

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN DE EDIFICIOS PATRIMONIALES DENTRO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

GABRIELA BASTARDO MILANO¹, MARÍA EUGENIA KORODY², ABRAHAM SALCEDO³

¹Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas,
e-mail: tesoro.patcha@gmail.com

² Departamento de Ingeniería Estructural, Ciudad Universitaria, Facultad de Ingeniería. Av. Los Ilustres, Los Chaguaramos. Caracas - Venezuela.

³ Departamento de Ingeniería Hidrometeorológica, Ciudad Universitaria, Facultad de Ingeniería. Av. Los Ilustres, Los Chaguaramos. Caracas - Venezuela.

Recibido: diciembre 2010

Recibido en forma final revisado: abril 2012

RESUMEN

El número de edificios cuyos servicios básicos están controlados de manera automática se ha incrementado en los últimos años. Sin embargo, este tipo de automatización no se ha implementado en gran medida en edificios antiguos. El objetivo principal para el desarrollo de esta investigación, fue evaluar la factibilidad de la automatización de edificaciones patrimoniales mediante la implantación de un dispositivo inteligente dentro de la Ciudad Universitaria de Caracas teniendo en mente mejorar la recolección de información para su mantenimiento y, a su vez, buscar una manera más eficiente de participar en las actividades de ahorro energético en las que se ha visto el país involucrada en los últimos años. La metodología generada para el estudio del edificio perteneciente a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, tomado como edificio piloto, puede ser aplicada en todos los edificios que componen la Ciudad Universitaria de Caracas pues estudia básicamente las actividades y el grado de conservación del edificio que nos ayuda a entender las necesidades y aceptabilidad de tecnologías que intervienen parcialmente su estructura y su funcionamiento. Mediante la aplicación de la misma al edificio seleccionado, se logra observar la necesidad de automatización de edificios catalogados como patrimonio, pues estas edificaciones, en su mayoría edificios antiguos, poseen en la actualidad un alto consumo de energía así como un alto grado de mantenimiento.

Palabras Clave: Edificios inteligentes, Ciudad Universitaria de Caracas, Edificios patrimoniales, Automatización y control, Ahorro energético.

EVALUATION OF AUTOMATION PROCESS IN HERITAGE BUILDINGS INSIDE THE UNIVERSITY CITY OF CARACAS

ABSTRACT

The number of common services automatically controlled in buildings has increased in recent years. However, this type of automation has not been implemented largely in old buildings. The main objective for the development of this research was to evaluate the feasibility of automation of heritage buildings through the implementation of an intelligent device in the university city in mind to improve the collection of information for maintenance and in turn find a way efficiently participate in energy saving activities in which the country has been involved in recent years. The methodology developed for the study of the building belonging to the Faculty of Architecture and Urbanism, taken as a pilot building, can be applied to all buildings of the University City of Caracas because basically examines the activities and the degree of conservation of the building that we helps to understand the needs and acceptability of this technology that partially involved the structure and function. By applying it to the selected building can watch the need for automation of buildings listed as heritage, as these buildings, mostly old buildings, currently have high energy consumption and a high degree of maintenance.

Keywords: Intelligent buildings, University City of Caracas, Heritage buildings, Automation and control, Energy saving.

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación fue desarrollada debido a la utilización de tecnologías de control automático en los edificios de la actualidad. La utilización de estos dispositivos hasta los momentos se ha aplicado a nuevas estructuras de gran importancia, generalmente encontrándose éstas ya construidas y no adaptados los espacios a los dispositivos requeridos a instalar.

Sin embargo, no se han planteado proyectos que permitan la automatización de edificios de índole patrimonial, siendo generalmente edificios “viejos”, en los que se genera un uso excesivo de las energías necesarias para su funcionamiento.

Debido a esta problemática se decidió estudiar cómo aplicar todas estas tecnologías a edificios patrimoniales, específicamente para el caso de la Ciudad Universitaria de Caracas, Patrimonio Cultural de la Humanidad y Patrimonio Histórico de la Nación.

2. ANTECEDENTES

El término de Edificio Inteligente empezó a utilizarse desde finales de los años 70, justo con la aparición de la domótica, como una solución ante la ejecución de tareas sencillas dentro del hogar.

2.1. Método de instalación en interconexión de los principales dispositivos utilizados en la automatización de edificios.

