



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Maestría en Arquitectura Bioclimática: confort y eficiencia energética.

Primera Cohorte

Estrategias para el cumplimiento de estándares de eficiencia energética en edificaciones multifamiliares para la ciudad de Cuenca.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magister en Arquitectura Bioclimática: confort y eficiencia energética

Autora:

Arq. Ruth Priscila Villavicencio Quizhpi

CI: 0104485420

Directora:

Mg. Vanessa Fernanda Guillén Mena, Arq.

CI: 0104436357

Cuenca, Ecuador

29/03/2019



Resumen

En los últimos años en Ecuador la eficiencia energética en edificaciones empieza a ser más examinada, pero aún resulta difícil para los profesionales de la construcción incorporar estrategias bioclimáticas en sus proyectos. La evaluación del rendimiento en las edificaciones puede ser una iniciativa para promover la sostenibilidad. En el marco del proyecto de investigación “Método de certificación de la construcción sustentable de viviendas”, el presente estudio aborda la categoría “Energía” con el fin de plantear estrategias que permitan el cumplimiento de estándares de eficiencia energética, definidos en los criterios de evaluación para viviendas multifamiliares en la ciudad de Cuenca. La metodología aplicada se basa en análisis de estrategias de reducción de demanda y consumo energético aplicables al contexto local; análisis de las diferentes tipologías de departamentos de un caso de estudio mediante uso de herramientas como fichas de observación directa y encuestas estructuradas. La validación de los resultados se realiza mediante simulaciones energéticas en software y aplicación de criterios de eficiencia energética. Los resultados muestran que se puede mejorar el desempeño energético en un 41.46% en promedio y pasar de una práctica estándar a una práctica mejor.

Palabras Claves: Estrategias. Estándares. Eficiencia Energética. Certificación. Multifamiliares.



Abstract

In recent years in Ecuador, energy efficiency in buildings has begun to be more examined, but it is still difficult for construction professionals to incorporate bioclimatic strategies into their projects. The evaluation of building performance can be an initiative to promote sustainability. In the framework of the research project "Method of certification of sustainable housing construction", this study addresses the category "Energy" in order to propose strategies that allow the fulfillment of energy efficiency standards, defined in the evaluation criteria for multifamily housing in the city of Cuenca. The methodology applied is based on analysis of strategies to reduce demand and energy consumption applicable to the local context; analysis of the different types of departments of a case study using tools such as direct observation forms and structured surveys. The validation of the results is done through energy simulations software and the application of energy efficiency criteria. The results show that it is possible to improve energy performance by 41.46% on average and move from a standard practice to a better practice.

Key Words: Strategies. Standards. Energy Efficiency. Certification. Multifamily.



Índice

1. Introducción.....	7
1.1 Descripción del “Método de Evaluación Sustentable de la Vivienda en la ciudad de Cuenca, Ecuador”	8
1.2 Niveles de referencia o benchmarks de la categoría Energía.....	9
1.3 Estrategias de cumplimiento de estándares en multifamiliares.....	12
2. Materiales y métodos	
2.1 Caso de estudio.....	13
2.2 Plantas arquitectónicas de los tres tipos de departamentos.....	13
2.3 Consumo energético del edificio.....	14
3. Resultados y Discusión.....	14
3.1 Desarrollo del estado actual y aplicación de estrategias de eficiencia energética en los tres departamentos de estudio.....	14
3.2 Envoltente térmica.....	14
3.3 Iluminación artificial.....	16
3.4 Electrodomésticos.....	18
3.5 Ascensor.....	18
3.6 Espacios de Secado.....	18
3.7 Energía Renovable y Agua Caliente Sanitaria (ACS).....	19
3.8 Rendimiento Energético	22
4. Discusión Final.....	24
5. Conclusiones.....	25
6. Agradecimientos.....	25
7. Referencias Bibliográficas.....	26
8. Anexos.....	28



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Ruth Priscila Villavicencio Quizhpi en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Estrategias para el cumplimiento de estándares de eficiencia energética en edificaciones multifamiliares para la ciudad de Cuenca.”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 29 de marzo 2019

Ruth Priscila Villavicencio Quizhpi

C.I: 0104485420



Cláusula de Propiedad Intelectual

Ruth Priscila Villavicencio Quizhpi, autora del trabajo de titulación “Estrategias para el cumplimiento de estándares de eficiencia energética en edificaciones multifamiliares para la ciudad de Cuenca”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 29 de marzo 2019

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large circle with a vertical line through it and a small circle at the bottom right, all enclosed within a larger circle.

Ruth Priscila Villavicencio Quizhpi

C.I: 0104485420



1 INTRODUCCIÓN.

A nivel mundial los edificios son los principales contribuyentes de las emisiones de carbono, desde el punto de vista operativo y durante su construcción. El consumo de energía de los edificios representa un tercio del consumo total de la energía en todo el mundo (Williams et al., 2016).

Por ello, la importancia de lograr la eficiencia energética dentro de edificaciones habitacionales es el modo más rápido, económico y limpio de reducir el consumo de energía (Sorrell, 2015).

En algunos países como: Canadá, Reino Unido, Japón, Alemania, etc., poseen políticas encaminadas a alcanzar un consumo de energía casi cero en edificios residenciales, aumentando la rigurosidad en las normas de la construcción e impulsando la producción de electricidad y el abastecimiento de otros servicios con energía renovable (Aldossary, Rezgui, & Kwan, 2015).

Se debe tener en cuenta que el consumo de energía depende de varios factores, entre ellos el social, la eficiencia de los sistemas, tecnologías utilizadas, el tamaño familiar, el comportamiento de los ocupantes y las características propias de cada localidad (Forsberg & Malmborg, 2004).

Hasta el 45% de los recursos energéticos primarios y una proporción similar de emisiones de gases de efecto invernadero, hace que los edificios sean los mayores contribuyentes al cambio climático (Filippín & Flores Larsen, 2009). Dentro de las ciudades, el sector residencial consume una cantidad de energía que varía entre el 16% y el 50% dependiendo del país (Estiri, Gabriel, Howard, & Wang, 2013).

La Agencia Internacional de la Energía (AIE), ha planteado sus preocupaciones por el medio ambiente, la seguridad energética y la prosperidad económica generalmente conocida como (3Es). (Environment, Energy security and the Economic prosperity) (Filippín & Flores Larsen, 2009). Con el fin de ayudar a sus miembros a promover medidas de eficiencia energética en sus países la AIE ha desarrollado 25 recomendaciones.

Estas políticas se orientan hacia las siguientes siete áreas prioritarias: Transporte, Edificios, Industria, Aparatos y Equipos, Servicios de energía e Iluminación. En cuanto a los edificios, la AIE (Lopes, Oliveira Filho, Altoe, Carlo, & Lima, 2016) recomienda:

- 1) Códigos obligatorios de construcción y estándares mínimos de rendimiento energético.
- 2) Consumo neto de energía en los edificios.
- 3) Mejora de la eficiencia energética en los edificios existentes.
- 4) Elaborar etiquetas o certificados energéticos.
- 5) Rendimiento energético de los componentes y sistemas de construcción.

Ahora bien, en el caso de Latinoamérica, la construcción no incorpora adecuados niveles de sustentabilidad, es necesaria la incorporación de métodos existentes a su respectiva situación nacional, para producir innovaciones efectivas en aspectos específicos del desarrollo de edificaciones (De Schiller, S; Gomez, V; Goijberg, N; Treviño, 2013).

Existen algunos modelos de sostenibilidad, de aceptación y difusión mundial, enfocados en satisfacer las necesidades de las viviendas sustentables, teniendo como propósito mejorar la forma en que se construyen los edificios y considerando las particularidades de cada nación en que fueron creados (Rodriguez, S; Campoy, M; Cantu, E; Orihuela, 2015).

Algunas de estas iniciativas es la creación de los diferentes tipos de certificación como: LEED, BREEAM, VERDE, CASBEE, QUALITEL, etc., los cuales sirven como instrumentos que determinan el nivel de rendimiento de un edificio (Quesada, 2014).

Conociendo las diferentes normativas que surgen en cada país, la iniciativa internacional más exitosa para la promoción de construcciones ecológicas en América Latina es el Sistema de Certificación de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED), administrada por el World Green Building Council (WGBC) (Cesano & Russell, 2015).

El éxito de LEED en Latinoamérica es el etiquetado verde, este fue catalizado por los sistemas de etiquetado y apoyado por una amplia colaboración de las partes interesadas de la industria (Cesano & Russell, 2015).

Para conocer que tan grande es el impacto LEED en Latinoamérica, en la tabla 1 se puede ver desde que año se han registrado proyectos con certificaciones LEED.

Tabla 1: Comparativo de Países Latinoamericanos con Certificación de Edificaciones Ecológicas.
Fuente: Construcciones ecológicas en América Latina, 2015.

Nº	País	Año de Certificación LEED	Proyectos de Certificación LEED (Registrados)
1	Argentina	2009	72
2	Brasil	2007	550
3	Colombia	2009	80
4	Chile	2009	155
5	Ecuador	2013	4
6	México	2015	285

Si bien existen sistemas nacionales de certificación de edificios ecológicos en América Latina, tales como el Consejo de Construcción Ecológica de Colombia y el Sello de Eficiencia Energética en Brasil, los sistemas de certificación internacional son mayormente utilizados para el etiquetado de construcciones ecológicas. Como la mayoría de los países en desarrollo carecen de regulaciones efectivas para controlar el uso de recursos en los edificios, estos sistemas voluntarios de certificación proporcionan un importante catalizador para la adopción de construcciones ecológicas (Cesano & Russell, 2015).

Ecuador también cuenta con normativas de eficiencia energética en edificaciones como la norma NTE 2506 INEN – 2009 donde señala la necesidad de considerar criterios sobre aislación térmica, factor de forma, eficiencia en iluminación, uso de energías renovables (Palme et al., 2014). Asimismo, el capítulo 13 del documento norma ecuatoriana de la construcción (NEC 11), que abordará los temas de eficiencia energética, esta norma aún se encuentra en elaboración (María T Baquero & Quesada, 2016).



El consumo de energía en el sector residencial es un problema a nivel mundial, y contar con normativas para eficiencia energética local pasa a ser un requerimiento de primera mano. El modo más económico de reducir el consumo energético dentro de las edificaciones habitacionales es aplicando criterios de eficiencia energética (Sorrell, 2015).

La ciudad de Cuenca se ubica al sur del Ecuador con coordenadas geográficas de 2°53'12" latitud sur y 78°57' longitud oeste. Ubicada a 2.530 msnm presenta una zona climática catalogada como continental lluvioso, con una temperatura promedio de 16.3 ° C (Cordero & Guillen, 2013) (Palme, Lobato, Castillo, Villacreses, & Almaguer, 2017). No presenta temperaturas extremas constantes a lo largo del año, por lo que la mayoría de los habitantes no usan sistemas de climatización (María T Baquero & Quesada, 2016). El promedio anual de precipitaciones es de 69.98mm/m², la dirección predominante de los vientos es noreste y la velocidad del viento es de 9.29km/h (María Teresa Baquero, 2013). La radiación solar es de 4.3kWh/m²/año (Guerrero, J, 2013)

En Cuenca, el sector residencial es el mayor consumidor de energía eléctrica con un 37.76%, se encuentra por encima del sector industrial 32.47%, los demás sectores como el comercial, público y otros representan el 15.68%, 8.58% y 5.51% respectivamente (CENTROSUR, 2017).

En los últimos años el ritmo de crecimiento de proyectos inmobiliarios en la ciudad es la más alta a nivel nacional 8.27 % (INEC, 2014) El consumo promedio de energía eléctrica por hogar es de 243.7 kWh/mes (INEC, 2014) y se debe a que aún se utilizan electrodomésticos de bajo rendimiento como las refrigeradoras, a ciertos hábitos de los usuarios y la falta de aprovechamiento de las condiciones del entorno como la iluminación (María T Baquero & Quesada, 2016).

Al ser vidente que Cuenca por el clima primaveral único presenta menores potenciales de ahorro energético respecto a otras ciudades en el mundo, la presente investigación busca desarrollar estrategias para el cumplimiento de estándares de eficiencia energética en edificaciones multifamiliares desarrollados en la categoría “energía” de la propuesta de certificación “Método de Evaluación Sustentable de la Vivienda en la ciudad de Cuenca, Ecuador” (Quesada, Calle, Guillen, Ortiz, & Lema, 2018).

Así, el objetivo del presente estudio es desarrollar estrategias para el cumplimiento de los criterios de evaluación de la categoría energía del método de certificación generado para la ciudad de Cuenca, donde se establecen tres objetivos específicos: a) Conocer los parámetros de los criterios de evaluación y la normativa nacional e internacional b) Plantear estrategias de cumplimiento de estándares en multifamiliares c) Validación de los estándares en un caso de estudio.

1.1 Descripción del “Método de Evaluación Sustentable de la Vivienda en la ciudad de Cuenca, Ecuador”

El método de evaluación, se desarrolló dentro de los conceptos de la “Evaluación de la Edificación Sostenible” (Building Sustainability Assessments, BSA). Sirve para evaluar el desempeño de las viviendas en la etapa de diseño. Posee una estructura jerárquica de 4 niveles, que van de lo general a lo específico. En esta estructura se puede analizar dos tipologías de

viviendas (unifamiliares y multifamiliares). Este último se compone de 8 categorías, 38 requerimientos y 80 criterios de evaluación, ver tabla 2 (Quesada, Calle, et al., 2018).

Tabla 2: Estructura jerárquica del método.
Fuente: Método de Evaluación de la Vivienda Sustentable, 2017.

Nivel	Título	Contenido
1	Certificado	Es el objetivo principal de la evaluación que nos permite definir el desempeño global de la vivienda.
2	Categorías	Son especificaciones del objetivo en forma de temáticas.
3	Requerimientos	Son las cualidades (propiedades físicas de la vivienda) que posee cada categoría para ser analizadas en la evaluación.
4	Criterio de evaluación	Son las características más importantes que se evalúan para obtener el nivel de desempeño.

La parte central del método son los criterios de evaluación los cuales están estructurados de la siguiente forma: ver tabla 3 (Quesada, Calle, et al., 2018).

Tabla 3: Estructura de los criterios de evaluación.
Fuente: Método de Evaluación de la Vivienda Sustentable, 2017.

Método	El camino a seguir para evaluar las exigencias que plantea el criterio. Se especifican técnicas de medición, que dependen de las normas nacionales.
Indicadores	Se encuentran las unidades de medición con el sistema de cálculo. Dependen de las normas nacionales, las directrices y los objetivos del sistema, pudiendo ser en términos cualitativos o cuantitativos.
Niveles de desempeño	Establece las exigencias que deben cumplir los diferentes aspectos evaluados, para lograr el mejor desempeño posible. Llamado también benchmarks.
Puntuación	Escala de valoración, que representa el nivel de desempeño, a través de la asignación de puntos o créditos.

Existen tres niveles de desempeño para cada criterio de evaluación, los cuales entregan una puntuación en forma de escala lineal de valores absolutos que va de 1 a 5, según el nivel de cumplimiento, de la siguiente forma ver tabla 4.

Tabla 4: Niveles de desempeño
Fuente: Método de Evaluación de la Vivienda Sustentable, 2017

Práctica Estándar (PE)	Desempeño mínimo que cumple con el marco normativo nacional (1 punto).
Prácticas Mejores (PM)	Desempeño intermedio que satisface y supera el marco normativo nacional (3 puntos).



Prácticas Superiores (PS)

Desempeño superior en relación de las prácticas comunes, establecido para ser alcanzado por tecnologías y prácticas existentes (5 puntos).

La categoría Energía se distribuye en 7 requerimientos y 11 criterios de evaluación. Su estructura está formada por: A (Envolvente térmica), B (Iluminación), C (Electrodomésticos), D (Ascensor), E (Espacios de secado), F (Energía Renovable y Agua Caliente Sanitaria ACS), y G (Rendimiento Energético); a su vez estos se subdividen en criterios donde cada uno de estos están configurados por estándares de cumplimiento (Quesada, Calle, et al., 2018) ver Fig. 1.

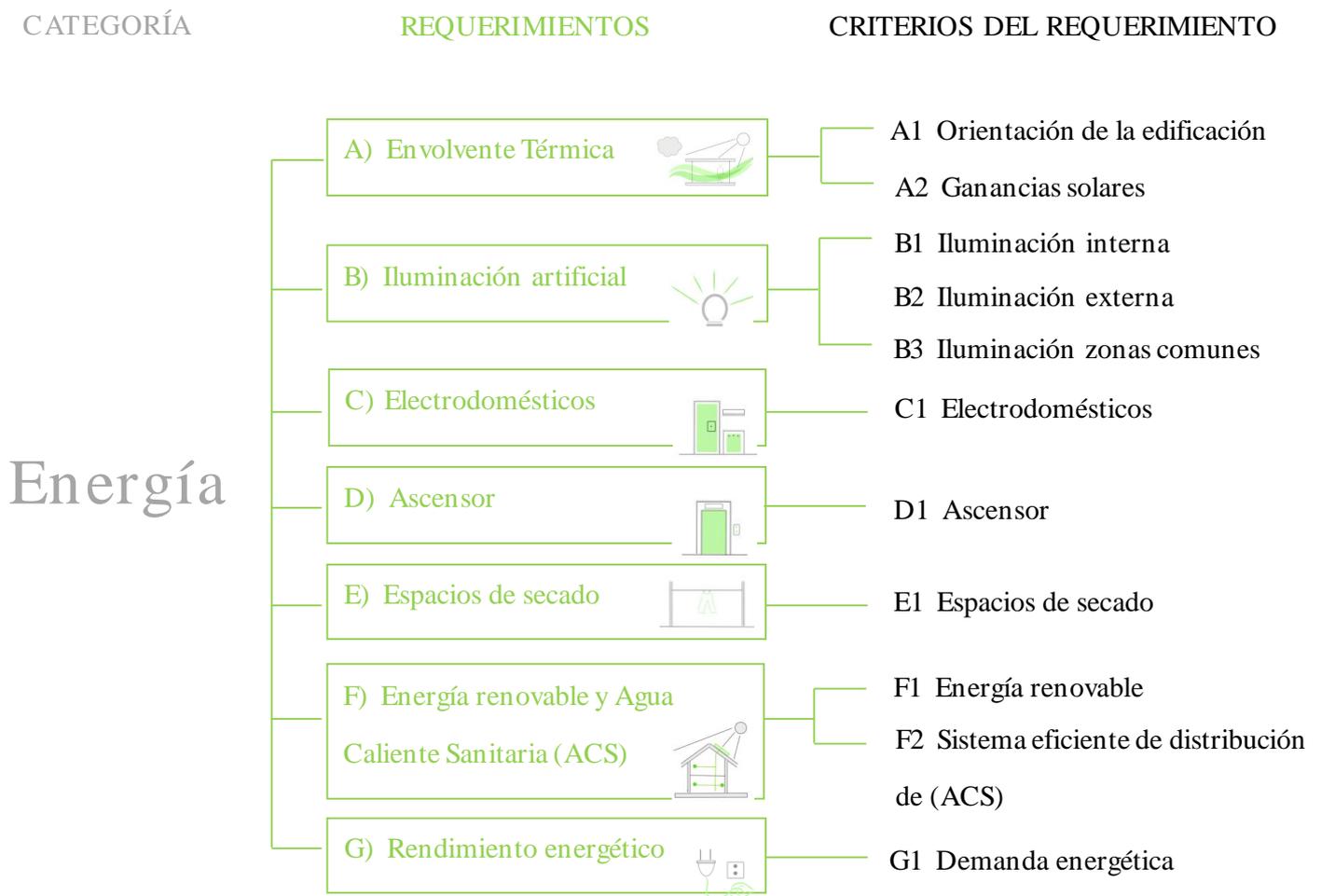


Figura 1: Estructura jerárquica de la categoría energía.
Elaboración: Propia.

