a software that virtually evaluates the behavior of the covering transmittance of a building according to the user specifications and climatic conditions of the place. At the end, SICODES establishes the level of energy efficiency of the construction.

Keywords. Simulator, Edification, Construction, Evaluation, Energetic Efficiency.

1 Introducción

El aumento del consumo energético en las últimas décadas ha impactado en el medio ambiente. Se estima que el 75% de emisiones de GEI son atribuibles al sector energético [1]. En este sentido, el sector de la construcción ha contribuido de sobremanera, si se consideran los procesos que se realizan desde el diseño, la construcción y habitabilidad de las obras.

Se estima que en promedio una casa para cuatro personas tiene un consumo de 300 KWh/mes, esto supone un consumo medio anual de 3.6 MWh [2]. Estos datos reflejan un importante consumo para satisfacer las necesidades habituales, no obstante pueden establecerse estrategias de ahorro como el cambio de luminaria, el establecimiento de horarios de cargas eléctricas, el correcto dimensionado del sistema eléctrico, etc., que si bien permiten reducir el consumo, por si solas no pueden considerarse como las únicas alternativas.

La aplicación de la eficiencia energética en edificios antes del diseño es un tema que cobra importancia, y que debe ser atendido en el corto plazo. Determinar la demanda energética que tendrá un edificio permitirá realizar adecuaciones en cuanto a orientación, morfología y materiales a emplear con el fin de reducir el consumo energético dado por la iluminación, calefacción o refrigeración. Por ello el desarrollo de herramientas y técnicas que permitan prever el comportamiento energético de un edificio, es un tema de suma importancia.

El desarrollo de edificaciones energéticamente sustentables en México no ha tenido un avance significativo, pues aún se carece de la cultura del cuidado del medio ambiente y la edificación bioclimática. Algunos países han desarrollado herramientas de este tipo, tal es el caso de España, país que integró un documento que contiene las herramientas de cálculo para disminuir la demanda energética a través de técnicas de refrigeración, calefacción, iluminación, diseño de cerramientos, etc. Esta información se encuentra contenida en el Código Técnico de la Edificación, mismo que es utilizado para los programas informáticos CALENER y LIDER los cuales se enfocan en la certificación energética de edificios [3].

Desde este panorama, se desarrolla el Simulador de Construcciones Energéticamente Sustentables (SICODES), un software que permite simular en entorno 3D la envolvente de un edificio y evaluar su comportamiento a través del análisis de transmitancia térmica de sus cerramientos, tales como paredes, techos y suelos, todo ello en función a las condiciones climáticas del lugar donde ha de ser construida. En nuestro país, no existe un software de simulación y evaluación de construcciones, SICODES será el pionero en este tipo. La arquitectura “MVC” hace uso de cierto número de paquetes, con el fin de dividir los diferentes elementos del desarrollo. El presente artículo muestra la arquitectura y herramientas utilizadas para la creación de este software.

2 Aplicación de la metodología

La metodología de desarrollo que utilizada para el proyecto, fue la metodología OMT (object Modeling Technique). OMT es una metodología de análisis y diseño orientada a objetos. La gran virtud que aporta esta metodología, es su carácter de ser abierta (no propietaria), que le permite ser de dominio público. Su objetivo es desarrollar un modelo de lo que va a hacer el sistema. El modelo se expresa en términos de objetos y de relaciones entre ellos, flujo dinámico de control y las transformaciones funcionales.

2.1 Fase de Análisis:

Entender y modelar el problema en el dominio de la aplicación.

Durante esta fase el analista muestra un panorama específico del problema mediante un modelo de dominio que se encarga de mostrar las propiedades más importantes sobre ello. Para el desarrollo de esta fase se realizaron diagramas de casos de uso, diagramas de secuencia, diagramas de estado, diagramas de clases, diccionario de datos, diagramas de flujos del sistema que permitieron visualizar el proyecto de un enfoque orientado a objetos, pero no sin tener muy en cuenta una serie de preguntas las cuales son importantes en esta fase, pues nos ayudaran a identificar aspectos claves en dicho problema, ¿Cuál es la aplicación?, ¿Que problemas tendrán que ser resueltos?, ¿Dónde será usado el sistema?, ¿Cuándo será requerido el sistema? y ¿Para qué es necesario el sistema?, entre otras.