La ubicación del controlador o los controladores dentro de la edificación estará definida por la cantidad de medios a controlar en el entorno. Esto definirá diversos tipos de “Arquitectura de los Sistemas”. Éstas se clasifican de la siguiente manera:

- **Arquitectura Centralizada:** El controlador centralizado programado recibe la información de los sensores y usuarios y se encarga de transmitir la información a los actuadores e interfaces.
- **Arquitectura Descentralizada:** Existen varios Controladores conectados entre sí por un BUS que permita así transmitir la información recibida por los sensores, programas, configuración o usuarios entre sí y a su vez enviarla a los Actuadores e Interfaces.
- **Arquitectura Distribuida:** Cada sensor y actuador es un Controlador que tiene la capacidad de actuar con la información que capta, así como también con la

información que recibe de otros dispositivos.

- **Arquitectura Mixta:** Es la combinación entre el sistema de arquitectura central, descentralizada y distribuida.

3. OBTENCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Para la selección de un prototipo de automatización, se procedió a la selección de un edificio dentro de la CUC que posea características importantes en sus servicios y que requieran ser mejor controladas. Para ello se tomó como edificio base de análisis el perteneciente a la Escuela de Ingeniería Metalúrgica debido a ser un edificio relativamente nuevo, igualmente declarado patrimonio y con una alta cantidad de laboratorios en su interior que generan un alto consumo y uso inadecuado de los equipos. Sin embargo, debido a la poca información en el país encontrada sobre los planos de construcción del edificio en cuestión, se procedió a evaluar otro edificio con mayor nivel de estudio de consumo. Debido a estas características se procedió al estudio dentro del edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

3.1. Fase I: Identificación de las necesidades y requerimientos:

Todo el conjunto que conforma la Facultad de Arquitectura y Urbanismo está caracterizado por un edificio de aulas, una planta de anfiteátricas y talleres y el área de sala de estudios y auditorio “Carlos Raúl Villanueva”. Entre estas plantas tenemos aulas, oficinas, centros de computación y un taller de fotografía. En los pisos 1, 4, 8 y 9 se llevan a cabo actividades de tipo administrativo, y en los pisos 2, 3, 5, 6 y 7 actividades de tipo académico. La planta baja está distribuida entre espacios de circulación, administrativos, académicos y recreacionales pues se tiene en esta el cafetín, oficinas de inscripción y control de estudios, talleres, salas de lectura y el auditorio.

Este edificio está clasificado por COPRED (2004) de la siguiente manera: No está en las referencias finales

- El edificio donde se encuentra el Auditorio Carlos Raúl Villanueva está clasificado como Tipo 1.
- Los edificios de aula y talleres se encuentran clasificados como Tipo 2.

Los edificios Tipo 1 quedan definidos por las siguientes características: Pueden llevarse a cabo en ellos procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, consolidaciones y cuidado en general siguiendo las directrices

establecidas por el COPRED, igualmente se permiten actualizaciones de servicios, instalaciones y sistemas siempre y cuando no produzcan alteraciones de ningún tipo ni modificaciones en la lectura original de los espacios. Los edificios clasificados por COPRED (2004) como un edificio Tipo 2, definido de la siguiente manera: Admiten intervenciones a nivel interno, siempre y cuando éstas no alteren, eliminen o afecten espacios notables, acabados, texturas y cerramientos. Se permiten en estos casos las actualizaciones de equipos y sistemas, adecuaciones de espacios, modificaciones de divisiones internas y mobiliario, actualizaciones tecnológicas, todas ellas contando con la aprobación previa del COPRED.

3.2. Fase II: Realización del diseño en los lugares de interés para la instalación de los dispositivos:

II.1. Evaluación de las necesidades del edificio para el desarrollo y/o selección de un dispositivo de control:

Los parámetros para el desarrollo de dispositivos de control fundamentan inicialmente en las variables arquitectónicas: El edificio actualmente posee un buen diseño e implantación arquitectónica que permite usar en beneficio las características geoclimáticas del Valle de Caracas, sin embargo algunos pisos de este edificio se han visto afectados por modificaciones internas realizadas para la implantación de nuevas oficinas y sectores administrativos. Otra característica importante es la referida al consumo eléctrico promedio de la edificación pues en base a este se determina primero cuales son los sistemas eléctricos y/o electrónicos que poseen mayor consumo energético dentro de la edificación, y así tener una fuente de referencia de lo que se desea controlar.

Es decir, en materia de iluminación y refrigeración se produce el mayor consumo eléctrico de una edificación, pero en el conjunto de edificios pertenecientes a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo son muy pocos los aires acondicionados instalados, pero si gran cantidad de equipos de consumo eléctrico como computadoras, retroproyectores e impresoras.