1.2 Niveles de referencia o benchmarks de la categoría Energía.

En la tabla 5 se recoge los requerimientos, criterios del requerimiento, nivel de desempeño, indicadores, y puntuación de la categoría Energía. Cada nivel de referencia se basa en los estándares locales, nacionales e internacionales, al cumplir cada uno de ellos se obtiene una puntuación (1 a 5) (Quesada, Ortiz, Calle, Guillen - Mena, & Orellana, 2018), que posteriormente se lo relaciona con los pesos de importancia de los criterios de evaluación, estos pesos se obtuvieron de un consenso de expertos mediante el uso del método Proceso Analítico Jerárquico (Quesada, Calle, et al., 2018).

Para obtener la puntuación final se debe multiplicar por el factor de ponderación establecido para cada criterio de evaluación, se suman dichos datos y se obtiene la puntuación de cada categoría, **INSUSTENTABLE (0 -99)**, **ESTÁNDAR (100 - 299)**, **MEJORES (300-438)** y **SUPERIORES (439)** (Quesada, Calle, et al., 2018).



Tabla 5: Requerimientos, criterios del requerimiento, indicadores, nivel de desempeño y puntuación para viviendas multifamiliares.
Fuente: («CESSUC – Método de Evaluación de la Vivienda Sustentable», 2017).

Requerimientos	Criterios de Requerimiento	Niveles de referencia o Benchmarks	Indicadores	Nivel de desempeño	Puntuación
A Envolvente Térmica	A1 Orientación de la edificación	A1.1 Fachada con mayor captación solar hacia el Este u Oeste dentro de un ángulo de $\pm 23,5^\circ$.	E - O	PE	1
		A1.2 Contar con protecciones solares que puedan ser controlados por los usuarios.			
		A1.3 Presentar una estrategia pasiva de captación solar si no se encuentra bien orientado.			
		A1.4 Protecciones solares en la Fachada Oeste de la vivienda.	SI / NO	PM	3
	A2 Ganancias solares	A2.1 Ganancias Solares $0 < GS \leq 10 \text{ kW.h/m}^2\text{año}$	kW.h/m ² año	PE	1
		A2.2 Demanda de calefacción y refrigeración $23.5 < D \leq 29.4 \text{ kW.h/m}^2\text{año}$			
A2.1 Ganancias Solares $10 < GS \leq 20 \text{ kW.h/m}^2\text{año}$					
	A2.2 Demanda de calefacción y refrigeración $18.8 < D \leq 23.5 \text{ kW.h/m}^2\text{año}$	kW.h/m ² año	PM	3	
	A2.1 Ganancias Solares $GS > 20 \text{ kWh/m}^2\text{año}$	kW.h/m ² año	PS	5	
	A2.2 Demanda de calefacción y refrigeración $\leq 18.8 \text{ kWh/m}^2\text{año}$				
B Iluminación artificial	B1 Iluminación interna	B1.1 75% de luminarias deben ser de bajo consumo energético (Eficacia luminosa $> 55 \text{ lm/W}$).	lm/W	PE	1
		B1.2 100% de luminarias deben ser de bajo consumo energético (Eficacia luminosa $> 55 \text{ lm/W}$).	lm/W	PM	3
		B1.3 Además de lo anterior el baño principal debe contar con un vidrio o superficie que permita el paso de luz natural.	m ²	PS	5
	B2 Iluminación externa	B2.1 Las luminarias deben estar controladas por algún dispositivo de apagado automático.	SI / NO	PE	1
		B2.2 Además de lo anterior, el tiempo de retardo de las luminarias se debe encontrar entre 2 y 5 minutos.	lm/W	PM	3
		B2.3 El 100% de las luminarias deben tener una eficacia luminosa $> 60 \text{ lm/W}$.			
		B2.4 Además de lo anterior, el 100% de las luminarias deben tener la eficacia luminosa $> 80 \text{ lm/W}$	lm/W	PS	5
	B3 Iluminación áreas comunes	B3.1 Las luminarias en zonas comunes eficacia luminosa $> 60 \text{ lm/W}$.	lm/W	PE	1
		B3.2 Luminarias con control de algún dispositivo de apagado automático.			
		B3.3 Los tiempos de retardo deben estar entre 2 y 5 minutos. En parqueaderos debe ser de 5 minutos.			
B3.4 Cumplir con el VEEI límite de 7.5					
	B3.5 Presencia de iluminación natural con superficies de vidrio que superen al menos el 10% de la superficie construida en circulación horizontal y locales de almacenamiento.	%	PM	3	
	B3.6 En parqueaderos semi-subterráneos debe contar con iluminación exterior en por lo menos dos caras.				
	B3.7 Además de lo anterior, la eficacia luminosa debe ser $> 80 \text{ lm/W}$	lm/W	PS	5	
C Electrodomésticos	C1 Electrodomésticos	C1.1 Calificación energética de A en refrigeradoras, congeladores o combinación de ambos.	Calificación energética A	PE	1
		C1.2 Además de lo anterior: Calificación energética A en cocinas y calentadores de agua.	Calificación energética A	PM	3
		C1.3 Además de lo anterior: Calificación energética A en secadoras, lavadoras o combinación de ambas y lavavajillas. O en caso de no contar con estos electrodomésticos, presenta una guía de	Calificación	PS	5



Requerimientos	Criterios de Requerimiento	Niveles de referencia o Benchmarks	Indicadores	Nivel de desempeño	Puntuación
D Ascensor	D1 Ascensor	D1.1 Estudio energético de varios ascensores en el que se identifique que se usará uno de bajo consumo energético.	kW.h/m ² año	PE	1
		El ascensor debe contar con las siguientes características: D1.2 Equipos auxiliares como iluminación y ventilación se apague cuando el ascensor ha estado inactivo durante un periodo de tiempo determinado. D1.3 La cabina disponga de iluminación eficiente (60 lm/W) o focos led.	kW.h/m ² año	PM	3
E Espacios de secado	E1 Espacios de secado	E1.1 Contar con un espacio habilitado para el secado de ropa de manera natural. E1.2 El tendal en tramos no será inferior a 1 m. E1.3 La altura del tendal será de mínimo 1.5 m respecto al suelo.	metros	PE	1
		El metraje de tendal deberá cumplir con lo siguiente: E1.4 1-2 dormitorios = 4m o más. E1.5 3 o más dormitorios = 6 m o más. E1.6 Espacio habitable interno de secado debe contar con ventilación mecánica. Si el espacio no es habitable debe contar con ventilación natural constante. E1.7 Estar protegido de vistas desde el exterior E1.8 No debe interferir en la ventilación de otros espacios. E1.9 Espacio de secado externo debe estar cubierto de las inclemencias del tiempo.	metros	PM	3
F Energías renovables y agua caliente sanitaria (ACS)	F1 Energía renovable	F1.1 Contar con un estudio de factibilidad de uso de energía solar para calentamiento de agua y prever el espacio.	kW.h/m ² año.	PE	1
		F1.2 Contar con paneles solares térmicos. F1.3 Contar con un estudio de factibilidad para la instalación de energía fotovoltaica y prever el espacio.	kW.h/m ² año.	PM	3
		Viviendas multifamiliares F1.4 Debe haber un aporte del 75% en energía renovable para el ACS. F1.5 Contar con paneles solares fotovoltaicos. F1.6 Las edificaciones que superen los 2500 m ² de construcción deberán contar con una potencia de instalación de por lo menos 5000W (eléctrico fotovoltaico).	%	PS	5
	F2 Sistema eficiente de distribución (ACS)	F2.1 Metraje de tubería de ACS desde el calentador de agua al punto más desfavorable: ≤15 m. F2.2 Si el calefón es a gas debe cumplir con los espacios permitidos por La Norma INEN 2 124:98 (espacios exteriores protegidos de las inclemencias del tiempo pero ventilados o espacios interiores a excepción de los que prohíbe la norma). F2.3 Si el calefón es eléctrico debe contar con un espacio acondicionado para la instalación del calentador.	metros	PE	1
F2.4 Contar con un sistema de centralización de ACS y F2.4.1 distribución del agua caliente con tubería aislada. F2.5 El calentador de agua (si es a gas) debe contar con espacios acondicionados para la instalación y evacuación de productos de combustión del calentador como lo establece la norma INEN 2 124:98 tanto para espacios interiores como para espacios exteriores). F2.6 Si el calefón es eléctrico debe contar con un espacio acondicionado para la instalación del calentador.		metros	PM	3	
G Desempeño energético	G1 Desempeño energético	G1.1 Demanda energética prevista por climatización, luminarias, electrodomésticos, equipos y GLP. 43.2 < D ≤ 57.9 kW.h/m ² año	kW.h/m ² año	PE	1
		G1.1 Demanda energética prevista por climatización, luminarias, electrodomésticos, equipos y GLP. 34.1 < D ≤ 43.2 kW.h/m ² año	kW.h/m ² año	PM	3
		G1.1 Demanda energética prevista por climatización, luminarias, electrodomésticos, equipos y GLP. ≤ 34.1 kW.h/m ² año	kW.h/m ² año	PS	5

En el mercado local existen dos tipos de ascensores; hidráulicos y eléctricos: en consumo energético los Hidráulicos > Eléctricos («OTIS UNITED TECHNOLOGIES», 2017).

1.3 Estrategias de cumplimiento de estándares en multifamiliares, (las cuales se resumen con una breve descripción y gráficos si conviene, ver tabla 6)

Tabla 6: Desarrollo de estrategias para multifamiliares

Elaboración: Propia

Nivel de referencia	Descripción de estrategias para cada nivel de referencia y fuente																														
A1.1	<p>Orientación Este - Oeste dentro de un ángulo de $\pm 23.5^\circ$ (María T Baquero & Quesada, 2016).</p>																														
A1.2	<p>Toldos, Celosías, Persianas, Cortinas, Parasoles (M. de Luxan Garcia de Diego, A. Reymundo Izard, J. Hernandez Tejera, 2011).</p>																														
A1.3	<p>Muro Trombe, Pared de almacenamiento y Galería, Partición transparente y Galería, Pared de almacenamiento, Partición transparente y Galería, (Chewieduck, 2014).</p>																														
A2.1 A2.2	<p>Ganancias Solares:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Sustitución de carpinterías y vidrios por sistemas de doble acristalamiento con cámara de aire, vidrios con un factor solar controlable. • Aislar adecuadamente las zonas con puentes térmicos, como: cajones de persiana, encuentros con pilares, encuentros con forjados. • Emplazamiento y orientación del edificio acorde al clima local. • Diseño sencillo y compacto del edificio, a menor superficie de envoltivo menores pérdidas térmicas. • Diseño adecuado de vanos según orientación. • Alta Inercia térmica en los elementos constructivos de la envoltivo. • Sistemas de calefacción pasiva con invernaderos acristalados y muros trombe (OVACEN, 2013) 																														
	<p>Eficacia luminosa 60lm/W</p> <p>Eficacia luminosa (lm/W): es la relación entre el flujo luminoso y la potencia (VOLTECK, 2017).</p>																														
B1.1 B1.2 B2.3 B2.4 B3.1 B3.7	<p>En la siguiente tabla se demuestra que la iluminación LED resulta ser la más eficiente (Mirasgedis, Tourkolias, Pavlakis, & Diakoulaki, 2014).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de Luminaria</th> <th>Eficacia Luminosa (lm/W)</th> <th>Duración de la lámpara (h)</th> <th>Índice de Reproducción Cromática (IRC)</th> <th>Costo de Instalación</th> <th>Costo de Operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Incandescente</td> <td>12 a 35</td> <td>2.000 a 4.000</td> <td>100</td> <td>Bajo</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>Fluorescente</td> <td>50 a 100</td> <td>10.000 a 16.000</td> <td>90</td> <td>Medio</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Halógenas</td> <td>40 a 75</td> <td>6.000 a 12.000</td> <td>80</td> <td>Medio</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>LED</td> <td>20 a 150</td> <td>20.000 a 100.000</td> <td>80</td> <td>Alto</td> <td>Bajo</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de Luminaria	Eficacia Luminosa (lm/W)	Duración de la lámpara (h)	Índice de Reproducción Cromática (IRC)	Costo de Instalación	Costo de Operación	Incandescente	12 a 35	2.000 a 4.000	100	Bajo	Alto	Fluorescente	50 a 100	10.000 a 16.000	90	Medio	Medio	Halógenas	40 a 75	6.000 a 12.000	80	Medio	Medio	LED	20 a 150	20.000 a 100.000	80	Alto	Bajo
Tipo de Luminaria	Eficacia Luminosa (lm/W)	Duración de la lámpara (h)	Índice de Reproducción Cromática (IRC)	Costo de Instalación	Costo de Operación																										
Incandescente	12 a 35	2.000 a 4.000	100	Bajo	Alto																										
Fluorescente	50 a 100	10.000 a 16.000	90	Medio	Medio																										
Halógenas	40 a 75	6.000 a 12.000	80	Medio	Medio																										
LED	20 a 150	20.000 a 100.000	80	Alto	Bajo																										
B2.1	<p>El sensor en un sistema de control es evaluar las condiciones del ambiente (cantidad de luz natural, presencia o ausencia de ocupantes, etc.), los tipos más conocidos son: sensor ocupacional, foto - sensores, tableros de control (Assaf, 2010).</p>																														
B3.4	<p>Para mejorar la eficiencia VEEI es necesario mejorar la eficiencia de las luminarias.</p>																														
B3.5	<p>La Iluminación natural puede ser por medio de: (ventanas, claraboyas, lucernarios, galerías, patios, porches, atrios, conductos de luz, conductos solares, paredes translúcidas, muros cortina, cúpulas, techos translúcidos, membranas (IDAE, 2005).</p>																														
B3.6	<p>Iluminación en parqueaderos subterráneos: vanos a media altura, pozos de luz al centro del edificio a los costados, por la losa, por respiradero (No Estacionar! Re imaginando un edificio de estacionamientos en el centro de Santiago_ Plataforma Arquitectura, 2016).</p>																														
C1.1 C1.2 C1.3	<p>Las etiquetas de eficiencia energética se representa por la letra A lo más eficientes; en una franja de color verde; los menos eficiente se representan por la letra G; en una franja de color rojo (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2015).</p>																														

Nivel de referencia	Descripción de estrategias para cada nivel de referencia y fuente
E1.1 E1.2 E1.3	<p>Ancho = 1.00 Altura = 1.50</p> <p>Corte arquitectónico de las especificaciones del tendal, elaboración propia.</p>
E1.7 E1.8 E1.9	<p>Espacios para el secado de ropa en: patios en las fachadas, patios comunales en la terraza, celosías y ventanas en la fachada («Celosías de madera en 80 viviendas de VPO en Salou», 2013), («FRANCONI ARCHITECTS», 2009), («Edificio de departamentos en Magdalena del Mar», 2014).</p>
	<p>Sistema típico de panel solar térmico (Chewieduck, 2014).</p>
F1.2	<p>Se puede además combinar un sistema de panel solar térmico y otra fuente de calor (Chewieduck, 2014).</p>
a b c	<p>Tipos de paneles solares térmicos:</p> <p>a) Panel solar térmico de placa plana b) Panel solar térmico de tubos al vacío. c) Panel solar térmico con tanque térmico («Calentadores Solares de agua», 2015).</p>
F1.3	<p>Diagrama típico de una instalación fotovoltaica aislada (Electricidad desde el sol, 2012).</p>
	<p>Generación de energía eléctrica con sistemas fotovoltaico conectados a la red (INTEC, Instituto Tecnológico de Formación, 2017).</p>
a b c	<p>Tipos de panel solar fotovoltaico a) monocristalino, b) policristalino, c) capa fina (Pareja, 2010)</p>
F2.2	<p>El calefón a gas debe cumplir con los espacios permitidos por La Norma INEN 2 124:98</p>
F2.4	<p>El esquema básico de los sistemas centralizados se basa en una o más calderas que aportan el calor y en dos circuitos de distribución separados que distribuyen el agua caliente para calefacción y aseo por toda la comunidad de vecinos («Instalación centralizada de calefacción y ACS para comunidades de vecinos», 2014).</p>
F2.4.1	<p>Sistema de ACS con materiales aislados en las tuberías (Chewieduck, 2014).</p>
F2.5	<p>Opciones de ubicación para GLP: planta baja o cubierta, en espacios exteriores (Sanchez, 2014)</p>
F2.6	



Ventilación del espacio que contiene el calentador de agua a gas («NORMA TECNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 124:98», 1998).