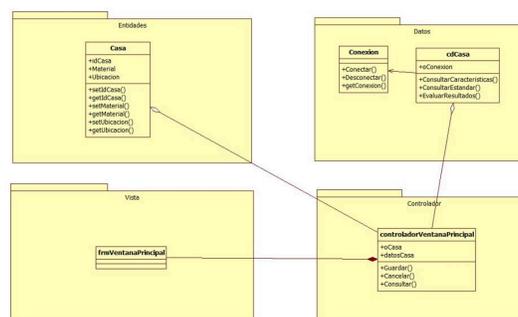


Figura 1. Estructura de diagrama de clases SICODES.

2.2 Diseño del sistema

Se define la arquitectura del sistema y se toman las decisiones estratégicas.

En base al análisis de la fase anterior, se investigó una arquitectura de desarrollo que fuera idónea para realizar el proyecto. De acuerdo a sus fases y características que nos proporciona se seleccionó MVC, que permite organizar el sistema en subsistemas, además de una importante característica que nos proporciona la cual son sus grandes ventajas y una facilidad en su implementación. Por consiguiente, en esta fase se llevó a cabo la identificación de los procesos y subprocesos que implementa el sistema. Dichos procesos nos ayudan a formular ciertas estrategias y decisiones arquitecturales de apoyo en esta fase, así como en el resto de desarrollo del sistema.

2.3 Diseño de objetos

Refinar y optimizar el modelo de análisis, agregando conceptos de programación.

Esta fase es importante, porque en ella se definieron los algoritmos que realizaría el sistema, es decir, se planeó y se diseñaron los algoritmos utilizados por el sistema para el proceso de evaluación de una casa. Además, se buscó la optimización de clases, esto tratando que sea más eficiente el modelo que se realizó anteriormente en la fase de análisis. El diseño de objetos se centra en las estructuras de datos y algoritmos que son necesarios para implementar cada clase que se ha planteado ya en fases anteriores.

2.4 Implementación

Implementar las clases de objetos en un lenguaje de programación.

Esta etapa se enfoca al desarrollo de codificación del sistema. Empleando la arquitectura MVC, se generaron 3 paquetes que contenían todo lo que necesita el sistema para funcionar. En la capa vista se agregó todo lo relacionado con las interfaces, así como los modelos 3D que emplea el sistema. En la siguiente capa que es modelo, se agregaron las clases necesarias para poder hacer la conexión a la base de datos y se llevó a cabo la implementación del controlador, esto para poder hacer la unión entre las interfaces y las conexiones a BDD. A su vez se creó un paquete extra denominado "Evaluación" dentro del cual se agregaron los algoritmos necesarios para poder hacer los cálculos y así determinar la evaluación de las casas.

3 Arquitectura

SICODES es un software que permite la simulación de una edificación en un entorno 3D, el cual simula el comportamiento de la envolvente de un edificio a partir de las características consideradas por el usuario tales como orientación, climatología, grosor de cerramientos y tamaño de las paredes y material con el cual estará construida. De acuerdo a las características, se evalúa el comportamiento térmico, teniendo como resultado una gráfica que indica el nivel de eficiencia térmica de la envolvente de la edificación, todo ello de acuerdo a la zona geográfica que se haya seleccionado.

Para el desarrollo del software se utilizó una arquitectura de MVC, misma que se describe a continuación:

- **Vista:** Contiene todos los componentes visuales e interfaces que se mostrarán en el software y que permitirán capturar la información que se necesita para efectuar los procesos de diseño.

- **Modelo:** Contiene las clases que permiten un enlace a la base de datos de la aplicación y de esta manera muestra al usuario la información relacionada con la zona geográfica, las condiciones climáticas elementales y los materiales que se emplearan en el diseño.
- **Controlador:** Es la capa que permite utilizar la información ingresada por el usuario y hacer actualizaciones a la base de datos de la aplicación. También permite utilizar la información para realizar los cálculos pertinentes en el proceso de evaluación.