Las actividades que se desarrollan en el edificio juegan un papel fundamental en la cantidad de energía que se consuma en éste, así como las instalaciones y servicios que requieran mayor demanda para el desarrollo de estas actividades.

II.2. Ubicación los planos arquitectónicos, de instalaciones eléctricas y mecánicas del edificio:

Éstos fueron localizados en Servicios Generales de la Facultad de Arquitectura y en el Instituto de Desarrollo

Experimental de la Construcción (IDEC). Entre estos se encuentran los planos arquitectónicos originales y los planos arquitectónicos con última fecha de actualización en 2004, los planos de instalaciones eléctricas que permanecen exactamente igual que en el momento de diseño.

II.3. Realización de encuestas al director de Servicios Generales del edificio seleccionado según el Ministerio de Energía y Minas (2002).

En el año 2002 el Ministerio de Energía y Minas en conjunto con el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) realizaron una guía con el fin de generar un Plan de Ahorro Energético en Edificaciones Públicas.

Para poder observar los beneficios que genera este Plan de Ahorro es necesario conocer las características de consumo actual del edificio, según la cantidad de equipos que en este se encuentran y su estado de conservación. Esta información se recolecto por medio del uso del Cuestionario de Autoevaluación perteneciente a esta publicación.

II.4. Adquisición de información referente a los mecanismos que se desean controlar dentro del edificio según Servicios Generales:

De acuerdo con los requerimientos registrados por el Arquitecto Luis Felipe Zamora, Director de Servicios Generales que sería adecuado implantar dentro de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, el más inmediato está referido al control automático del sistema de ascensores.

Los ascensores encontrados actualmente en la Facultad referida son marca OTIS. Esta marca ofrece un nuevo sistema de ascensores denominados Otis GeN2 Premier. Este nuevo modelo de ascensores posee como principal ventaja la eliminación de la sala de maquinas pues el motor que impulsa las cabinas e mucho más potente y compacto. De igual manera representa un sistema de menor consumo energético pues tiene adherido una función de reposo o "Sleep Mode" que permite la reducción del consumo eléctrico mediante la reducción de pérdidas de calor en el sistema de impulsión, además de un motor sincrónico de imanes permanentes que permite utilizar la energía de una manera más eficiente.

De igual manera el Arquitecto Luis Felipe Zamora, Director de Servicios Generales proporciono un notado interés en el control de aires acondicionados, pues a pesar de ser poco los instalados su funcionamiento no es el más adecuado, y a su vez proporcionan una gran cantidad de consumo

eléctrico.

II.5. Resultados de encuestas al personal que labora y estudia dentro del edificio en lo referente a las condiciones de habitabilidad de éste.

Para conocer las condiciones de habitabilidad de cada uno de los ambientes encontrados en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo se procedió a realizar una serie de encuestas a las personas que allí habitan. Estas encuestas básicamente consistían en conocer como se sentían las personas en los diferentes ambientes en materia de:

- Temperatura
- Humedad
- Alergias
- Control de Temperatura
- Fallas Sanitarias
- Riego de los Jardines

Estas fueron realizadas en pisos de aulas y en los pisos administrativos, de los cuales se puede observar en líneas generales que los resultados obtenidos coinciden con los planteados por Sosa, Siem y Alizo (2006) donde se obtiene que los pisos no intervenidos poseen las mejores condiciones de habitabilidad para los usuarios de esta edificación.

Es por ello que se puede decir que los sistemas de control requeridos para estos pisos de mayor relevancia son:

- Control de Iluminación
- Control de Aires Acondicionados

Para el caso del Auditorio Carlos Raúl Villanueva, como en este se llevan a cabo diferentes tipos de espectáculos, se optó por tener un control de iluminación y sonido programado para la creación de ambientes según el tipo de espectáculo a realizar dentro de éste.

II.6. Prototipo de automatización planteada por una empresa de Domótica en el país.

Para el desarrollo de esta base se procedió primeramente a la búsqueda de empresas que aplican la domótica en el país. Una de estas empresas es la transnacional BTicino®. Por medio de diversas visitas realizadas por la empresa, se logró obtener un resultado para la automatización del Auditorio Carlos Raúl Villanueva. Ésta consiste en controlar el sistema de iluminación mediante dimerización de las luces incandescentes y separación de los circuitos en la tarima que permita la iluminación exclusiva de los expositores mientras la tarima permanece a oscuras y una ligera iluminación del público. El BUS para conseguir esta automatización sería por medio de la utilización de

cableado, haciendo uso de los canales existentes para la iluminación actual. Debido a esto se estimó que el costo de la automatización del auditorio es de US\$ 59.794,60 (Dólar oficial en BsF 2,15 a la fecha).