2 MATERIALES Y METODOS

2.1 Caso de estudio

El edificio multifamiliar para el caso de estudio es el Condominio River View (Fig.2). Construido en el año 2012 con una superficie total construida de 11.742 m². Colinda al norte con la Av. Ordoñez Lasso, al sur con la vivienda del Sr. Leonardo Vásquez, al este con el Edificio Montecarlo y al oeste con la calle Los Cedros (ver Fig. 3).

Sus espacios se distribuyen en un solo bloque el mismo que cuenta con un patio interior y dos ascensores. En el apéndice A se puede observar las plantas arquitectónicas, fachadas, el cuadro de áreas y la ubicación. El condominio se encuentra conformado por 12 pisos, los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

- Planta de Sótano: Nivel -1 y Nivel -2 para parqueaderos, bodegas de los usuarios y cuarto de máquinas para electricidad y los medidores de agua y electricidad.
- Planta Baja: vestíbulo de información, sala comunal y siete locales comerciales.
- Primera Planta Alta: Suites
- Segunda - Onceava Planta Alta: Departamentos de dos y tres dormitorios.
- Doceava Planta Alta: Cuarto de máquinas para el ascensor, termotanques y bombonas de gas.

El edificio posee en total 54 departamentos los cuales son divididos en 3 tipos:

- 6 Suites (1 habitación).
- 38 Departamentos Dobles (2 habitaciones).
- 10 Departamentos Triples (3 habitaciones).



Figura 2: Edificio River View
Elaboración: Propia

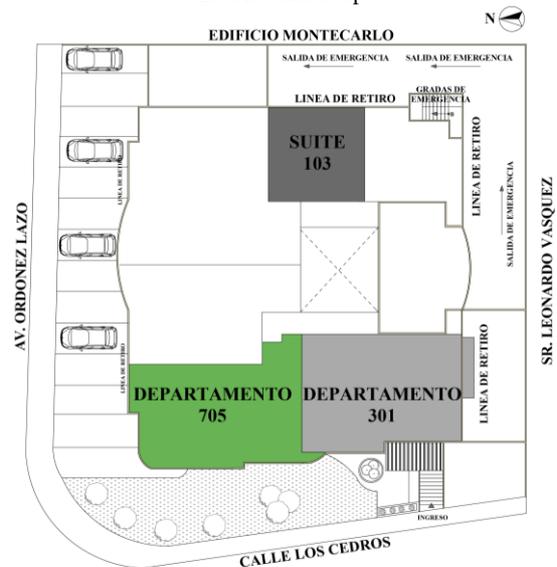


Figura 3: Emplazamiento del edificio y los departamentos de estudio.
Elaboración: Propia

Para el análisis fueron considerados tres casos de estudio, que corresponden a cada uno de los tipos de departamento, considerando la accesibilidad y apertura por parte de los usuarios. Los casos de estudio son: **Suite 103** (Fig. 4), **Departamento Doble 301** (Fig. 5), y el **Departamento Triple 705** (Fig. 6).

2.2 Plantas arquitectónicas de los tres tipos de departamentos.



Figura 4: Suite 103
Elaboración: Propia

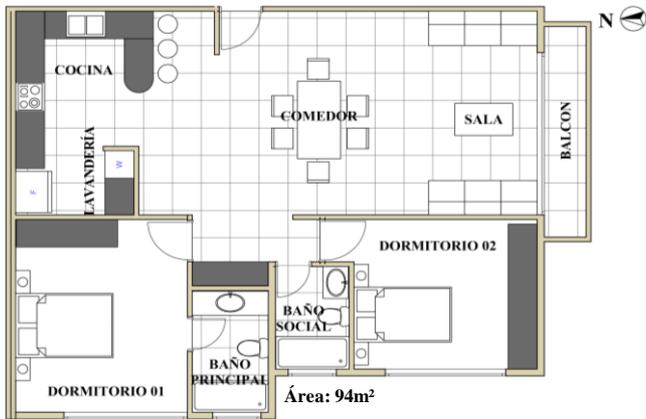


Figura 5: Departamento 301
Elaboración: Propia

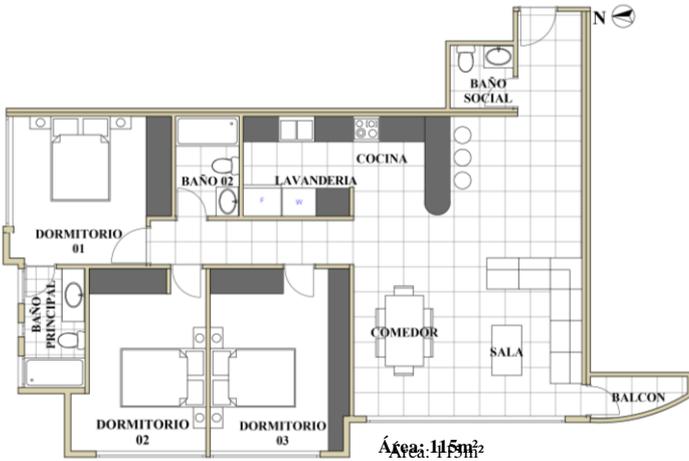


Figura 6: Departamento 705
Elaboración: Propia

2.3 Consumo energético del edificio

El edificio fue construido con dos tipos de suministros energéticos: la energía eléctrica como fuente de alimentación de electrodomésticos, equipos básicos de hogar y oficina e iluminación; mientras que, el suministro de gas centralizado es usado principalmente en los termotanques para la generación de agua caliente sanitaria.

Cada departamento cuenta con un medidor independiente para: agua fría (cocina, baños y lavandería), agua caliente (que les

proporciona el edificio) y gas (cocina y secadora). El edificio cuenta con un medidor de agua fría común para limpieza, un medidor matriz para el agua caliente y medidor de gas para el calentamiento del agua.

En la tabla 7 se recolecta los datos de consumo energético obtenidos del edificio y departamentos de estudio, en base a la información que proporciona la Empresa Eléctrica Centro Sur, (CENTROSUR, 2017) y la empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento de Cuenca (ETAPA) (ETAPA, 2017). Los resultados se encuentran descritos en el apéndice B y B1.

Tabla 7: Estado actual de los tres tipos de departamentos y áreas comunes del edificio.

Elaboración: Propia

Especificaciones	103	304	705	Zonas Comunes
m ²	61	94	115	
Nº de habitantes	1	3	5	
Nº de baños	2	2	3	4
Nº de luminarias	20	29	36	481
Electricidad Mensual Promedio (kWh)	60.77	96.9	226.42	1568.1
Electricidad Anual Promedio (kWh)	729.2	1162.8	2717.04	18817.17
Agua Fría Mensual Promedio (m ³)	11.6	20.9	26.88	113.58
Agua Fría Anual Promedio (m ³)	139.2	250.8	322.56	1363
Consumo Gas Mensual Promedio (m ³)	4.76	25.27	22.4	135.98
Consumo Gas Anual Promedio (m ³)	57.12	303.22	268.74	1631.79

Para el desarrollo de estrategias que permitan la reducción del consumo energético y cumplimiento de los estándares de eficiencia energética la investigación planteó la siguiente metodología:

a) Revisión bibliográfica de estrategias de eficiencia energética. En base a los criterios de evaluación de la categoría “energía” se plantearon estrategias eficientes adaptadas al contexto local.

b) Evaluación de los casos de estudio en su estado actual. El levantamiento de información se realizó a través de los siguientes instrumentos:

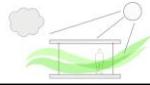
- Ficha de observación directa (apéndice B).
- Encuestas estructuradas al administrador y propietarios de departamentos (apéndice B1) que permitieron obtener información de los casos de estudio y edificio como tipos de luminarias, dispositivos de apagado automático, electrodomésticos, características de los ascensores, entre otros.
- Simulaciones energéticas mediante software de los departamentos para determinar demandas energéticas y ganancias solares.

c) Resultados y propuesta. Planteamiento de mejoras mediante la aplicación de estrategias de eficiencia energética en los casos de estudio y validación mediante software de simulación energética para obtener la puntuación final.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DESARROLLO DEL ESTADO ACTUAL Y APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS TRES DEPARTAMENTOS DE ESTUDIO.

3.2 A. Envoltente Térmica



Objetivo y especificaciones de la envoltente térmica: la envoltente térmica de un edificio, casa o vivienda es la piel que lo protege de la temperatura, aire y humedad exteriores para mejorar la calidad de vida de sus ocupantes, mientras optimiza el ahorro de energía y así reduce la factura energética y las emisiones contaminantes (Energética, 2012).

A1 Orientación de la edificación

El objetivo es aprovechar la energía solar para reducir la demanda de calefacción en la vivienda.

A1.1 El propósito de este punto es conocer la orientación adecuada para el clima de Cuenca, por lo tanto, se recomienda que las fachadas principales tengan orientaciones **Este - Oeste** para aprovechar las ganancias solares directas de la mañana y la tarde (Maria Teresa Baquero, 2013). Con respecto al primer punto, se desarrolla en la tabla 8 las orientaciones de cada departamento con respecto al norte, para la obtención de dichos datos es importante conocer los planos arquitectónicos ver Fig. 4, 5 y 6.

A1.2 Para desarrollar este punto se necesita conocer el tipo de protecciones solares, es importante recalcar que su función es evitar la incidencia excesiva de radiación solar directa en la piel del edificio (Pabon, 2013). Dicho la anterior, en la tabla 8 se demuestra el análisis.

Tabla 8: Definición de orientaciones, tipo de protecciones solares.

Especificaciones	103	301	705
Orientación	ESTE	OESTE	OESTE
Tipo de Protecciones Solares	Cortinas	Persianas	Persianas
Es controlado por los usuarios	SI	SI	SI
Protecciones Solares en la Fachada Oeste	NO	SI	SI

Galería

A1.4 Como se afirmó arriba en la tabla 8, solo el departamento 103 no cuenta con protecciones solares en la fachada oeste.

Como resultado en todas las ventanas se identificaron protecciones solares que pueden ser controlados por los usuarios. Con respecto a la orientación en base a la fachada más larga, los tres departamentos cumplen, el departamento 103 al no contar con protecciones solares en la fachada oeste alcanza una **práctica estándar**, los departamentos 301 y 705 alcanzan una **práctica mejor**.

A2 Ganancias Solares

El objetivo de este punto es evaluar la captación solar en base a las condiciones ambientales y las características de la edificación.

A.2.1 - A.2.2 Con respecto a estos puntos se empleará un software de demanda energética (Design Builder) ya que cuenta con actualizaciones cada año, hay que mencionar, además la siguiente información local:

a) Datos del clima y lugar: para obtener el fichero climático de la ciudad de Cuenca se aplicó el software meteonorm, ver Fig. 7.

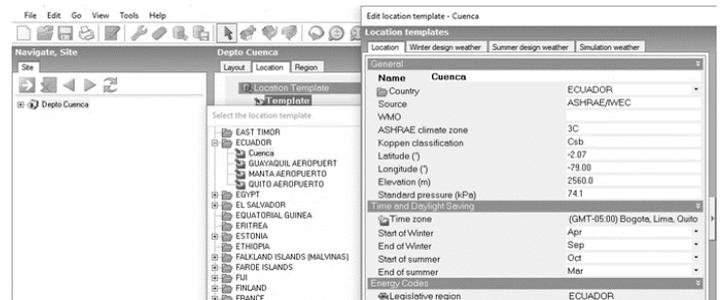


Figura 7: Clima Cuenca, Desing Builder

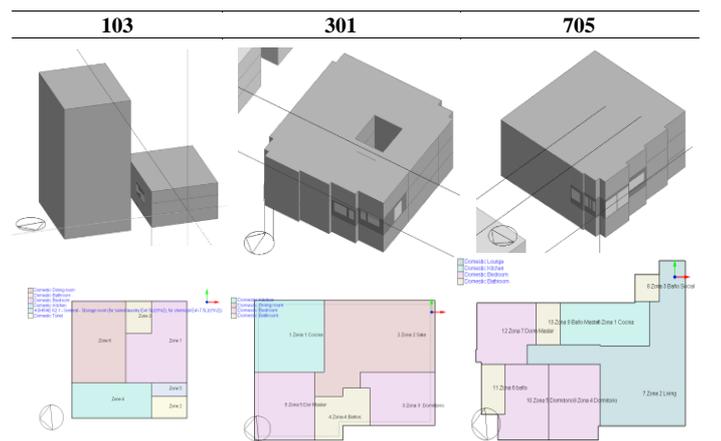
b) En segundo lugar se establece la zona de confort (16.62°C y 23.62°C) (Quesada & Bustillos, 2018), ver Fig. 8.



Figura 8: Zona de Confort en Cuenca, Design Builder

c) En tercer lugar se determina la forma del espacio y la estructura (ver tabla 9).

Tabla 9: Diseño en 3D y planta de las zonas térmicas del estado actual. Fuente: Software Design Builder.



d) Finalmente, en la Tabla 10 se determina las características termo-físicas de los materiales usados en el edificio.

Tabla 10: Características termo-físicas de los materiales Fuente: Software Design Builder.

Construcción	Materiales	Espesor (m)	Densidad (kg/m³)	Conductividad [W/m²K]
Paredes Exteriores	Ladrillo Visto parte de afuera	0.20	1700	0.77
Pared Interior	Ladrillo Visto parte de adentro	0.05	1700	0.56

Enlucido de yeso	Yeso	0.02	1.2	0.42
Techo Exterior	Losa de Hormigón	0.60	2000	1.35
Cielo Raso	Gypsum	0.05	900	0.30
Piso Baños y Cocina	Porcelanato	0.05	2300	1.30
Piso Dormitorios	Piso Flotante	0.03	600	0.14
Vanos	Ventanas	0.06	2.5	1.00

Es necesario recalcar que el proceso de cálculo a detalle se encuentra en el apéndice C1. A continuación, se muestran los resultados para demanda de calefacción y refrigeración y ganancias solares, ver tabla 11:

Tabla 11: Estado actual de ganancias de calor en ventanas y demanda de calefacción y refrigeración.
Fuente: Software Design Builder.

Especificaciones	103	301	705
Área m ²	61	94	115
Ganancias de calor ventanas kWh/ m ²	17.19	78.84	114.54
Demanda de calefacción y refrigeración kWh/ m ²	16.06	14.08	13.82

Por consiguiente, el departamento 103 no supera los 20kWh/m² en ganancias solares a causa del edificio Montecarlo que genera sombra constante al edificio, dicho esto no se puede mejorar esta condición y se obtiene una **práctica mejor (PM)**. Los departamentos 301 y 705 consiguieron en ganancias solares 78.84 kWh/m² y 114.54 kWh/m² y en demanda de calefacción y refrigeración 14.08 kWh/m² y 13.82 kWh/m² respectivamente, es por esto que los dos departamentos alcanzaron un **superior (PS)**.

3.3 B. Iluminación Artificial



Objetivo y especificaciones de iluminación artificial: el propósito de este punto es fomentar el uso de luminarias eficientes para reducir el consumo energético.

B1 Iluminación interna

B1.1 - B1.2 Para el desarrollo de estos puntos será preciso mostrar la cantidad, tipo y especificaciones técnicas (flujo luminoso y potencia) de las luminarias. En este caso los tres departamentos presentan un sistema mixto de luminarias: LED y fluorescentes, ver tabla 12 y el detalle de cálculo se encuentra en el apéndice C2.

Tabla 12: Estado actual en iluminación interna de tipo Fluorescente y LED.

Especificaciones	103	301	705	
LED	Nº Luminarias	13	16	20
	Eficacia Luminosa (lm/W)	90	90	90
	% Luminarias	65%	56%	56%
Fluorescentes	Nº Luminarias	7	13	16
	Eficacia Luminosa (lm/W)	48	48	48
	% Luminarias	35%	44%	44%

B1.3 Con respecto a este punto es indispensable los planos arquitectónicos para verificar que el baño principal (BP) cuente con ventanas que permitan el paso de luz natural, ver Fig. 9.

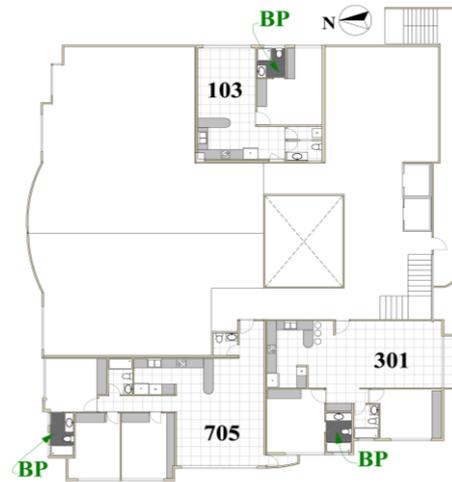


Figura 9: Estudio de los baños principales en la planta arquitectónica.

Como resultado, la eficacia luminosa en luminarias LED alcanzan los 90 lm/W y representa el 56% a 65%, las luminarias fluorescentes obtienen 48 lm/W con un porcentaje del 35% al 44%, en este caso ninguno de los departamentos alcanza por lo menos el 75% de luminaria eficiente, con todas estas observaciones se propone cambiar todo el sistema de iluminación a LED, de esta manera la eficacia luminosa alcanza a 90 lm/W cumpliendo así con el 100% de luminarias de bajo consumo energético, ver los cálculos a detalle en el apéndice C2. Conviene subrayar que los baños principales de los departamentos cuentan con adecuada iluminación natural. Bajo estas condiciones los departamentos pasan de una **práctica insustentable** a una **práctica superior (PS)**.

B2 Iluminación externa

B2.1 - B2.2 - B2.3 y B2.4 A continuación, se definen los parámetros para las luminarias externas: cantidad, si cuentan o no con dispositivos de apagado automático, el tiempo de retardo, especificaciones técnicas (flujo luminoso y potencia). En cuanto al edificio el sistema usado es LED, ver tabla 13. En el apéndice C3 se encuentran los cálculos a detalle.

Tabla 13: Estado Actual de iluminación externa.