La adaptación de la arquitectura N capas para el desarrollo de SICODES se expone en la Figura 1.

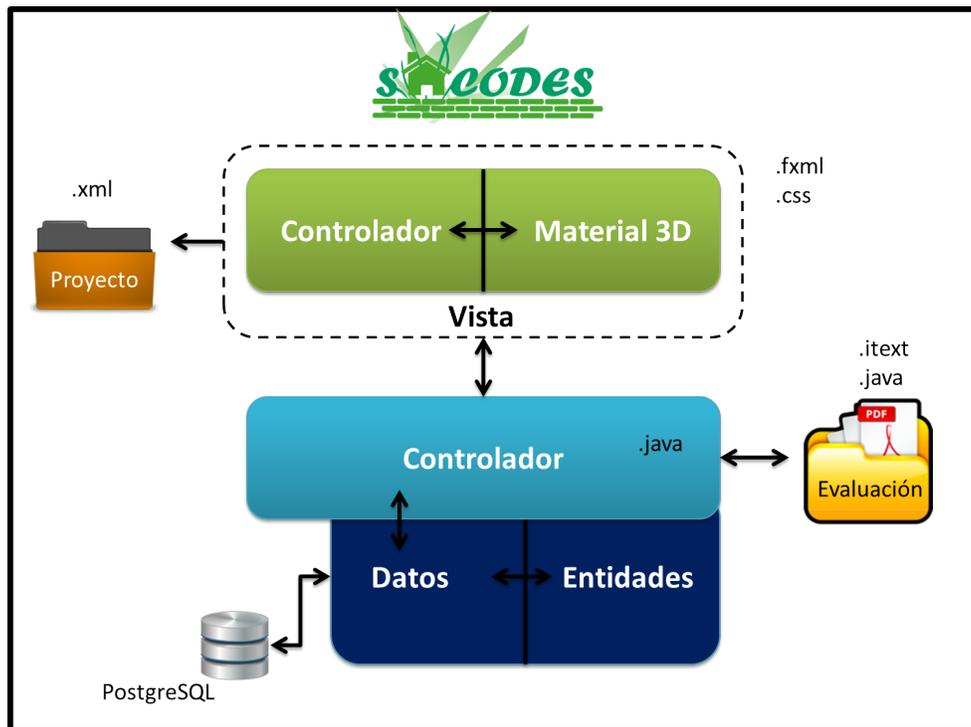


Figura 2. Estructura de arquitectura N capas en SICODES.

3.1 Capa evaluación

Dentro del estilo de programación utilizado, se especificó una capa para el proceso de evaluación, esta incluye especialmente las clases con los métodos para evaluar la eficiencia energética de una casa de acuerdo a las características seleccionadas dentro del simulador.

4 Resultados

La versión actual del software desarrollado permite simular una edificación de un nivel y cuatro paredes a partir de la selección de los materiales para los cerramientos y la localización geográfica. Con esta información se evalúa la transmitancia térmica y se realiza un análisis del confort térmico. El resultado se muestra en una escala cromática donde se indica el nivel de confort en el que se encuentra esa construcción (Figura 2).