Para el caso de los pisos de aulas y oficinas se debe realizar un estudio previo con sensores infrarrojos para conocer el uso promedio de la iluminación y aires acondicionados de la edificación para así plantear un control de iluminación más óptimo, aunque se planteó utilizar sensores de presencia que encenderían las luces y aires acondicionados únicamente cuando existan personas dentro de las aulas u oficinas.

II.7. Prototipo de automatización planteada con alto agregado nacional:

Por medio de consulta con diversos ingenieros relacionados al área de electrónica en el país que se están iniciando en la aplicación de domótica. Realizando un análisis a las características y necesidades que presentan el conjunto de edificios de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo se propuso un sistema de automatización completo que puede ser implementado en el edificio para suplir los requerimientos de éste, todo esto con un alto agregado nacional.

Entre las propuestas dadas se establecieron como los sistemas de control a ser instalados en el edificio tenemos:

- Colocación de cámaras de seguridad en aulas y pasillos.
- Supervisión automática de la temperatura que permitirá la activación o no de los aires acondicionados.
- Detectores de presencia en aulas y oficinas que permitan mantener o apagar las luces y aires acondicionados en estos ambientes.
- Medidores de consumo eléctrico por piso y así poder mantener un registro continuo del consumo eléctrico y así facilitar la detección de alguna falla por piso.
- Control de ascensores mediante la programación de horaria para su funcionamiento.

Cada piso se encontraría dotado de un controlador para tomar decisiones locales de cada uno de los dispositivos encontrados por piso. Estos controladores a su vez pueden ser manejados por un controlador central, en donde se tomarían decisiones de mayor nivel o complejidad.

Para el caso del Auditorio Carlos Raúl Villanueva se optó por un control central por medio de una pantalla y control

remoto que permita controlar las luminarias, equipos audiovisuales y sonido, así como dimmerizar las luces incandescentes del pasillo central y la tarima.

II.8. Comparación de costos entre los sistemas de automatización planteados:

Ya con las opciones de automatización planteada se procedió a averiguar cuál de estas dos presenta los resultados más óptimos a nivel económico al ser instalados en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

	Propuesta 1: Automatización del auditorio	Propuesta Nacional: Automatización de 1 Piso de Aulas y Auditorio
Inversión Estimada	US\$ 59.794,60	US\$ 35.000,00

3.3. Fase IV Evaluación del método de implantación de los dispositivos:

Para ello se compararon los aspectos considerados más importantes a la hora de ejecutar la automatización:

- Tipo de dispositivos.
- Controladores.
- Medio de transferencia de información (BUS).
- Afectación directa al edificio.
- Ubicación y visibilidad de los dispositivos.
- Tiempo de instalación.
- Tiempo de recuperación de la inversión.
- Afectación directa a los ocupantes.

Los resultados obtenidos mediante esta comparación se encuentran resumidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Evaluación de las Propuestas de Automatización

	Propuesta 1: Automatización del auditorio	Propuesta Nacional: Automatización de Aulas y Auditorio
Tipo de Dispositivos	Dimmer y Cableado Estructural	Dimmer, Cableado Estructural, Sensores de Presencia y Relojes
Controladores	Si	Si

	Propuesta 1: Automatización del auditorio	Propuesta Nacional: Automatización de Aulas y Auditorio
BUS	Cableado Estructural	Cableado y Tecnología Inalámbrica
Afectación directa al edificio	Baja	Baja
Visibilidad de los dispositivos ya instalados	Controlador visible. Cableado fuera de visibilidad.	Controlador en Auditorio visible. Sensores y Cableado fuera de visibilidad.
Tiempo de Adquisición de Dispositivos	3 a 6 semanas	Depende de los dispositivos solicitados
Tiempo de Instalación	4 semanas	4 a 6 semanas
Afectación directa a los ocupantes	Baja a Media	Baja a Media

Se puede observar en líneas generales que ambas propuestas de automatización poseen un impacto en el edificio y sus ocupantes similar.