Especificaciones	Ingreso	Pasillos	Jardines
Nº Luminarias	4	8	8
Eficacia Luminosa (lm/W)	49	70	49
% Luminarias	20%	40%	40%
Dispositivos de apagado automático	NO	NO	NO
Tiempo de retardo en las luminarias	NO	NO	NO
Galería			

Por consiguiente, la luminaria actual en eficacia luminosa alcanza entre 49lm/W a 70lm/W con un porcentaje del 40%, carece de dispositivos de apagado automático al igual que un tiempo de retardo en las luminarias. Por lo tanto, se propone reemplazar a todas las luminarias con sistema LED de bajo consumo energético, de esta manera, la eficacia luminosa es de 80lm/W a 90lm/W, igualmente se plantea el uso de temporizadores y sensores de movimiento con un tiempo de

retardo en las luminarias de 5 minutos, al usar dichas estrategias se pasa de una **práctica insustentable** a una **práctica superior (PS)**.

B3. Iluminación Áreas Comunes

B3.1 – B3.2 – B3.3 El propósito de estos puntos es identificar: el tipo, cantidad, si cuentan o no con dispositivos de apagado automático, el tiempo de retardo, si utilizan sensores, las especificaciones técnicas (flujo luminoso y potencia) de las luminarias. En cuanto al edificio se utiliza un sistema mixto en iluminación (LED y Halógenas), ver tabla 14 y el apéndice C4 para los detalles del análisis.

Tabla 14: Estado actual de sensores, eficacia luminosa, dispositivos de apagado automático.

Especificaciones	Piso 1 al 12, Vestíbulo, Sala Comunal, Subterráneo -1 -2.	
LED	Nº Luminarias	377
	Eficacia Luminosa (lm/W)	94
	% Luminarias	76%
Halógenas	Nº Luminarias	98
	Eficacia Luminosa (lm/W)	12
	% Luminarias	23%
Dispositivos en Común	Dispositivos de apagado automático	sensores de movimiento
	Tiempo de retardo en luminarias	1 minuto
	Sensores de movimiento	127



B3.4: El siguiente aspecto trata de la eficiencia en iluminación interior de una zona, la cual es medida por el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación [VEEI] (Código Español pág. 41): “Este valor indicará la eficiencia energética de la instalación de iluminación que se acaba de diseñar; es decir, cuantos luxes se produjeron con la potencia eléctrica de las lámparas, y lo que se busca es la mayor producción de luz (luxes) con la menor cantidad de energía eléctrica (Vatios)” (Rodríguez J, 2012).

$$VEEI = \frac{P*100}{S*Em}$$

Donde:

P = Potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares (W)

S = La superficie iluminada (m²)

Em = la iluminación media horizontal mantenida

$$Em = \frac{N*\phi L*\mu * d}{S}$$

Donde:

E = nivel de iluminación

N = número de lámparas

ϕL = flujo de lámparas por luminaria lúmenes

d = factor de mantenimiento

μ = factor de utilización

S = superficie del local

Dicho lo anterior, en la tabla 15 se detalla el estado actual del VEEI en el edificio, para detalles de cálculo dirigirse al apéndice C4.

Tabla 15: Estado actual VEEI

Zonas	Em	Sup Iluminada (m ²)	Potencia Total Instalada (W)	VEEI (w/ m ²)
Piso 12	11.26	100.50	40	3.53
Piso 11	14.66	115.90	123	7.65
Piso 10	15.68	117.40	135	7.34
Piso 9	16.46	120.40	140	7.06
Piso 8 al 11	16.11	123	140	7.06
Vestíbulo, Información	141.75	63.99	1265	13.95
Subterráneo -1	33.93	665	837	3.71
Subterráneo -2	74.61	357.7	990	3.71

B3.5 Con respecto al edificio se necesita conocer la superficie en m² de las zonas comunes donde el porcentaje será el 100%, así como también la superficie de la circulación horizontal que cuente con iluminación natural. Es imprescindible contar con la planta arquitectónica para realizar dicho análisis, ver tabla 16.

Tabla 16: Porcentaje de iluminación natural en zonas comunes.

Especificaciones	Piso 1 al 12	Vestíbulo, Información y Sala Comunal	Subterráneo - 1	Subterráneo - 2
m ²	883.20	63.99	665	357.70
Área m ² de Iluminación natural	394.44	NO	NO	NO
Porcentaje % Galería	39.56	0	0	0



B3.6 A continuación, se analiza las plantas arquitectónicas y elevación - corte del edificio, en efecto, no ingresa luz natural a los subterráneos ni a los locales de almacenamiento, ver Fig. 10 y 11.

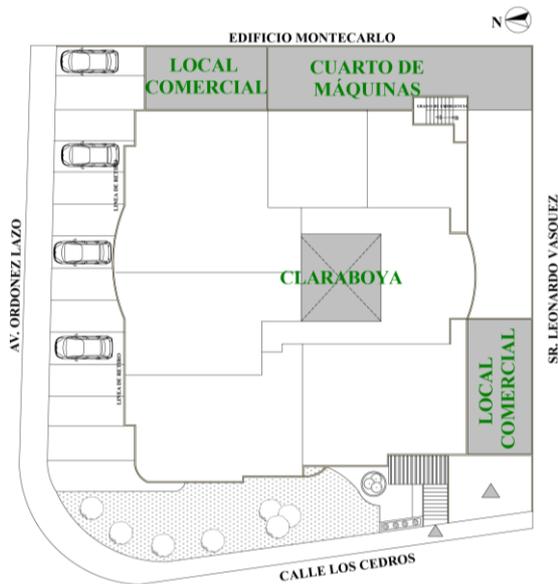


Figura 10: Estudio de ingreso de luz natural en la planta arquitectónica.

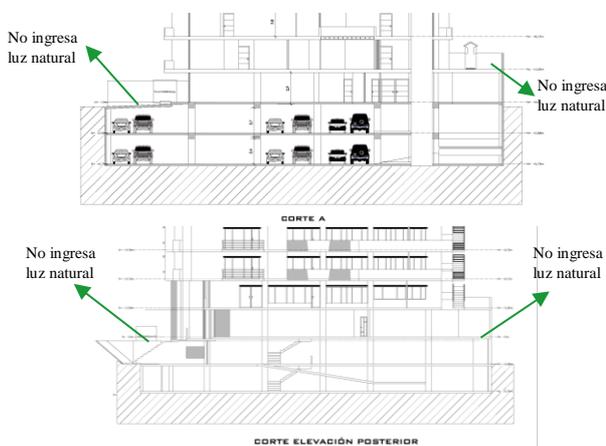


Figura 11: Estudio de ingreso de luz natural en los subterráneos.

En definitiva, el sistema de iluminación mixta es 76% LED y 23% Halógenas, obteniendo una eficacia luminosa de 94lm/W y 12lm/W respectivamente, los dispositivos de apagado automático son sensores de movimiento con un tiempo de retardo de 1 minuto, el límite máximo de VEEI en el pasillo del onceavo piso (7.65) y en el vestíbulo (13.95), así como el porcentaje de iluminación natural en circulación horizontal en todo el edificio no se cumple, por todo esto, se plantean las siguientes estrategias: reemplazar el sistema actual en su totalidad por luminarias LED, en efecto no solo alcanza la eficacia luminosa (90lm/W) sino también la eficiencia energética (VEEI) del onceavo piso (3.53) y en el vestíbulo (3.53), por otra parte se propone cambiar el tiempo de retardo a 2 minutos y el uso de temporizadores programados en intervalos de tiempo. Para conocer los cálculos dirigirse al apéndice C4. En cuanto a este punto se obtiene la **práctica estándar (PE)**, hay que mencionar además que los puntos B3.5 y B3.6 no se cumplieron, a causa de que no se logró abrir vanos en las losas de entrepiso porque dichos espacios actualmente son un departamento en el primer piso y el cuarto de máquinas en el subterráneo.

3.4 C. Electrodomésticos



Objetivo del criterio de evaluación: promover el uso de electrodomésticos eficientes para asegurar un buen rendimiento y ahorro energético.

C1.1 – C1.2 – C1.3 En cuanto a este punto se debe verificar que los electrodomésticos sean de eficiencia energética A (refrigeradora, cocina, lavadora, secadora) y también de los calentadores de agua, ver la tabla 17, en el apéndice C5 se encuentran los detalles del cálculo.

Tabla 17: Eficiencia energética en los electrodomésticos.

Categoría	Eficiencia Energética	103	301	705
Refrigeradora / Congeladores		A	A	A
Cocina		A	A	A
Calentadores de Agua		A	A	A
Secadora		A	A	A
Lavadora		A	A	A

En definitiva, todos los electrodomésticos cumplen con la eficiencia energética, por lo tanto, los tres departamentos cumplen con la **práctica superior (PS)**.

3.5 D. Ascensor



Objetivo del criterio de evaluación: evaluar las características y promover el uso del ascensor de menor consumo energético.

D1. Ascensor

D1.1 – D1.2 – D1.3 Con respecto a este punto se debe presentar un estudio previo del ascensor con sus respectivos planos arquitectónicos (ver apéndice C6), ver la Tabla 18.

Tabla 18: Estado actual del ascensor en el edificio.

Especificaciones	Piso 1 al 12, Vestíbulo, Sala Comunal, Subterráneo -1 -2	
LED	Nº Luminarias	377
	Eficacia Luminosa (lm/W)	94
	% Luminarias	76%
Halógenas	Nº Luminarias	98
	Eficacia Luminosa (lm/W)	12
	% Luminarias	23%
Dispositivos de apagado automático	Dispositivos de apagado automático	sensores de movimiento
	Tiempo de retardo en luminarias	1 minuto
	Sensores de movimiento	127

Galería



Dicho lo anterior, el ascensor cumple con todo lo requerido por el método de esta manera alcanza la **práctica mejor (PM)**.



3.6 E. Espacio de Secado

Objetivo del criterio de evaluación: proporcionar un espacio con condiciones adecuadas para secar la ropa con bajo consumo de energía y de manera natural.

E1. Espacio de Secado

E1.1 al E1.9 Acerca del análisis en dichos puntos, a más de conocer la planta arquitectónica, ver la Fig.12 se necesita desarrollar una tabla resumen que detalle el estado actual del espacio (m², si cuenta con patio de servicio, si hay espacio para secado natural o artificial, lavandería con pozo, m² de tendal), ver la tabla 19.

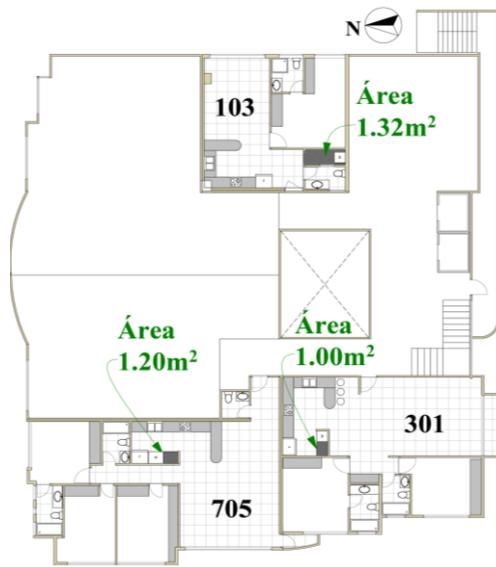


Figura 12: Planta arquitectónica del edificio.

Tabla 19: Estado actual del espacio de secado.

Especificaciones	103	301	705
Zona de Lavandería	Su propio espacio	Dentro de la cocina	Dentro de la cocina
Espacio para secado natural	NO	NO	NO
Espacio de secado artificial	SI	SI	SI
Patio de servicio	NO	NO	NO
m ² de tendal	NO	NO	NO
Área m ² del espacio	1.32	1	1.2

En particular, los puntos E1.1 al E1.9 no lograron **ninguna práctica (NP)** considerando que no hay manera de aumentar metros cuadrados en cada departamento.

3.7 F. Energía Renovable y Agua Caliente Sanitaria (ACS)



Objetivo del criterio de evaluación: reducir el consumo energético a partir del aprovechamiento de fuentes renovables.

F1 Energía Renovable

F1.1 al F1.6 El siguiente aspecto trata del uso de energía renovable, en cuanto al edificio la energía que usa proviene únicamente del GLP y la red eléctrica, por lo que no se cumple con **ninguna práctica (NP)**, por lo tanto, se propone el uso de paneles solares fotovoltaicos y térmicos. A continuación, se desarrolla pautas a seguir de un estudio local en Cuenca para la obtención de energía renovable.

En primer lugar, se define los paneles a usarse: El panel solar térmico elegido es el Confort Lite SUN blue (placa plana), dimensiones 2.16m x 1.15m, superficie del absorbedor 2,30m², el panel solar fotovoltaico elegido es de módulos policristalinos, JKM 2170PP – 60, potencia de cada panel 270 W, dimensiones 1650x992mm, ver especificaciones técnicas en el apéndice C7.

En segundo lugar se necesita conocer la orientación de los paneles solares, para la ciudad de Cuenca los valores óptimos en las superficies de captación solar es orientar a 30° con respecto a norte (NNE) y con una inclinación de 16° para maximizar la captación de irradiación solar anual (Alvarez, 2017).

En tercer lugar, se analiza la distancia entre los paneles solares, ver Fig. 13.

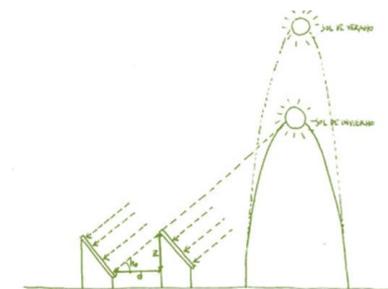


Figura 13: Cálculo de la distancia a obstáculos. Fuente: (Guerrero. J, 2013)

Donde:

$$ho = 90^\circ - [| \text{latitud} | + 23.5^\circ]$$

d = distancia entre obstáculo y panel

z = altura del obstáculo

ho : altura del sol a medio día en el solsticio de invierno.

Latitud Cuenca: -2.904624° de latitud sur

De esta manera para el panel térmico: $d = [1.35 * (0.60\text{cm}/\tan(63.60))] = 0.40\text{cm}$

De esta manera para el panel fotovoltaico: $d = [1.35 * (0.45\text{cm}/\tan(63.60))] = 0.30\text{cm}$

Después, se propone soportes para los paneles solares, en este aspecto es necesario que la estructura mantenga los paneles en la orientación e inclinación elegida, sin permitir la recolección de agua lluvia (Guerrero. J, 2013), los soportes pueden ser: sobre mástiles, sobre el suelo, sobre el tejado y anclado a paredes (Guerrero. J, 2013), el soporte que se propone es sobre mástiles.

En último lugar se debe elegir las zonas del edificio para colocar a los paneles solares, de preferencia estarán ubicados en: cubiertas inclinadas, cubiertas planas, fachadas y el suelo no urbanizable («Guía para el desarrollo de normativa local en la lucha contra el cambio climático», 2016), para el edificio se propone usar el espacio en la cubierta, ver Fig. 14.

Fórmula:

$$d = 1.35 * \frac{z}{\tan(ho)}$$



Figura 14: Cubierta del edificio River View.

A continuación, se determina el **cálculo para conocer la cantidad requerida de paneles solares térmicos para el Agua Caliente Sanitaria.**

a) Demanda térmica

Para el cálculo de la demanda térmica mes a mes se realiza con la fórmula de la Norma española UNE 94002 (UNE, 2005):

$$L_{tot} = C \text{ (litros/persona y día)} * NH * NM * PH_2O * C_{pH_2O} \text{ (TACS - Tred)}$$

Donde:

- L_{tot} = Demanda energética anual (MJ)
- C = Consumo específico de agua caliente a 60°C por persona y por día
- NH = Número de usuarios
- NM = Días del mes
- P_{H_2O} = Densidad del agua
- C_{pH_2O} = Capacidad calorífica del agua
- T_{ACS} = Es el salto térmico entre la temperatura del agua de la red y la temperatura del agua caliente que deseamos, en este caso la impondremos 60°C.
- T_{RED} =

b) Datos locales y normativas para el cálculo

- Radiación media anual de Cuenca = 4.3 kWh/m²día (Guerrero, J, 2013).
- Radiación solar = 1000W/ m² (STC Standard, Test, Conditions)
- Consumo de agua = 22lt/persona/día Código Técnico de la edificación (CTE) (Pintado, 2011).
- Temperatura de referencia = 60 °C Código Técnico de la edificación (CTE) (Pintado, 2011).
- Temperatura del agua de la red de Cuenca = 14°C aproximadamente (ETAPA, 2014).
- NH = se calcula por medio de la tabla del Código Técnico de la edificación CTE (ver tabla C7.3 del apéndice C7) 6 suites (1 dormitorio) x 1,5 = 9, 38 departamentos dobles (2 dormitorios) x 3 = 114, 10 departamentos triples (3 dormitorios) x 4 = 40. Total = 163 usuarios.
- PH_2O = 994.1 kg/m³
- C_{pH_2O} = 4178.5J/Kg.K

Para la obtención de PH_2O y C_{pH_2O} , es importante recalcar que el fluido a calentar es agua, por lo tanto, se toma a efectos de predimensionamiento, la densidad y el calor específico a la temperatura media entre la media red anual y la temperatura del

proyecto: $(60^{\circ}C + 14^{\circ}C) / 2 = 37^{\circ}C$ pasando a Kelvin: 310.15K (Pintado, 2011), ver tabla C7.2 del apéndice C7.

Avanzando en nuestro análisis en la tabla 20 se detalla el estudio (ver el detalle del cálculo en el apéndice C7, tablas C7.4 y Fig. C7.3):

Tabla 20: Cálculo de paneles solares térmicos
Elaboración: Propia

Especificaciones	Datos	
Total, demanda térmica	685	MJ
Radiación media anual de Cuenca (tacs-tred) en Kelvin y Grados Centígrados	4.3	kWh/m ² día (60-14) °C o (333.15 -287.15) K
(tacs-tred)	46	K
Radiación solar	1000	W/m ²
Eficiencia del panel (tacs-tred)/Radiación solar (W/m ²)	0.046	W/m ² día
En la tabla de eficiencia del panel el 0,046 corresponde al 60%. Como resultado de la radiación media anual se multiplica para la eficiencia del panel (4.3kWh/m ² día * 0.60)	2.58	kWh/m ² día
Estimación del área necesaria	Datos	
Pasar a MJ los 2.58 kWh/m ² día (multiplicar por el factor 3,6)	9.288	MJ/m ²
Total, de los m ²	73.77	m ²
Para obtener el número de paneles se divide para la superficie absorbente del panel térmico 2.3m ²	32	Paneles

d) Mediante el cálculo y en base al espacio disponible sin bloqueo solar se plantea el uso de 32 paneles, hay que mencionar además que, para garantizar ACS constante, se combinara al sistema de panel solar térmico y otra fuente de calor GLP. En definitiva, se abastece el 100% de la demanda, conviene subrayar que se mantienen los 4 termotanques que posee actualmente el edificio para almacenar el agua caliente, ver tabla 21.