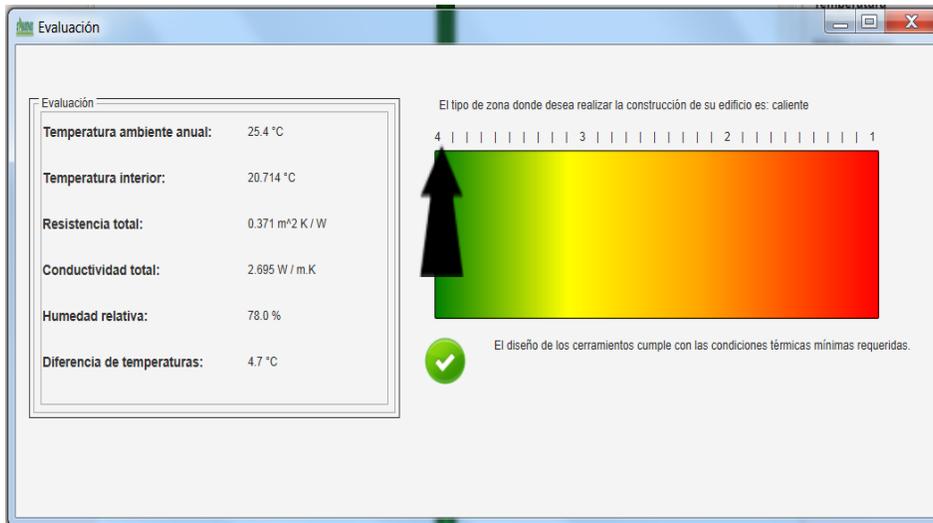


Figura 3. Interfaz de evaluación. Se muestra la interfaz con la escala cromática.

4.1 Flujo del sistema

La siguiente figura muestra el proceso básico de simulación y evaluación de una construcción en el sistema SICODES.

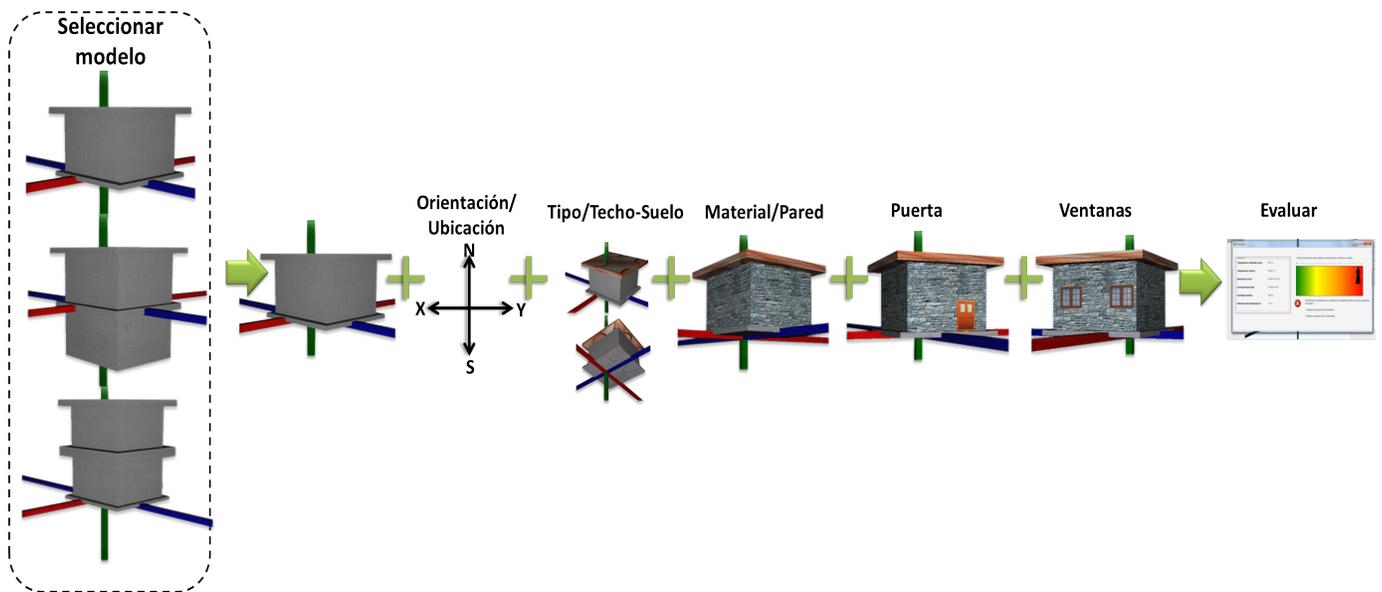


Figura 4. Flujo del sistema.

Como se observa en la imagen se brinda al usuario la posibilidad de que elija el tipo de casa que desea construir, posteriormente se seleccionan características como lo son puertas, ventanas, material de techo, material del suelo, material de construcción. Factores que son importantes para poder determinar el nivel de eficiencia térmica de la casa, cuando se evalúa una casa.