El mayor impacto durante la instalación de los dispositivos en el auditorio será la ubicación del controlador central, pues al ser este un edificio clasificado como Tipo 1 por el COPRED no permite modificación alguna en su estructura actual. Es por ello que las opciones a tener en cuenta para la instalación de este controlador son donde se encuentran actualmente los tableros eléctricos en la entrada lateral de la fachada este o ubicarlo en el púlpito que se encuentra sobre la tarima. El impacto a los usuarios del edificio, en lo referente al tiempo de instalación, es de bajo a medio para ambas propuestas, pues el total de tiempo requerido únicamente para la instalación y puesta en funcionamiento es de aproximadamente 10 semanas.

Debido a esto, se puede estimar que para la totalidad del conjunto de edificios que componen la Ciudad Universitaria de Caracas, el costo de automatizar los componentes básicos y de mayor uso (luz y aires acondicionados) dentro de ésta sería de aproximadamente US\$ 10.000.000,00. Tomando en cuenta que la Ciudad Universitaria de Caracas posee un consumo eléctrico de aproximadamente 2566685kW-h/mes, dato de consumo para el año 2001 según últimos estudios de medición de demanda realizados, y se espera ante la automatización total de ésta una reducción mensual de aproximadamente un 25%, es decir, 1925013KW-h/mes.

De igual forma, debido a la ubicación y diferentes actividades relacionadas al funcionamiento de la Ciudad Universitaria de Caracas, se puede decir que los medios a controlar de forma electrónica para todo el conjunto de edificios serían:

- Iluminación
- Aires Acondicionados
- Riego de Jardines
- Control de Ascensores
- Control de Acceso
- Control de Fugas Sanitarias
- Detección de Comportamiento Estructural.

Este último ítem se encuentra relacionado a conocer el comportamiento de las estructuras ante las solicitaciones de cargas sufridas diariamente y comparar con los estudios esperados mediante cálculos, encontrados estos en posesión del Departamento de Ingeniería Estructural de la UCV y en la base de datos del COPRED.

Ya por último, esta metodología se contrastó con otra experiencia en automatización de edificios en el país. En este caso, se comparó con los resultados obtenidos por la Universidad Simón Bolívar ubicada en el Valle de Sartenejas, pues a ésta entidad académica le fueron automatizadas las luminarias de los pasillos de todos los edificios (54 en total) que componen el campus universitario (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de Automatización de luminarias en Universidad Simón Bolívar

Tipo de Dispositivos	Sensores
Controladores	No
BUS	Infrarrojo
Afectación directa al edificio	Baja
Visibilidad de los dispositivos ya instalados	N/A

En resumen se puede decir que los pasos básicos para llevar a cabo la automatización de un edificio son:

- 1.- Conocer las necesidades de la edificación y los usuarios respecto a ésta.
- 2.- Seleccionar los dispositivos necesarios para suplir las necesidades consideradas en el inicio.
- 3.- Instalar y poner en funcionamiento los dispositivos de control.

En el edificio seleccionado para el desarrollo de esta investigación se observó que posee una arquitectura, ubicación y distribución excelente lo que permite aprovechar al máximo las condiciones lumínicas y de ventilación natural dentro de la edificación.

Tabla 3. Resumen de factibilidad de automatización de edificios patrimoniales

Flexibilidad del Edificio		Poca flexibilidad
Necesidad de Implantación de Dispositivos de Control	Desarrollo de actividades de alto consumo energético	Si, actividades administrativas y académicas
	Control requerido	Control de iluminación, aires acondicionados, ascensores y persianas.
Impacto a la estructura		Bajo a Medio
Impacto económico	Inversión total a realizar en todo el edificio	Aproximadamente US\$ 150.000,00
	Ahorro energético esperado después de la implantación	25% del consumo actual

Sin embargo el mayor impacto observado es a los usuarios de la estructura pues se requiere de un tiempo de revisión de circuitos e instalación de los dispositivos que pudiese intervenir en las actividades que diariamente se llevan a cabo en el edificio. Se observa de igual forma que la inversión económica inicial es bastante alta. Es importante destacar que la inversión se verá optimizada si la automatización se realiza en más de un edificio de la Ciudad Universitaria de Caracas (Tabla 3).