Tabla 21: Número de paneles solares térmicos.
Elaboración: Propia

Especificaciones	Resultados para paneles solares térmicos
Nº de usuarios	163
Litros por persona	22
Total, de litros por día	3586
Nº de Paneles Solares Térmicos	32
Nº Termotanques	4
Porcentaje de abastecimiento de paneles solares térmicos	100%

Cálculo para conocer la cantidad requerida de paneles solares fotovoltaicos (Energía eléctrica).

Considerando que los paneles solares fotovoltaicos serán usados exclusivamente en las luminarias de las zonas comunes y exteriores. Con respecto al primer punto los kWh de la centrosur incluyen ascensor, iluminación externa y zonas comunes, por lo tanto, se necesita calcular únicamente los kWh de luminarias, ver la tabla 22, los cálculos a detalle se encuentran en el apéndice C7.

Tabla 22: Estado actual en kWh de zonas comunes, ascensor, iluminación.

Zonas Comunes

kWh promedio mes	Días	kWh/día	Wh/día
1568.1	30.00	52.27	52270
Ascensor			
Kw	Horas	kWh/día	Wh/día
8.6	4.00	34.40	34400
Total Zonas Comunes (Wh/día)		Ascensor (Wh/día)	Total, solo Iluminación (Wh/día)
52270.00		34400.00	17870.00

3) De acuerdo con la tabla 22 la iluminación total es 17870.00Wh/día, pero en este resultado están incluidas las luminarias halógenas, por lo tanto, se debe calcular los Wh/día de las luminarias LED que se propuso como estrategias en el punto B3 (ver apéndice C7, tabla C7.6). de esta manera el resultado es 13518 Wh/día, ver tabla 23.

Tabla 23: Iluminación LED

Especificaciones	Zonas Comunes
Total, de luminarias LED en pasillos, subterráneo, vestíbulo (u)	377
Total, de luminarias Halógenas en pasillos, subterráneo, vestíbulo (u)	98
Total, de luminarias LED en exteriores (u)	20
Total, Luminarias (u)	495
Consumo diario actual con Halógenas y LED (Wh/día)	17870.00
Potencia total Halógenas y LED (W)	4504.00
Tiempo de consumo día iluminación (horas)	3.97
Potencia total solo LED (W) incluye exteriores y zonas comunes	3407
Energía por día (Wh/día)	13518

4) Al obtener los Wh/día (13.518) se divide por el promedio diario de horas de sol 4.2 horas = 3218.43, finalmente, se divide este último número entre el watt de cada panel solar, en este caso cada panel es de 270 watts: $3218.43 / 270 = 12$ paneles solares fotovoltaicos (Solares, 2013).

Como resultado se alcanza a una **práctica superior (PS)**, con el abastecimiento del 100% en paneles solares térmicos y un 100% con paneles solares fotovoltaicos exclusivamente en las zonas comunes. Para concluir en la Fig. 15 se puede observar la planta arquitectónica con la distribución de los paneles solares térmicos y fotovoltaicos en el edificio.

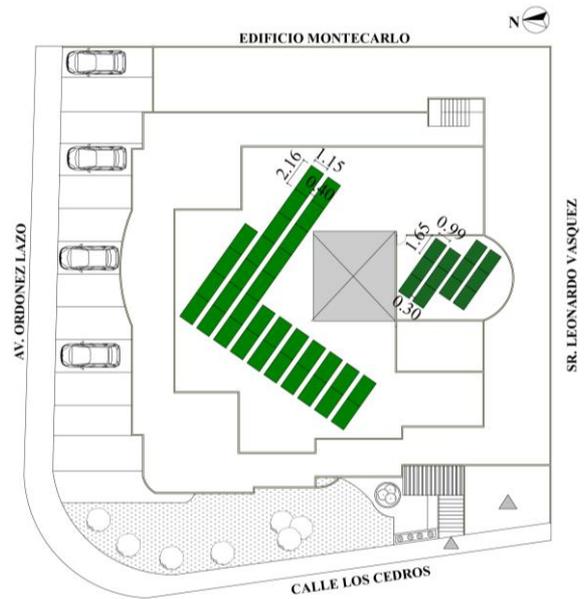


Figura 15: Planta arquitectónica de la ubicación de paneles solares y colectores solares.

Elaboración: Propia

F2 Sistema eficiente de distribución de ACS

F2.1 Para desarrollar este punto se necesitarán los planos arquitectónicos para medir el recorrido de las tuberías, comenzando desde el ducto de distribución a cada punto de agua, de manera que se puedan obtener los metros lineales en horizontal y vertical, ver Fig. 16 y la tabla 24.

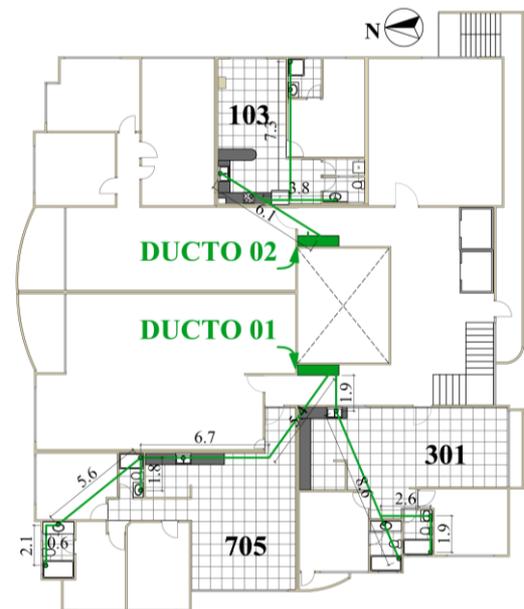


Figura 16: Planta arquitectónica del recorrido de las tuberías a cada departamento

Elaboración: Propia

Tabla 24: Metraje de las tuberías.

Especificaciones	103	301	705
Metraje de tubería al punto más desfavorable <=15m	20.7	17.70	26.1
Tuberías aisladas	NO	NO	NO
Sistema de centralización	SI	SI	SI
Galería			



F2.2 - F2.4 – F2.4.1- F2.5 Para el análisis de estos puntos se necesita conocer el espacio de los termostatos a gas y verificar que cumpla con la normativa INEN, verificar si cuenta con un sistema centralizado para el ACS y si las tuberías son aisladas, ver tabla 25.

Tabla 25: Equipo GLP para calentar el agua.

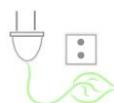
Especificaciones	Calefón a Gas
Calefón a Gas	SI
Se encuentra en un espacio exterior	En la cubierta del edificio
Acceso es restringido	Si tiene una puerta en el cielo raso
Cuenta con ventilación adecuada	Si
Área m ²	20m ²
Es uso exclusivo del termostato	No, dentro de este cuarto en el segundo piso se encuentra las máquinas del ascensor, las bombonas de gas están al exterior.
Materiales usados	Paredes mampostería de ladrillo visto, el piso es de hormigón pintado con pintura anticorrosiva.

Galería



En conclusión, el edificio cuenta con un sistema centralizado, sin embargo, las tuberías carecen de aislamiento y los tres departamentos sobrepasa el metraje especificado >15 metros, el cuarto de máquinas del ACS cumple con las condiciones de ventilación, ubicación y materiales requeridos, pero no es de uso exclusivo para los termostatos, por lo tanto, no cumple con **ninguna práctica (NP)**. Me gustaría dejar claro que el metraje de tubería en una edificación ya construida no es factible reducirla, por lo que no se presenta mejoras en este punto.

3.8 G. Rendimiento Energético



Objetivo del criterio de evaluación: evaluar la eficiencia energética en términos de reducción de la demanda de energía

de las viviendas, para su desarrollo se necesita conocer el kWh mensual de cada departamento y los m² de construcción.

G1. Rendimiento energético

G1.1 – G1.2 – G1.3 Para obtener el valor del Rendimiento Energético, se cuantifica la demanda por climatización, consumo por luminarias, electrodomésticos y equipos, consumo de gas de ACS, cocina y secadoras. Para obtener los resultados se necesita establecer todo en kW/año/m² anual, ver todo cálculo en el apéndice C8, a continuación, se muestran los resultados:

En primer lugar, para obtener el consumo de **electricidad** se hace un cálculo manual, para ello se debe contar con los valores de potencia de cada electrodoméstico, equipo y luminarias, cuantificar los mismos y multiplicar por el tiempo de uso (ver cálculos en el apéndice C8, los resultados son: 103 (755.28kWh), 301 (1231.92 kWh) y en el 705 (2767.86 kWh). En segundo lugar, el consumo de **gas**, para este caso se utiliza el factor de ponderación en el que 1m³ de gas es igual a 11,70 kWh (Selectra, 2018), por tanto, los resultados son: 103 (668.304kWh), 301 (1773.837kWh) y en el 705 (3144.258 kWh). Finalmente, la **climatización** dichos valores se establecieron en el programa Design Builder, los resultados son: 103 (1768.11kWh), 301 (1661.49 kWh) y en el 705 (1206.74 kWh).

Ahora veamos en la tabla 26 el consumo energético actual, el cual se debe dividir por el área de cada departamento para obtener en kWh/m²/año.

Tabla 26: Consumo Anual Energético en kWh/m²/año. Elaboración: Propia

Especificaciones	103	301	705
m ² de construcción	61	94	115
kWh/m ² Anual Electricidad	755.28	1231.92	2767.86
kWh/m ² Anual Gas	668.04	1773.837	3144.258
kWh/m ² Anual Climatización	1768.11	1661.49	1206.74
Total	52.32	49.65	61.90

Al obtener el estado actual de los departamentos se verifica que el departamento 103 y 301 cumple con la **práctica estándar (PE)** y el 705 con **ninguna práctica (NP)**, a continuación se realiza los cálculos respectivos para obtener la demanda anual energética al aplicar las estrategias en este caso para la iluminación todo a sistema LED, en gas que se mejora en un 40% por medio de los paneles solares térmicos y en climatización los valores respectivos que se obtuvo del design builder, ver los cálculos en el apéndice C8. Con respecto a la tabla 27 al aplicar las estrategias, el departamento 103 llega a cumplir con la **práctica superior (PS)**, el departamento 301 con la **práctica mejor (PM)** y el departamento 705 con la **práctica estándar (PE)**.

Tabla 27: Consumo Anual Energético en kWh/m²/año. Elaboración: Propia

Especificaciones	103	301	705
m ² de construcción	61	94	115
kWh/m ² Anual Electricidad	547.92	857.52	2030.58



kWh/m ² Anual Gas	348.192	1166.724	2289.924
kWh/m ² Anual Climatización	979.52	1311.75	822.07
Total	30.75	35.49	44.72

Al culminar con el análisis se muestra una tabla resumen del estado actual y las estrategias planteadas en el edificio, en dicha tabla se tabulan todos los puntos obtenidos en el estudio donde: PE (Práctica Estándar) la PM (Práctica Mejor), PS (Práctica Superior) y NP (Ninguna Práctica), ver tabla 28, todos los cálculos se encuentran en el apéndice D, de esta manera se valida la aplicación de estrategias al mejorar los niveles de desempeño, en la Fig. 17 se muestra el 3D del edificio con las propuestas de estrategias de eficiencia energética.

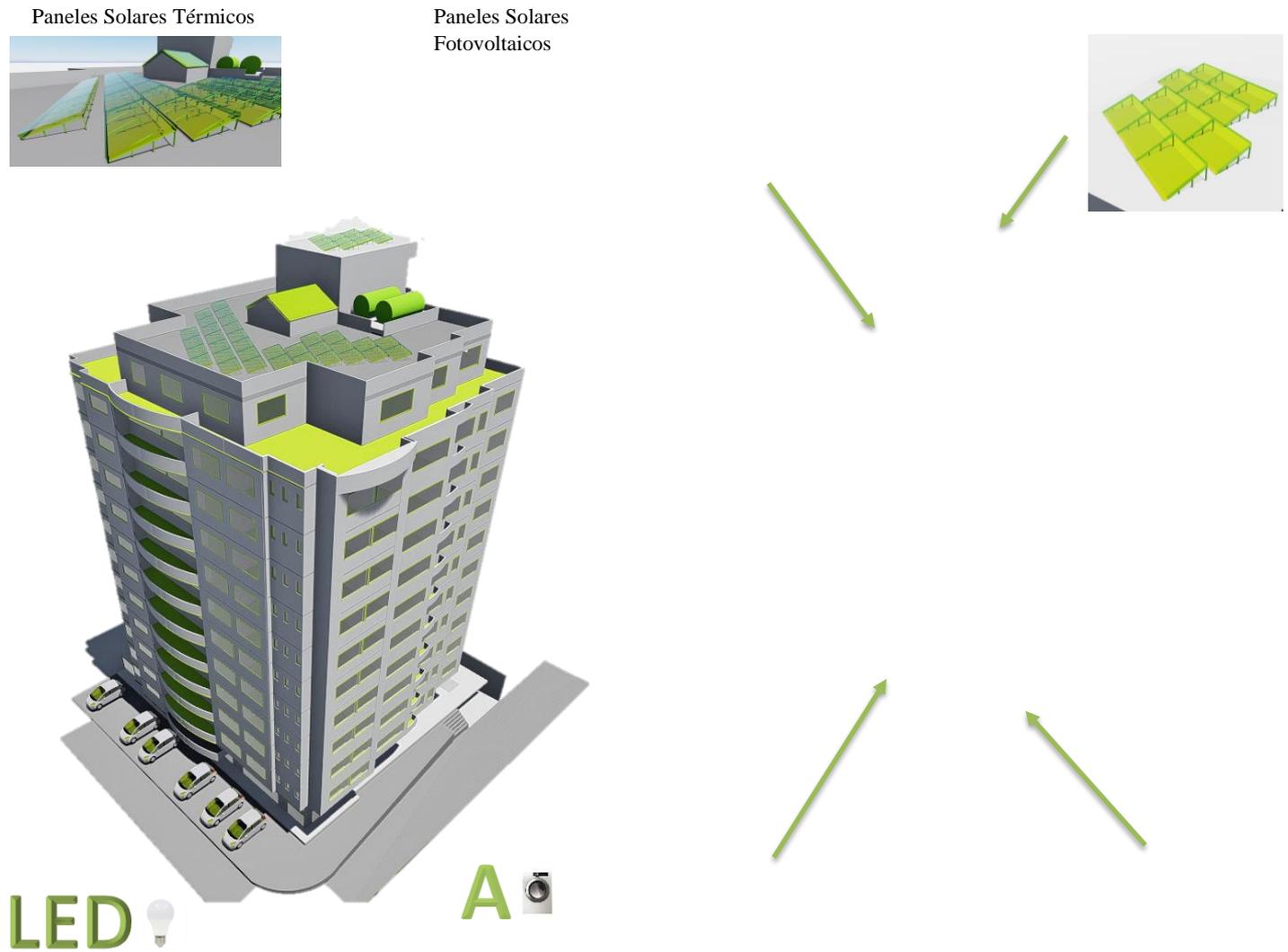


Figura 17: 3D del edificio con las estrategias planteadas.
Elaboración: Propia

Tabla 28: Evaluación de los casos de estudio con el método de certificación para Cuenca en su estado actual y aplicación de estrategias.
Elaboración: Propia

ESTADO ACTUAL								
Requerimientos	Criterios de Requerimiento	Nivel de Referencia	103		301		705	
			Resultados	Nivel de desempeño	Resultados	Nivel de desempeño	Resultados	Nivel de desempeño
A	A1	A1.1	ESTE	PE	OESTE	PM	OESTE	PM
		A1.2	SI		SI		SI	
		A1.3	NO NECESITA		NO NECESITA		NO NECESITA	
		A1.4	NO		SI		SI	
	A2.1	17.19		78.84		114.54		

ESTRATEGIAS PLANTEADAS								
Requerimientos	Criterios de Requerimiento	Nivel de Referencia	103		301		705	
			Resultados	Nivel de desempeño	Resultados	Nivel de desempeño	Resultados	Nivel de desempeño
A	A1	A1.2	ESTE	PM	OESTE	PM	OESTE	PM
		A1.2	SI		SI		SI	
		A1.3	NO NECESITA		NO NECESITA		NO NECESITA	
		A1.4	NO		SI		SI	
	A2.1	17.19		78.84kWh/m		114.54kWh/m		



inconvenientes ya que están correctamente orientados hacia el ESTE - OESTE, el segundo “ganancias solares y desempeño energético” (A2) solamente la suite 103 no pudo mejorar su condición debido a que recibe sombra constante del edificio aledaño.

En iluminación interior (B1) al cambiar las luminarias por unas de alta eficacia luminosa y por tanto de bajo consumo energético, la potencia de instalación se redujo en alrededor del 44 % en cada uno de los departamentos, lo que representará un ahorro significativo en el consumo. En relación a la iluminación exterior (B2) y zonas comunes (B3), de igual manera al cambiar las luminarias por iluminación LED se reduce la potencia de instalación en un 30.8% y 28.4 % respectivamente. La implementación de dispositivos de apagado automático en zonas de uso momentáneo también ayudará a reducir el consumo energético. Iluminar naturalmente la circulación horizontal de las zonas comunes y parqueaderos subterráneos debe ser planificado desde la etapa de diseño de la edificación ya que una vez construido, se dificulta encontrar zonas para apertura de vanos, en este caso no fue posible cumplir con este indicador.

En el caso de los electrodomésticos (C1) y el ascensor (D1), el edificio al ser relativamente nuevo cuenta con equipos eficientes en todos los casos son de categoría A.

En el espacio de secado (E1), no se cumple en ninguno de los 3 casos de estudio, esto se debe a que el área no fue propuesta desde un principio, y es muy difícil proponer abrir vanos ya que todos los espacios están destinados a otras funciones, este punto también se debe proponer desde el principio, ya no es factible aumentar metros cuadrados en cada departamento.