El uso de la arquitectura MVC permitió estructurar los elementos componentes del proyecto dando como resultado la característica de escalabilidad al sistema, dada la condición del proyecto de ampliar su alcance en fases posteriores de desarrollo. Otra de las ventajas, es que el estilo de arquitectura fue dividida en módulos, para implementar la codificación separada y posteriormente ser integrada, facilitando el trabajo en equipo y división de tareas.

5 Trabajos relacionados

5.1 LIDER

LIDER es una aplicación informática que se puede emplear para verificar, de forma temporal y bajo ciertas condiciones técnicas, las exigencias de demanda energética establecidas en el Código Técnico de la Edificación de España. Esta herramienta está diseñada para realizar la descripción geométrica, constructiva y operacional de los edificios, así como para llevar a cabo los cálculos de demanda energética de los edificios [4].

5.2 Calener VyP

El programa Calener VyP (Vivienda y Pequeño edificio terciario) es una de las herramientas informáticas y legislativas que da cuerpo al método general de la Certificación Energética de España. Con ella, se pueden calificar todos los edificios de viviendas, y aquellos edificios del sector terciario, cuyas instalaciones térmicas y de agua caliente sanitaria, se puedan simular con alguno de los modelos que el programa trae adscritos [5].

5.3 Ecotect

El software de análisis de diseño sustentable Ecotect es una herramienta de diseño sustentable de edificios que ofrece un amplio rango de simulación y funcionalidad de análisis de energía de las construcciones que puede mejorar el desempeño de los edificios existentes y diseños de nuevos edificios. Capacidades de análisis de energía, agua y emisiones de carbono integradas con herramientas que permiten visualizar y simular el desempeño de un edificio dentro del contexto de su entorno. [6].

7 Conclusiones

Desde un enfoque sustentable, la construcción debe reducir el impacto medioambiental que produce. Es por ello que en los últimos años se ha incrementado el interés por parte de empresas de la industria de la construcción para edificar de forma sustentable. SICODES es una herramienta que permite saber que tan eficiente, térmicamente, será una casa antes del proceso de construcción.

El desarrollo de un proyecto de tal magnitud permitió emplear una arquitectura “MVC” que facilita su manejo y permite separar el proyecto en paquetes de trabajo que se traduce en una mejor administración de los recursos para el desarrollo del proyecto. SICODES es un proyecto que se encuentra en su primera fase, por lo que aún requiere la integración de más etapas de diseño que de incluirán a medida que avance el proyecto. Esto no supone ningún inconveniente ya que la arquitectura de software empleada permite añadir funcionalidades sin problema alguno.

SICODES busca ser la herramienta que permita a los constructores evaluar y prever el consumo energético de las nuevas edificaciones con el fin de disminuir el consumo energético y el impacto medioambiental.

8 Referencias

1. Trabajo de Investigación: Estudio de la Energía Solar en México. Departamento de Energía, Universidad de Oviedo. España 2009A Survey of Augmented Reality. *Presence*, 355-385.
2. CENEAM. (s.f.). Recuperado el 5 de Julio de 2014, de CENEAM:
<http://www.magrama.gob.es/ca/ceneam/formacion-ambiental/cursos-y-postgrados/internet/certificacion-energetica-edificios-metodo-lider.aspx>.
3. CENEAM. (s.f.). Recuperado el 5 de Julio de 2014, de CENEAM:
<http://www.magrama.gob.es/ca/ceneam/formacion-ambiental/cursos-y-postgrados/internet/certificacion-energetica-edificios-metodo-lider.aspx>.
4. *Código técnico*. (s.f.). Recuperado el 6 de Julio de 2014, de Código técnico :
http://www.codigotecnico.org/web/recursos/aplicaciones/contenido/texto_0002.html.
5. CENEAM. (s.f.). Recuperado el 6 de Julio de 2014, de CENEAM:
<http://www.magrama.gob.es/ca/ceneam/formacion-ambiental/cursos-y-postgrados/internet/certificacion-energetica-edificios-metodo-lider.aspx>.
6. Autodesk. Recuperado el 18 de Julio de 2014, de Autodesk:
<http://usa.autodesk.com/ecotect-analysis/>