4. CONCLUSIONES

La Universidad Central de Venezuela está conformada por muchos tipos de estructuras, por tal motivo el consumo eléctrico presentado en esta puede no ser el más óptimo, sin embargo esto puede ser más provechoso, permitiendo así no solo usos más prolongados de los equipos eléctricos encontrados dentro de sus edificios, sino también aportar de forma ecológica al disminuir las cantidades de energía consumidas, contribuyendo así a un alto ahorro energético. Aunado a esto, los requerimientos establecidos por la UNESCO para mantener el estatus de Patrimonio Cultural de la Humanidad dado en el año 2000, requieren registrar constantemente el estado de las edificaciones por cualquier medio aplicable que no dañe el estado de la estructura.

Debido a esto se concluyó los siguientes puntos de mayor interés:

- Los parámetros para el desarrollo de un dispositivo de control han de estar siempre relacionados con el uso de la edificación y su arquitectura.
- Los dispositivos de control automático han de ser seleccionados según las necesidades que posea el edificio en materia de control y las necesidades de los usuarios en materia de habitabilidad y confort dentro de la edificación.
- Los dispositivos de control de aires acondicionados deberán estar sujetos a un medidor de temperatura que permita climatizar la habitación cuando así lo requiera, y también debe estar sujeto a un reloj permitiendo así un mejor control y manejos de los equipos.
- Si se necesitan instalar varios dispositivos de control se debe evaluar por la opción de un control integrado de éstos y comparar con el resultado esperado de dispositivos trabajando por separado para así seleccionar la opción más rentable económicamente.
- Si es necesario optar por cableado estructural se puede optar por la colocación de canales externos que se adapten a las paredes y esquinas, evitando así daños en el cableado a instalar y permitiendo a la vez controlar los sistemas requeridos sin afectar el espacio visual de la edificación.
- La automatización arroja amplios resultados en ahorro energético y confort de los usuarios del edificio y debe ser una opción a considerar instalar en los edificios patrimoniales y edificios antiguos pues suelen ser los que arrojan un mayor consumo y una gran cantidad de usuarios.
- El aplicar esta tecnología en todos los edificios que componen la Ciudad Universitaria de Caracas implicaría un mejor uso de los equipos y del consumo eléctrico, permitiendo así alargar su tiempo de uso.
- Se estima que el ahorro energético obtenido por la implantación de estos dispositivos de control sea de al menos un 20%. Este valor puede ser más preciso a la hora de desarrollar el proyecto y ser estudiado por profesionales en el área de electricidad.

- Para el caso de estudio es preferible optar por tecnologías inalámbricas mientras lo permita el proyecto y el estudio de los requerimientos de la edificación.
- Debe estudiarse el tiempo de retorno de la inversión realizada según el ahorro económico reflejado anualmente con la automatización.
- Se pueden obtener otros valores de interés cotejando este principio para desarrollar una metodología de diseño con el informe del proyecto “Metodología para Auditoría Energética de Edificaciones Universitarias CDCH N° PG 02-32-5309-2003 (ETAPA I):Junio 2004-Mayo 2005.”
- En general, si es factible automatizar edificios de índole patrimonial sin afectar su estado de conservación.

5. REFERENCIAS

- ALIZO, TIBISAY, MARÍA E. SOSA Y GEOVANNI SIEM (2009). Diagnóstico de la calidad de iluminación en una edificación educativa patrimonial. Caso: Universidad Central de Venezuela. Tecnología y Construcción, N° 25-1/2009: pp. 33-42
- LINEAMIENTOS GENERALES DE INTERVENCIÓN PARA LAS EDIFICACIONES DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS. Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela (COPRED). Caracas. 2004.
- SOSA, MARÍA E., GEOVANNI SIEM (2004). Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. IDEC.
- SOSA, MARÍA E., GEOVANNI SIEM. Guía del Consumidor de Energía Eléctrica en Viviendas y Oficinas. Proyecto Técnicas de Reducción del Gasto Energético en Edificaciones – Programa Agenda Ciudad. FONACIT- IDEC.
- SOSA, MARÍA E., GEOVANNI SIEM Y TIBISAY ALIZO (2006). Diagnóstico de la calidad higrotérmica y de ventilación en espacios representativos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU-UCV). Tecnología y Construcción, N° 22-1/2006: pp. 55-62
- UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA. FACULTAD DE INGENIERÍA. ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA. (2002). Estudio de medición y estimación a mediano plazo de la demanda eléctrica de la CUC de la UCV. Tomo I:

Documento N° 010209-P-R0802. Caracas.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA. FACULTAD DE
INGENIERÍA. ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA. (2002).
Estudio de medición y estimación a mediano plazo de
la demanda eléctrica de la CUC de la UCV. Tomo II:
Anexos. Caracas.