En energías renovables (F1) de los dos criterios de evaluación, el primero en paneles solares fotovoltaicos se mejora en un 20% ya que la energía fotovoltaica generada es solamente para la iluminación en zonas comunes y exteriores, los paneles solares térmicos por cumplimiento del método abastecen el 100% de la demanda, esto quiere decir que el edificio ha reducido emisiones de CO₂ generados por el gas natural y asume su responsabilidad con el medio ambiente al usar recursos naturales como la radiación solar.

El segundo criterio (F2): el sistema de distribución de ACS, no se puede plantear ninguna estrategia para el metraje de tuberías ya que estas no se pueden mover, porque se distribuyen por todo el edificio, en losas, pisos, paredes. Es importante recalcar que el edificio no tiene medidas tan distantes a 15m, ya que los dos cuartos de ductos están distribuidos de tal manera que están lo más cerca posible de cada departamento, lo que se debería hacer en este caso a más de tener dos cuartos de ductos, tratar de centralizar las áreas húmedas.

En el tema de rendimiento energético (G1) al usar estrategias pasivas, iluminación eficiente, reducir el consumo de gas, el uso de energía renovable, la mejora es a simple vista en cada departamento y el edificio. En este punto se llega a una mejora del 45% en el 103, del 39% en el 301 y de 25% en el 705, esto

4 DISCUSIÓN FINAL

Examinaremos brevemente ahora a todos los niveles de desempeño, para empezar de los dos criterios de evaluación correspondientes al requerimiento Envolvente Térmica, el primero, orientación de la edificación (A1) no ha tenido

quiere decir que aplicando las estrategias se disminuye el consumo de energía.

A más de obtener resultados positivos en cada requerimiento también se ha llegado a tener excelentes resultados generales, en la situación actual los departamentos analizados alcanzan la práctica estándar con la siguiente puntuación:

Suite 103 con un resultado de (147.43): **ESTÁNDAR.**
 Departamento 301 con un resultado de (133.81): **ESTÁNDAR.**
 Departamento 705 con un resultado de (133.81): **ESTÁNDAR.**

A continuación, se describen las puntuaciones de las estrategias planteadas en el edificio, las mismas que permiten a los departamentos alcanzar una mejor práctica:

Suite 103 con un resultado de (367.92): **MEJORES.**
 Departamento 301 con un resultado de (325.45): **MEJORES.**
 Departamento 705 con un resultado de (267.75): **ESTÁNDAR.**

En la tabla 29 y Fig. 18, se puede observar la mejoría individual y total del edificio en las puntuaciones del método luego de aplicar las estrategias, los tres casos de estudio han mejorado entre un 26 % y 45 % en relación al puntaje inicial y final, permitiendo que los departamentos estudiados suban una práctica pasando de una calificación **ESTÁNDAR A MEJOR en el 103 y 301**, el caso del 705 se mantiene en una categoría **ESTÁNDAR.**

Tabla 29: Tabla Resumen – Puntuaciones del método.
 Elaboración: Propia

Especificaciones	103	301	705
Estado Actual	147.43	133.81	133.81
Con estrategias planteadas	367.92	325.45	267.75
Porcentaje de mejora (%)	45.48	38.91	25.76
Total del promedio en porcentaje de mejora (%)	41.46		

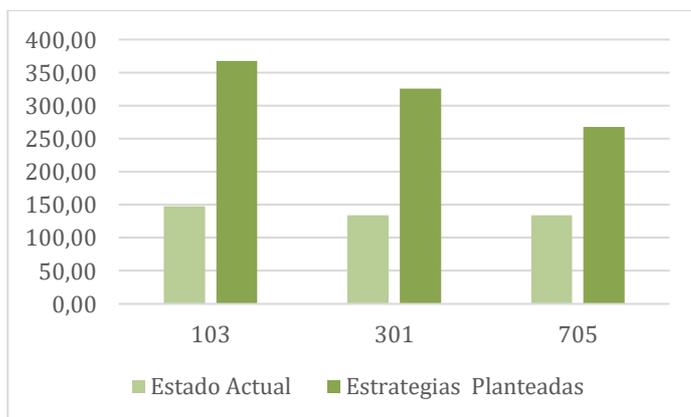


Figura 18: Resultados del estado actual y de las estrategias planteadas.
 Elaboración: Propia

5 CONCLUSIONES

La ciudad de Cuenca se encuentra en constante crecimiento, condición que trae consigo un incremento considerable de edificaciones multifamiliares en altura, con el fin de dotar de vivienda sin tener que salir del área urbana. Es por ello que se

debe tomar como condicionante previa de diseño, la ejecución de un análisis de criterios bioclimáticos enfocados principalmente al ahorro energético, con el fin de brindar al futuro usuario un edificio seguro, confortable y sobre todo sustentable.

Como resultado en la orientación del edificio, se pudo constatar por medio de los análisis, que al estar hacia el Este u Oeste los tres departamentos de estudio cumplían con los valores óptimos. Se demostró también, que no es necesario aplicar ningún tipo de estrategia para alcanzar los valores recomendados. La investigación demuestra que, mediante un estudio previo de orientaciones se puede garantizar ganancias solares altas para reducir la demanda de calefacción en la edificación.

Consideremos ahora la tecnología de luminarias, dado que el edificio tiene tan solo 7 años de funcionamiento, mas del 50% usa luminarias eficientes. De esta manera como estrategia se ha planteado usar exclusivamente tecnología LED junto con temporizadores, con el fin de optimizar el consumo de energía en el día, principalmente en los pasillos y zonas comunes.

Según los resultados obtenidos en el tema de iluminación natural, sirva de ejemplo que, desde el primer piso hasta el doceavo piso por medio de una claraboya y ventanales en la fachada hacia el sur cuenta con una excelente iluminación, por el contrario, la planta baja y los dos subterráneos se encuentran cerrados completamente. Con un análisis de observación directa los espacios donde se pretendía abrir vanos se encontraban en uso, a continuación se describen ejemplos; cuarto de máquinas, locales comerciales, bodegas, vestíbulo, departamentos, por lo tanto, no se pudo plantear una mejoría en este aspecto sin alterar de forma significativa los espacios y distribución del edificio.

Es necesario recalcar que los electrodomésticos y el ascensor son equipos de eficiencia energética A, razones por las cuales el consumo de energía es lo adecuado, en contraste con lo anterior el siguiente aspecto trata sobre el espacio para el secado de ropa con ventilación natural, en este punto la investigación sugiere, que por ganar mas metros cuadrados en otros espacios se ha destinado este servicio a un rincón de la cocina, esto quiere decir que la ropa se secará siempre con energía artificial, en consecuencia, el uso de GLP es su único sustento, aquí se demuestra la importancia de tener un espacio exclusivo que cuente con ventilación natural. Como solución a esto se pretendía usar un espacio común en la cubierta, pero no se pudo lograr ya que el acceso es restringido solo a personal capacitado ya que en este lugar se encuentra el cuarto de máquinas y las bombonas de GLP, además solo se puede acceder a la cubierta por una escalera en el cielo raso, todavía cabe señalar que no se puede aumentar metros cuadrados de construcción en cada departamento. De esta manera se vuelve a demostrar una vez más la necesidad de un análisis previo de las condiciones ambientales, espaciales y necesidades básicas de los usuarios.

Para terminar, se analiza al desempeño energético que es el resumen de toda la energía que se usa en cada departamento y en el edificio, en promedio se mejoró un 41.46%; si tan solo considerando algunas medidas correctivas se incrementaron los niveles de eficiencia considerablemente, con un diseño que tenga



un análisis previo y estrategias a aplicarse antes de la construcción de un proyecto arquitectónico residencial o de cualquier tipo, la calidad y los resultados para una práctica superior quedarían garantizados en su totalidad.

En definitiva, el presente estudio demuestra la importancia de conocer y aplicar estrategias de eficiencia energética para comenzar un proyecto residencial multifamiliar, ya que en la práctica es más difícil mejorar o aplicar medidas correctivas una vez terminado el proceso de construcción y más aún cuando el edificio se encuentra ya en funcionamiento como el caso del edificio objeto de estudio.

6 AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A mi padre Oswaldo que no pudo estar conmigo para celebrar este logro, sin embargo, estoy segura que desde el cielo está guiando mi camino, a mi madre Ruth, mi esposo Israel y mi hija Amanda.

A mi tutora, Arq. Vanessa Guillén, por su colaboración y ayuda en cada momento de duda, por estar presta a mis consultas y ser un soporte clave para mí en este trabajo de investigación, por su confianza al hacerme participe de este equipo y con el poder culminar mi presente artículo.

Al Arq. José Villavicencio constructor y diseñador del edificio y al Ing. Alfonso Méndez administrador del mismo, por su apertura y colaboración para la obtención de los datos e información necesaria para la ejecución de este estudio.

Al Dr. Felipe Quesada por permitirme formar parte del proyecto de investigación: “Método de Certificación de la construcción sustentable de viviendas”.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldossary, N. A., Rezgui, Y., & Kwan, A. (2015). An investigation into factors influencing domestic energy consumption in an energy subsidized developing economy. *Habitat International*, 47, 41-51.

<http://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.01.002>

Alvarez, D. (2017). *Evaluación de la orientación y el ángulo de inclinación óptimo de una superficie plana para maximizar la captación de irradiación solar en Cuenca – Ecuador*. Universidad Politecnica Salesiana.

Assaf, L. (2010). *Sistemas Innovadores de Iluminación*, 1, 15.

Baquero, M. T. (2013). *Diseño Bioclimático de viviendas multifamiliares en la ciudad de Cuenca*. Universidad de Cuenca.

Baquero, M. T., & Quesada, F. (2016). Eficiencia energética en el sector residencial de la Ciudad de Cuenca, Ecuador, 7(2), 147-165.

Celosías de madera en 80 viviendas de VPO en Salou. (2013). Recuperado a partir de <http://espaciosdemadera.blogspot.com.es/2013/10/celosia-s-de-madera-en-estas-80.html>

CENTROSUR. (2017). Consulta Planillas de Consumo de Energía Eléctrica. Recuperado a partir de http://www.centrosur.gob.ec/?q=consulta_planillas_sap

Cesano, D., & Russell, J. (2015). Construcciones ecológicas en América Latina, 1-14.

CESSUC – Método de Evaluación de la Vivienda Sustentable. (2017). Recuperado a partir de <http://www.cessuc.com/>

Chewieduck, D. (2014). *Solar Energy in Buildings*.

Cordero, X., & Guillen, M. (2013). Diseño y validación de vivienda bioclimática para la ciudad de Cuenca Introducción :, (2), 61-75.

De Schiller, S; Gomez, V; Goijberg, N; Treviño, C. (2013). Edificación Sustentable: Consideraciones para la Calificación del Hábitat. *Construido en el Contexto Regional Latinoamericano 7 (1)*, 7, 13-18.

Edificio de departamentos en Magdalena del Mar. (2014). Recuperado a partir de <http://www.ggrarquitectura.com/Multifamiliares/Edificio-Magdalena/>

Energética, E. (2012). ENVOLVENTE TERMICA. Recuperado a partir de <http://eco-logicos.es/2012/03/que-es-la-envolvente-termica-de-un-edificio-casa-o-vivienda-y-sus-elementos/>

Estiri, H., Gabriel, R., Howard, E., & Wang, L. (2013). Different Regions, Differences in Energy Consumption: Do regions account for the variability in household energy consumption?, (134).

ETAPA. (2017). ETAPA EP - Servicios de Telefonía, Televisión, Internet, Agua Potable, Alcantarillado de Cuenca - Ecuador _ Inicio. Recuperado a partir de <http://www.etapa.net.ec/>

Filippín, C., & Flores Larsen, S. (2009). Analysis of energy consumption patterns in multi-family housing in a moderate cold climate. *Energy Policy*, 37(9), 3489-3501. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.065>



- Forsberg, A., & Malmberg, F. Von. (2004). Tools for environmental assessment of the built environment. *Building and Environment* 39 (2), 39, 223-228. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2003.09.004>
- FRANCONI ARCHITECTS. (2009). Recuperado a partir de <https://www.franconiarchitects.com/proyectos/equipamiento-palma/>
- Guerrero, J, A. P. (2013). *Reducción del consumo de energía eléctrica residencial, mediante la aplicación de sistemas - termosolares para el calentamiento de agua sanitaria en viviendas domiciliarias en el cantón Cuenca.*
- Guía para el desarrollo de normativa local en la lucha contra el cambio climático. (2016).
- IDAE. (2005). *Guía Técnica para el aprovechamiento de la luz natural de edificios.*
- INEC. (2014). Anuario de estadísticas de edificaciones 2014. *Inec.* Recuperado a partir de www.ecuadorencifras.gob.ec
- Instalación centralizada de calefacción y ACS para comunidades de vecinos. (2014). Recuperado a partir de <http://www.certificadosenergeticos.com/instalacion-centralizada-calefaccion-ac-comunidades-vecinos>
- Lopes, A. do C. P., Oliveira Filho, D., Altoe, L., Carlo, J. C., & Lima, B. B. (2016). Energy efficiency labeling program for buildings in Brazil compared to the United States' and Portugal's. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66, 207-219. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.033>
- M. de Luxan Garcia de Diego, A. Reymundo Izard, J. Hernandez Tejera, M. . B. Y. (2011). *ESTRATEGIAS DE DISEÑO.* Recuperado a partir de https://issuu.com/itc_/docs/14
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2015). Plan de Normalización y Etiquetado – Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Recuperado a partir de <http://www.energia.gob.ec/plan-de-normalizacion-y-etiquetado/>
- Mirasgedis, S., Tourkolias, C., Pavlakis, E., & Diakoulaki, D. (2014). A methodological framework for assessing the employment effects associated with energy efficiency interventions in buildings. *Energy and Buildings*, 82, 275-286. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.027>
- No Estacionar! Re imaginando un edificio de estacionamientos en el centro de Santiago _ Plataforma Arquitectura.* (2016). Santiago,. Recuperado a partir de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/791461/no-estacionar-re-imaginando-un-edificio-de-estacionamientos-en-el-centro-de-santiago>
- OTIS UNITED TECHNOLOGIES. (2017). Recuperado a partir de [http://www.otis.com/site/es-es/OT_DL_Documents/OT_DL_DocumentLibrary/NUEVO Catálogo Otis Gen2 Comfort/Ascensores-Otis-Gen2-Comfort-2014.pdf](http://www.otis.com/site/es-es/OT_DL_Documents/OT_DL_DocumentLibrary/NUEVO%20Cat%C3%A1logo%20Otis%20Gen2%20Comfort/Ascensores-Otis-Gen2-Comfort-2014.pdf)
- OVACEN. (2013). Medidas de ahorro de energía y mejora de la eficiencia energética. Recuperado a partir de <https://ovacen.com/mejora-de-la-eficiencia-energetica/>
- Pabon, O. (2013). *Limitación de la Demanda Energética* (Vol. 1). España. Recuperado a partir de https://issuu.com/omar-pabon/docs/tema_2_limitacion_de_la_demanda_en_c0e76a2de54270
- Palme, M., Lobato, A., Castillo, J., Villacreses, G., & Almaguer, M. (2017). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de energía en viviendas, 75. Recuperado a partir de http://plataforma.iner.ec/kpeitar/faces/mext/wrapper.xhtml?u=http://iner.ec/plataforma/Guia+EEE_baja.pdf
- Palme, M., Lobato, A., Castillo, J., Villacreses, G., Almaguer, M., & Godoy, F. (2014). Estrategias para mejorar las condiciones de habitabilidad y el consumo de Energía en viviendas. Quito - Ecuador: Iner (Instituto Nacional de Eficiencia Energetica y Energias Renovables. Recuperado a partir de www.iner.gob.ec
- Pareja, M. (2010). *Energía solar fotovoltaica. Calculo de una instalación aislada* (Segunda ed). Barcelona.
- Pintado, M. (2011). *Instalación Solar para Agua Caliente Sanitaria en Edificio Residencial Multifamiliar en Alicante.*
- Quesada, F. (2014). Métodos de evaluación sostenible de la vivienda. *Revista Habitat Sustentable*, 4(1), 56-67.
- Quesada, F., & Bustillos, D. (2018). Indoor Environmental Quality of Urban Residential, 1. <http://doi.org/10.3390/buildings8070090>
- Quesada, F., Calle, A., Guillen, V., Ortiz, J., & Lema, J. (2018). Método de Evaluación Sustentable de la Vivienda en la ciudad de Cuenca, Ecuador, 14, 140.
- Quesada, F., Ortiz, J., Calle, A., Guillen - Mena, V., & Orellana, D. (2018). *Certificación Edificio Sustentable y Seguro.* Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Rodriguez, S; Campoy, M; Cantu, E; Orihuela, E. (2015). Propuesta de modelo integral de evaluación sostenible de la vivienda social en México. *Ambiente Construido* 15 (4), 7-17.
- Rodríguez J, L. C. (2012). *Guia para el diseño de instalaciones de iluminacion interior utilizando dialux.* Universidad Tecnologica de Pereira.
- Sanchez, A. (2014). Prosener salas de calderas. Recuperado a partir de <https://es.slideshare.net/adrianasanchezrios7/prosener-salas-de-calderas>
- Selectra. (2018). Precio Gas. Recuperado a partir de <https://preciogas.com/faq/factor-conversion-gas-natural-kwh>
- Solares, P. (2013). Cuantos paneles solares necesito para mi casa. Recuperado a partir de <https://es.scribd.com/doc/49860374/Cuantos-paneles-solares-necesito-para-mi-casa>



Sorrell, S. (2015). Reducing energy demand : A review of issues , challenges and approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 74-82.
<http://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.002>

UNE. Instalaciones solares termicas para produccion de ACS (2005).

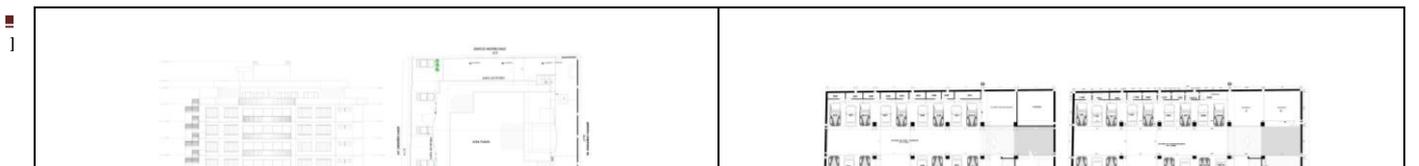
VOLTECK. (2017). Soluciones integrales en iluminación 2017.

Williams, J., Mitchell, R., Raicic, V., Vellei, M., Mustard, G., Wismayer, A., ... Coley, D. (2016). Less is more: A review of low energy standards and the urgent need for an international universal zero energy standard. *Journal of Building Engineering*, 6, 65-74.
<http://doi.org/10.1016/j.job.2016.02.007>

8 Apéndices

Apéndice A

Plantas, elevaciones, cortes arquitectónicos del edificio.





Encuesta para conocer la demanda energética del edificio River View

1. ¿Cuántos departamentos hay en el edificio?

54 Departamentos

2. ¿Cuántos tipos de departamentos tiene el edificio?

Departamento de 1 habitación: 6

Departamento de 2 habitaciones: 38

Departamento de 3 habitaciones: 10

Departamento de 4 habitaciones: 0

3. La siguiente tabla es para conocer cuantas luminarias y el tipo que usa el edificio en las zonas comunes.

Zonas	Nº de Luminarias LED	Nº de Luminarias Fluorescentes, Ahorradoras, etc	Tiempo estimado de uso (h/día)	Dispositivos de apagado automático	Nº Dispositivos de apagado automático	Tiempo de retardo en las luminarias
Exteriores	20	0	8	—	—	—
Piso 1 al 12, Información, Vestíbulo, Sala Comunal, Subterráneo -1 -2 (Parqueaderos y Bodegas)	377	98 Fluorescentes	8	Sensores de presencia	127	1 minuto
TOTAL		495 Lámparas			127 Sensores	

4. La siguiente tabla es para conocer los equipos que se usan en el edificio para ACS, Ascensor, Energía Renovable.

Sistema de centralización de ACS	Energía Renovable	Cuarto de máquinas	Ascensor
Sí, para el ACS y el Gas, cada departamento cuenta con su propio medidor, para su funcionamiento ocupa 4 Termotanques a gas de 300 litros cada uno y 2 bombonas de gas cada uno de 2m³	No	En la cubierta para el ACS y los equipos del ascensor. En el subterráneo se encuentran los medidores para la energía eléctrica.	Cuenta con 2 ascensores de Marca Mitsubishi serie Nexiez mr. panorámico con una capacidad para 10 personas.

5. La siguiente tabla es para conocer el costo mensual de las necesidades basicas del edificio.

Datos de consumo del Edificio	Costo \$ mes electricidad	Costo \$ mes Agua Fria	Costo \$ mes Gas para el ACS
RIVER VIEW	\$111.63	\$114.00	\$367.52
	Número del medidor, Empresa Eléctrica	Número del medidor, Etapa	Número del medidor
	5046602XX	A01113XX	Administrador del edificio

Nota: Los valores expuestos se pagan entre todos los usuarios de los 54 departamentos, la electricidad es de las zonas comunes como: pasillos, parqueaderos, bodegas, sala comunal, ascensor, etc), el agua fría de la red es usada para dos casos el primero para su respectivo calentamiento mediante el sistema de centralizacion el cual distribuye a cada departamento por ello los usuarios de los departamentos deben pagar al administrador por

Apéndice B

Encuestas al administrador del edificio y los usuarios de los departamentos 103, 301 y 705. Se adjunta el tipo de encuesta con el departamento 705, después se mostrarán los resultados.



el agua calentada para duchas, cocinas y banos y el segundo el agua fría para jardines. Al igual que el gas el administrador se hace cargo de cobrar el uso del mismo dependiendo de los m³ que se ha ocupado mensualmente.

Encuesta para conocer la demanda energética de los departamentos tipo del edificio River View (Departamento 705)

Los siguientes datos serán utilizados para el artículo científico: “Estrategias para el cumplimiento de estándares de eficiencia energética en edificaciones multifamiliares para la ciudad de Cuenca” previo a la obtención del título de master en Arquitectura Bioclimática.

1. ¿Cuántas personas viven en el departamento?

5 personas

2. Consumo de su departamento.

Datos de consumo del departamento	Costo \$ mes electricidad	Costo \$ mes Agua Fria	Costo \$ mes Gas para el ACS
705	\$22.36	\$17.18	\$6.00
	Número del medidor, Empresa Eléctrica	Número del medidor, Etapa	Número del medidor
	504660XX	A01271XX	Administrador del edificio

3. ¿A qué hora usa con más frecuencia la luz y especifique para qué?

Horarios	
01h00am	_____
02h00am	_____
03h00am	_____
04h00am	_____
05h00am	_____
06h00am	A las 6h00am nos levantamos y lo primero que enciendo es la luz del baño.
07h00am	Solo enciendo la luz de los dormitorios hasta abrir las ventanas de ahí el departamento tiene iluminación natural no necesito la luz durante el día.
08h00am	_____
09h00am	_____
10h00am	_____
11h00am	_____
12h00pm	_____
13h00pm	_____
14h00pm	_____
15h00pm	_____
16h00pm	_____
17h00pm	_____
18h00pm	Desde las 6 encendemos las luces de la cocina.
19h00pm	Se encienden las luces de las áreas comunes como cocina y comedor.
20h00pm	Encendemos luces de la sala.
21h00pm	_____
22h00pm	Se encienden las luces de los dormitorios.
23h00pm	_____
24h00pm	_____

4. ¿A qué hora usa con más frecuencia los electrodomésticos en su vivienda, especifique cuáles son?

Horarios	
01h00am	La Refrigeradora
02h00am	La Refrigeradora
03h00am	La Refrigeradora
04h00am	La Refrigeradora
05h00am	La Refrigeradora
06h00am	La Refrigeradora, Licuadora 5 minutos, la Tostadora 10 minutos y la Cocina unos 30 minutos
07h00am	La Refrigeradora, Secadora de cabello 15 minutos pero solo unas dos veces a la semana, la Televisión la prendemos para los niños unos 30 minutos.
08h00am	La Refrigeradora
09h00am	La Refrigeradora, La Lavadora se usa de miércoles a domingos ya que se lava uniformes, sábanas y la secadora de ropa igual.
10h00am	La Refrigeradora, La Lavadora se usa de miércoles a domingos ya que se lava uniformes, sábanas y la secadora de ropa igual.
11h00am	La Refrigeradora, El Horno se usa unas dos veces a la semana una hora, la cocina se prende unas dos horas para preparar el almuerzo
12h00pm	La Refrigeradora, Cocina, Licuadora para los jugos unos 5 minutos.
13h00pm	La Refrigeradora
14h00pm	La Refrigeradora
15h00pm	La Refrigeradora, la Televisión la prendemos para los niños unos 30 minutos.
16h00pm	La Refrigeradora
17h00pm	La Refrigeradora, La Cocina se prende para preparar la merienda el Homo igual solo dos veces por semana
18h00pm	La Refrigeradora, Cocina
19h00pm	La Refrigeradora, el Microondas se ocupa muy poco solo para calentar la merienda si llegan tarde
20h00pm	La Refrigeradora, la Plancha de ropa se usa de lunes a viernes para tener listos los uniformes pero se plancha muy poco unos 20 minutos.
21h00pm	La Refrigeradora, La Televisión se prende una hora en la noche.
22h00pm	La Refrigeradora
23h00pm	La Refrigeradora
24h00pm	La Refrigeradora

5. Responder la siguiente tabla con el fin de conocer los equipos de electrodomésticos que tiene en su vivienda y los tipos de luminarias.

Electrodomésticos				
Descripción	Equipo	Nº	Marca	Tiempo estimado de uso (h/día)
Cocina	Refrigeradora	1	Indurama	12
	Licuadora	1	Oster	0.5
	Microondas	1	Indurama	0.2
	Lavavajillas	1	Mabe	0
	Tostadora	1	Oster	0
	Horno	1	Hove	0.5
	Cocina	1	Hove	2
	Pequeños electrodomésticos	5	Oster	0.1
Dormitorios en general	Televisión	2	Samsung	2
	Secadora de cabello	1	Oster	0.1
Lavandería	Lavadora	1	Whirpool	3
	Secadora de ropa	1	Whirpool	3
	Plancha de ropa	1	Oster	2

Iluminación			
Descripción	Nº	Tipo (LED, ahorradores, etc)	Tiempo estimado de uso (h/día)
Sala	4	LED	0.5
Comedor	5	LED	0.5
Cocina	4	LED	1
Dormitorio 01	4	FLUORESCENTE	0.6
Dormitorio 02	4	FLUORESCENTE	1.2
Dormitorio 03	4	FLUORESCENTE	1.2
Baño en dormitorios	2	FLUORESCENTE	0.5
Baño Social	2	FLUORESCENTE	0.5
Pasillos	3	LED	1
Balcon	3	LED	0
Lavandería	1	LED	0.2
Total	36		

Apéndice B1

Resultados de las encuestas en los departamentos 103, 301 y 705 y áreas comunes del edificio River View

Tabla B1.1: Resultados de las encuestas.

Preguntas	Suite 103	Departamento 301	Departamento 705	Áreas comunes
1. ¿Cuántas, personas viven en el departamento?	1	3	5	—
2. ¿Cuántos, dormitorios tiene su departamento?	1	2	3	—
3. N° de luminarias	20	29	36	495
4. ¿Cuánto es el consumo de gas mensual para el Agua Caliente Sanitaria ?	\$5.00	\$9.00	\$13.50	\$367.52
5. ¿Cuánto es el consumo mensual de electricidad.?	\$5.53	\$9.28	\$22.36	\$111.63
6. ¿Cuánto es el consumo mensual de agua fría ?	\$5.42	\$13.42	\$19.83	\$114.00
7. ¿Cuál es su código para la empresa electrica?	5046598XX	5046600XX	5046603XX	5046602XX
8. ¿Cual es su código en Etapa para el agua fría	A01271XX	A1271XX	A01271XX	A01113XX

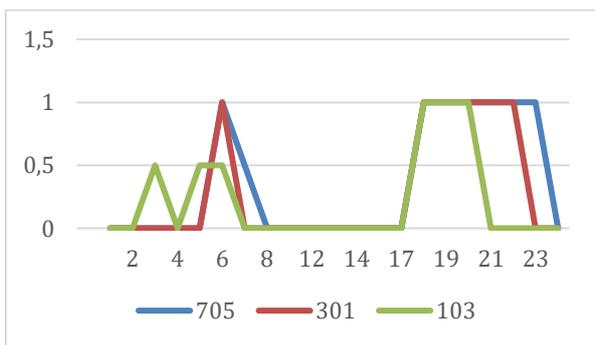


Figura B1.1 Gráfico del uso de luminarias en los tres tipos de departamentos
Elaboración: Propia

En los gráficos se puede observar que el uso de luminarias es muy poco ya que solo se hace en la mañana desde las 6am hasta las 8am después se ocupa desde las 18h00 de la tarde en adelante. El caso del departamento 103 es excepción ya que en las madrugadas prende la luz.

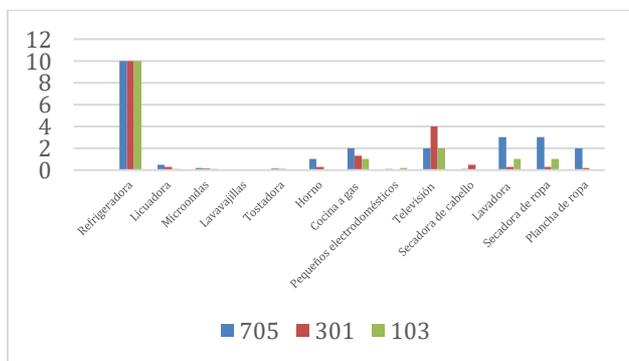


Figura B1.2 Gráfico del uso de electrodomésticos en los tres tipos de departamentos.
Elaboración: Propia

Como se puede observar en los gráficos la refrigeradora es la que pasa todo el tiempo prendida, de ahí los electrodomésticos más usados son la lavadora, secadora de ropa y la televisión.

A continuación, se muestran el consumo real de luz, agua y gas de las áreas comunes y de los departamentos 103, 301 y 705.

Tabla B1.2 Resultados del consumo energético de zonas comunes y departamentos 103, 301 y 705.
Fuente: Empresa Eléctrica, Cuenca

DATOS CENTROSUR				DATOS CENTROSUR			
ZONAS COMUNES	Meses	\$	kWh	103	Meses	\$	kWh
	ENE	105.44	1456		ENE	5.00	54.96
	FEB	113.48	1598.34		FEB	4.83	53.09
	MAR	97.84	1378.02		MAR	6.21	68.26
	ABR	117.18	1650.36		ABR	4.70	51.66
	MAY	118.33	1666.68		MAY	6.10	67.05
	JUN	117.18	1650.36		JUN	6.43	70.67
	JUL	111.96	1576.92		JUL	5.00	54.96
	AGO	119.63	1696.68		AGO	5.30	58.26
	SEP	112.65	1589.92		SEP	4.70	51.66
OCT	102.68	1489.20	OCT	6.32	69.46		
NOV	106.96	1501.36	NOV	5.80	63.75		
DIC	112.38	1589.36	DIC	5.95	65.40		
PROMEDIO	111.31	1568.10	PROMEDIO	5.53	60.77		

DATOS CENTROSUR				DATOS CENTROSUR			
301	Meses	\$	kWh	705	Meses	\$	kWh
	ENE	10.54	83.64		ENE	24.34	246.00
	FEB	9.24	98.94		FEB	17.94	183.56
	MAR	8.76	93.84		MAR	15.57	160.10
	ABR	8.86	94.86		ABR	24.74	249.86
	MAY	8.86	94.84		MAY	15.26	157.04
	JUN	9.05	96.90		JUN	26.56	267.20
	JUL	8.86	94.86		JUL	30.30	302.90
	AGO	8.95	95.88		AGO	30.41	303.92
	SEP	10.76	115.26		SEP	17.12	175.40
OCT	9.34	100.00	OCT	20.11	204.98		
NOV	8.86	94.86	NOV	25.91	261.08		
DIC	9.24	98.94	DIC	20.11	204.98		
PROMEDIO	9.28	96.90	PROMEDIO	22.36	226.42		

Tabla B1.3 Resultados del consumo energético de zonas comunes y departamentos 103, 301 y 705 mensual y anual.

Especificaciones	103	301	705	Zonas Comunes
kWh Mensual Electricidad	60.77	96.90	226.42	1568.10
kWh Anual Electricidad	729.18	1162.82	2717.02	18817.17

Tabla B1.4 Resultados del consumo de agua fría de zonas comunes y departamentos 103, 301 y 705.

Fuente: Etapa, Cuenca

DATOS ETAPA				DATOS ETAPA			
ZONAS COMUNES	Meses	\$	m³	103	Meses	\$	m³
	ENE	0.83	1		ENE	2	5.94
	FEB	101.46	103		FEB	3	6.57
	MAR	110.22	111		MAR	1	4.7
	ABR	108.03	109		ABR	1	5.33
	MAY	102.56	104		MAY	1	4.7
	JUN	124.46	124		JUN	9	10.31
	JUL	147.75	145		JUL	9	10.31
	AGO	235.05	225		AGO	9	10.31
	SEP	31.46	39		SEP	9	10.31
OCT	95.99	98	OCT	7	9.06		
NOV	185.78	180	NOV	9	10.31		
DIC	124.46	124	DIC	5	7.82		
PROMEDIO	114.00	113.58	PROMEDIO	5.42	7.97		

DATOS ETAPA				DATOS ETAPA			
	Meses	301			705		
		\$	m³		\$	m³	
ENE	14.66	16	21.00	18.09			
FEB	14.66	16	20.00	17.22			
MAR	13.41	14	22.00	18.95			
ABR	11.55	11	19.00	16.36			
MAY	13.41	14	23.00	19.81			
JUN	13.41	14	19.00	16.36			
JUL	13.41	14	18.00	15.90			
AGO	12.80	13	20.00	17.22			
SEP	12.80	13	21.00	18.09			
OCT	12.80	13	19.00	16.36			
NOV	14.66	16	18.00	15.90			
DIC	13.41	14	18.00	15.90			
PROMEDIO	13.42	14.00	19.83	17.18			

Tabla B1.5 Consumo de agua para consumo y ACS en m³

Departamentos	Meses	m³ Agua para consumo	m³ de Agua para ACS	Total m³
103	ENE - DIC	7.97	3.63	11.60
301	ENE - DIC	14.00	6.90	20.90
705	ENE - DIC	17.18	9.70	26.88

Tabla B1.6 Resultados del consumo de gas para zonas comunes y departamentos 103, 301 y 705.

Fuente: Etapa, Cuenca

Consumo de GAS para cocina y secadora				Consumo de GAS para cocina y secadora			
	Meses	103			301		
		\$	m³		\$	m³	
ENE	497.05	183.91	0.96	5.6	11.44		
FEB	225.25	83.34	0.96	6.85	13.99		
MAR	174.56	64.59	0.96	5.88	12.01		
ABR	422.15	156.20	0.96	5.20	10.62		
MAY	506.17	187.28	0.96	6.25	12.76		
JUN	223.5	82.70	0.96	4.78	9.76		
JUL	473.64	175.25	0.96	5.22	10.66		
AGO	238.24	88.15	0.96	3.06	6.25		
SEP	538.01	199.06	0.96	6.78	13.85		
OCT	459.13	169.88	0.96	7.50	15.32		
NOV	245.65	90.89	0.96	6.95	14.19		
DIC	406.89	150.55	0.96	7.88	16.09		
PROMEDIO	367.52	135.98	1.00	6.00	12.25		

Consumo de GAS para cocina y secadora				Consumo de GAS para cocina y secadora			
	Meses	705			301		
		\$	m³		\$	m³	
ENE	2.49	5.10	5.6	5.6	11.44		
FEB	1.56	3.20	6.85	6.85	13.99		
MAR	2.94	6.00	5.88	5.88	12.01		
ABR	1.36	2.80	5.20	5.20	10.62		
MAY	2.25	4.60	6.25	6.25	12.76		
JUN	1.8	3.78	4.78	4.78	9.76		
JUL	2.93	5.98	5.22	5.22	10.66		
AGO	0.96	1.12	3.06	3.06	6.25		
SEP	0.96	1.00	6.78	6.78	13.85		
OCT	7.35	15.00	7.50	7.50	15.32		
NOV	2.26	4.63	6.95	6.95	14.19		
DIC	5.88	12.00	7.88	7.88	16.09		
PROMEDIO	2.73	5.43	6.00	6.00	12.25		

Tabla B1.7 Consumo de Gas para Cocina, Secadora y ACS

Departamentos	Meses	m³ de GAS para cocina y secadora	m³ de GAS para ACS	Total
103	ENE - DIC	0.96	3.80	4.76
301	ENE - DIC	5.43	7.20	12.63
705	ENE - DIC	12.25	10.15	22.40

Tablas B1.8 Resultados del consumo de gas en zonas comunes y departamentos 103, 301 y 705 mensual y anual.

Especificaciones	103	301	705	Zonas Comunes
kWh Mensual Gas	4.76	12.63	22.40	135.98
kWh Anual Gas	57.12	151.61	268.74	1631.76

Apéndice C

C1. Ganancias Solares y Demanda energética

A continuación, se demuestra cada pestaña del software design builder en el departamento 103, de esta manera se hizo para los departamentos 301 y 705.

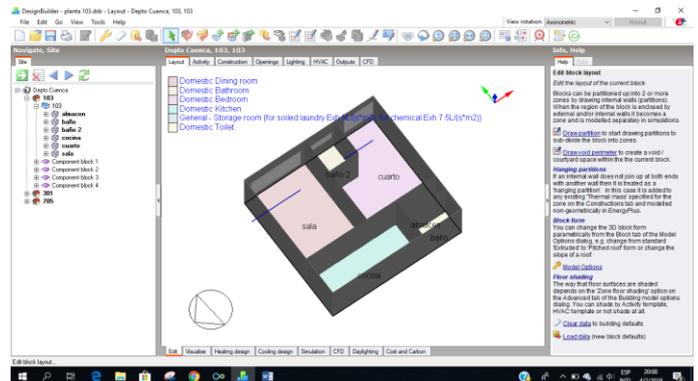


Figura C1.1 Zonas del departamento

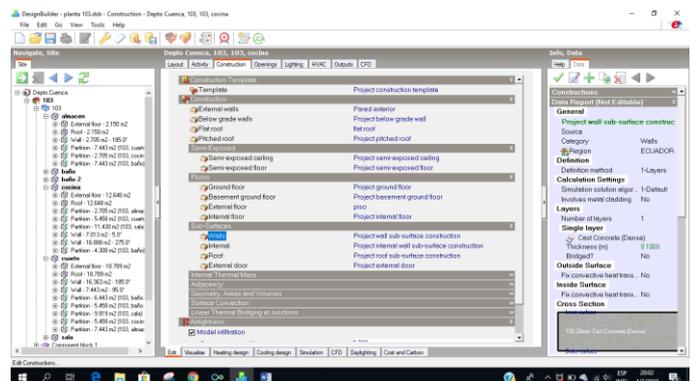


Figura C1.2 Materiales del departamento

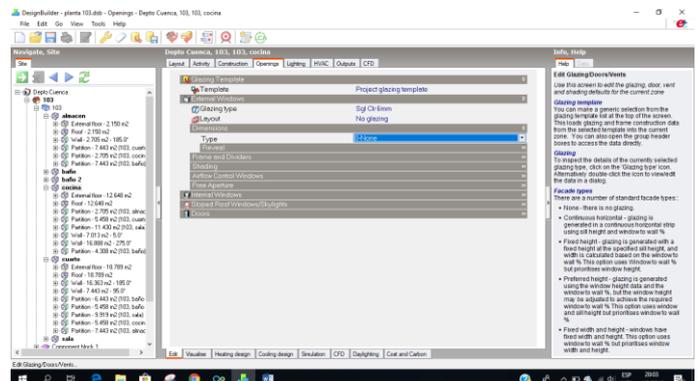


Figura C1.3 Material de ventanas

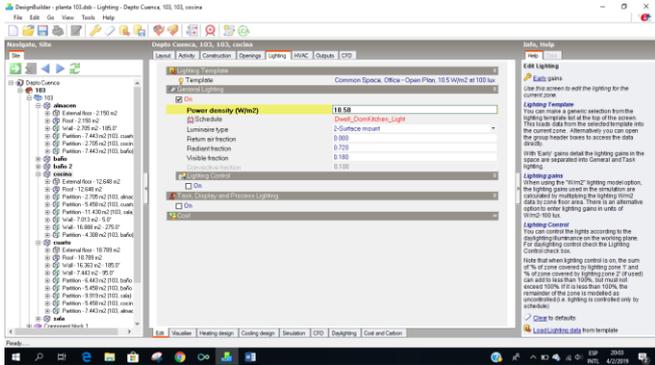


Figura C1.4 Luminarias

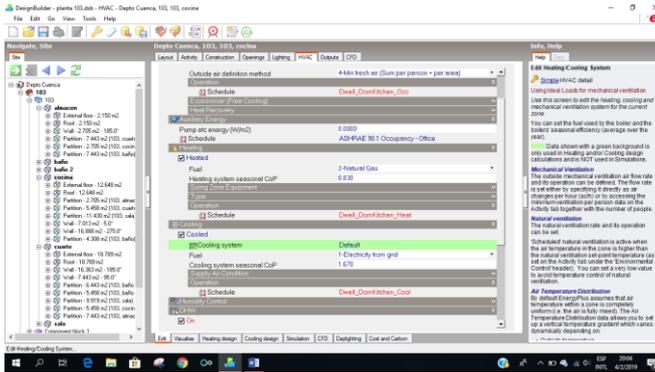


Figura C1.5 Calefaccion, Refrigeracion, ACS.

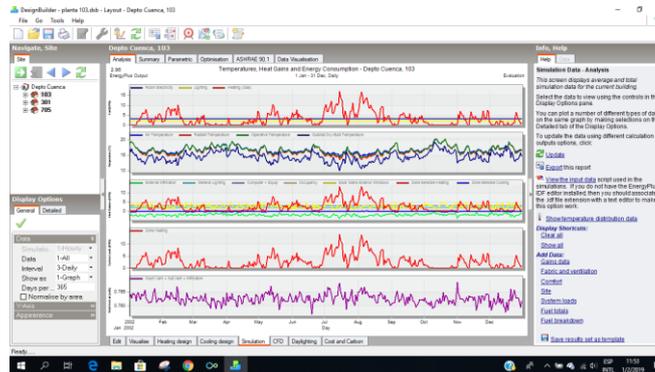


Figura C1.6 Resultados

End Uses	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]	Additional Fuel [kWh]	District Cooling [kWh]	District Heating [kWh]	Water [m3]
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	979.52	0.00
Cooling	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Lighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pumps	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Rejection	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidification	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Recovery	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Systems	0.00	0.00	0.00	0.00	788.59	0.00
Refrigeration	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generators	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total End Uses	0.00	0.00	0.00	0.00	1768.11	0.00

Note: District heat appears to be the principal heating source based on energy usage.

Figura C1.7 Resultados demanda en calefaccion y refrigeracion

Annual Building Sensible Heat Gain Components	Window Heat Addition [kWh]	Infiltration Heat Addition [kWh]	Surface Conduction Heat Addition [kWh]	Equipment Heat Addition [kWh]	Interior Air Infiltration Heat Addition [kWh]	Other Heat Addition [kWh]	Total Heat Addition [kWh]
1137	384.225	-7.75	0.000	0.000	0.000	58.836	291.613
1132	169.142	-55.53	0.000	0.000	111.455	298.058	298.058
1132	125.576	-33.02	0.000	0.000	0.000	46.872	165.342
1145	0.000	0.000	0.000	0.000	9.366	47.980	11.205
1171	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1278	0.000	0.000	0.000	0.000	34.271	46.262	15.262
Total Faculty	913.927	-47.23	0.000	0.000	235.701	861.969	1095.146

Figura C1.8 Resultados de ganancias solares

C2. Iluminación interna

Tabla C2.1 Catálogo de luminarias para iluminación interna.

FULL ESPIRAL, FLUORESCENTE, BASE E27			
Imagen	Marca	Código y Clave	Descripción
	Sylvania	P38845-33	25W, 4100K, 1200 lm, 120V
TOLEDO LED A60 DIM 9W 6500K, BASE E27			
Imagen	Marca	Código y Clave	Descripción
	Sylvania	P26257-36	9W, 6500K, 806 lm, 120V

Tabla C2.2 Estado actual en iluminación interna

SUITE 103								
Zonas Interiores	Nº	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Flujo Luminoso (lm)	Eficacia Luminosa (lm/W) Fluorescentes	Eficacia Luminosa (lm/W) LED	% Luminarias LED	% Luminarias Fluorescentes
Sala	3	9	27	806				
Comedor	3	9	27	806				
Cocina	3	9	27	806				
Dormitorio 01	4	25	100	1200				
Baño en dormitorios	2	25	50	1200	48	90	55%	45%
Baño social	2	25	50	1200				
Pasillos	2	9	18	806				
Balcon	0	0	0	0				
Lavanderia	1	25	25	1200				
Total	20	15.11	324.00	891.56				

DEPARTAMENTO 301								
Zonas Interiores	Nº	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Flujo Luminoso (lm)	Eficacia Luminosa (lm/W) Fluorescentes	Eficacia Luminosa (lm/W) LED	% Luminarias LED	% Luminarias Fluorescentes
Sala	5	9	45	806				
Comedor	2	9	18	806				
Cocina	3	9	27	806				
Dormitorio 01	4	25	100	1200				
Dormitorio 02	4	25	100	1200				
Baño en dormitorios	2	25	50	1200	48	90	55%	45%
Baño social	2	25	50	1200				
Pasillos	3	9	27	806				
Balcon	3	9	27	806				
Lavanderia	1	25	25	1200				
Total	29	17.00	469.00	1003.00				

DEPARTAMENTO 705								
Zonas Interiores	Nº	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Flujo Luminoso (lm)	Eficacia Luminosa (lm/W) Fluorescentes	Eficacia Luminosa (lm/W) LED	% Luminarias LED	% Luminarias Fluorescentes
Sala	4	9	36	806				
Comedor	5	9	45	806				
Cocina	4	9	36	806				
Dormitorio 01	4	25	100	1200				
Dormitorio 02	4	25	100	1200				
Dormitorio 03	4	25	100	1200				
Baño en dormitorios	2	25	50	1200	48	90	55%	45%
Baño social	2	25	50	1200				
Pasillos	3	9	27	806				
Balcon	3	9	27	806				
Lavanderia	1	9	9	1200				
Total	36	16.27	580.00	1020.91				

Tabla C2.3 Estrategias planteadas en iluminación interna.

Zonas Interiores	Nº	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Flujo Luminoso (lm)	Eficacia Luminosa (lm/W)	Especificaciones Técnicas Lámpara LED
103	20	9	180	806		
301	29	9	261	806	90	
705	36	9	324	806		
Total	85	27	765	806		806 lm, 9W

C3. Iluminación Externa

Tabla C3.1 Estado Actual de iluminación externa.

Zonas Exteriores	Nº LED	Voltaje (V)	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Flujo Luminoso (lm)	Eficacia Luminosa (lm/W)	Tiempo de retardo en las luminarias	Dispositivos de apagado automático
Ingreso	4	120	6.5	26	320	49		
Pasillos	8	127	30	240	2100	70		
Jardines	8	120	6.5	52	320	49	NO	NO
Total	20	120	14.33	318				

Tabla C3.2 Catálogo de luminarias actuales para exteriores.

SUBURBANOS LED			
Marca	Código y Clave	Descripción	
Volteck	46240 SUB - 810L	30W, 6500K, 2100 lm, 127V	
EMPOTRADO SPOT AL PISO, BASE GU10, LED			
Marca	Código y Clave	Descripción	
Verbatim	LED MR16 GU10 de Verbatim	6.5W, 3000K, 320 lm, 120V	
SPOT DE SOBREPONER DRIRIGIBLES, BASE GU10, LED			
Marca	Código y Clave	Descripción	
Verbatim	LED MR16 GU10 de Verbatim	6.5W, 3000K, 320 lm, 120V	

Tabla C3.3 Estrategias planteadas en iluminación externa.

Zonas Exteriores	Nº LED	Voltaje (V)	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Flujo Luminoso (lm)	Eficacia Luminosa (lm/W)	Tiempo de retardo en las luminarias	Dispositivos de apagado automático
Ingreso	4	120	5	20	450	90		
Pasillos	8	127	20	160	1600	80	5 min	Temporizadores y Sensores de movimiento
Jardines	8	120	5	180	450	90		
Total	20	122.33	10.00	120.00	833.33			

Tabla C3.4 Catálogo de luminarias propuestas para exteriores.

SUBURBANOS LED			
Marca	Código y Clave	Descripción	
Volteck	46731 SUB - 810L	20W, 6500K, 1600 lm, 127V	
EMPOTRADO SPOT AL PISO, BASE GU10, LED			
Marca	Código y Clave	Descripción	
Sylvania	P24497-36	5W, 3000K, 450 lm, 120V	
EMPOTRADO SPOT AL PISO, BASE GU10, LED			
Marca	Código y Clave	Descripción	
Sylvania	P24497-36	5W, 3000K, 450 lm, 120V	

C4. Iluminación en Zonas Comunes

Tabla C4.1 Catálogo de luminarias para zonas comunes.

PHILLIPS HALÓGENO, DICROICO, BASE GX 5.3			
Marca	Código y Clave	Descripción	
Phillips	MR16 24D 14611	20W, 3300K, 236 lm, 12V	
FULL ESPIRAL, FLUORESCENTE, BASE E27			
Marca	Código y Clave	Descripción	
Sylvania	P38845-33	25W, 4100K, 1200 lm, 120V	

Tabla C4.2 Estado actual de eficacia luminosa en zonas comunes.

Zonas Comunes	m² de superficie iluminada	Nº Lámparas LED	Nº Lámparas Halogeno	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Nº Sensores	Eficacia Luminosa (lm/W) Pisos LED	Eficacia Luminosa (lm/W) Pisos Halogeno	Eficacia Luminosa (lm/W) Subterráneo LED
PISO 12	100.50	8		5	470	3			
PISO 11	115.90	10	4	20	236	4			
PISO 10	117.40	11	4	20	236	5			
PISO 9	120.40	12	4	20	236	5			
PISO 8	123.00	12	4	20	236	5			
PISO 7	123.00	12	4	20	236	5			
PISO 6	123.00	12	4	20	236	5			
PISO 5	123.20	12	4	20	236	5			
PISO 4	123.20	12	4	20	236	5			
PISO 3	123.20	12	4	20	236	5			
PISO 2	123.20	12	4	20	236	5			
PISO 1	89.40	12	4	20	236	5			
Vestíbulo		17		5	470				
Información	63.99	20	14	20	236	1			
Sala Comunal		20	40	20	236	2			
Subterráneo - 1	665.00	93		9	806	32			
Subterráneo - 2	357.70	110		9	806	35			
TOTAL	2492.09	377	98	TOTAL	127		94	12	90

Tabla C4.3: Estado actual VEEI.

Zonas	ancho	largo	altura	# lámparas	flujo luminoso	K	área	factor mantenimiento	Reflectancia paredes	Reflectancia %cielo raso	Factor de uso	Em	Sup iluminada (m²)	Potencia total instalada (W)	VEEI (W/m²)
Piso 12	3	8.4	2.6	8	470	0.85	101	0.7	50	75	0.43	11.26	100.5	40	3.53
Piso 11	3	8.4	2.6	14	706	0.85	116	0.7	50	75	0.43	14.66	115.9	123	7.65
Piso 10	3	8.4	2.6	15	706	0.85	117	0.7	50	75	0.43	15.68	117.4	135	7.34
Piso 9	3	8.4	2.6	16	706	0.85	120	0.7	50	75	0.43	16.46	120.4	140	7.06
Piso 8 al 1	3	8.4	2.6	16	706	0.85	123	0.7	50	75	0.43	16.11	123	140	7.06
Vestíbulo Información	3	8.4	2.6	77	706	0.85	64	0.7	50	75	0.43	141.75	63.99	1265	13.95
Subterráneo - 1	3	8.4	2.4	93	706	0.85	665	0.7	50	75	0.43	33.93	665	837	3.71
Subterráneo - 2	3	8.4	2.4	110	706	0.85	358	0.7	50	75	0.43	74.61	357.7	990	3.71

Tabla C4.4: Catálogo de luminarias propuestas para iluminación en zonas comunes

REF LED, RETRO, BASE GX 5.3			
Marca	Código y Clave	Descripción	
Sylvania	MR16 450LM 830	5W, 3000K, 470 lm, 12V	
TOLEDO LED A60 DIM 9W 6500K, BASE E27			
Marca	Código y Clave	Descripción	
Sylvania	P26257-36	9W, 6500K, 806 lm, 120V	

Tabla C4.5: Estado actual de sensores, eficacia luminosa, dispositivos de apagado automático.

Zonas Comunes	m² de superficie iluminada	Nº Lámparas LED	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Nº Sensores	Eficacia Luminosa en Pisos LED (lm/W)	Eficacia Luminosa en (lm/W) Subterráneo LED
PISO 12	100.50	8	5	470	3		
PISO 11	115.90	10	5	470	4		
PISO 10	117.40	11	5	470	5		
PISO 9	120.40	12	5	470	5		
PISO 8	123.00	12	5	470	5		
PISO 7	123.00	12	5	470	5		
PISO 6	123.00	12	5	470	5		
PISO 5	123.20	12	5	470	5		
PISO 4	123.20	12	5	470	5		
PISO 3	123.20	12	5	470	5		
PISO 2	123.20	12	5	470	5		
PISO 1	89.40	12	5	470	5		
Vestíbulo		17	5	470			
Información	63.99	14	5	470	1		
Sala Comunal		20	5	470	2		
Subterráneo - 1	357.70	93	5	806	32		
Subterráneo - 2	665.00	110	5	806	35		
TOTAL	2492.09	475	TOTAL	127.00		94	90

Tabla C4.6: Estrategias en zonas comunes para cumplir con el VEEL.

Zonas	ancho	largo	altura	# lámparas	flujo luminoso	K	área	factor mantenimiento	Reflectancia %paredes	Reflectancia %suelo	Factor de uso	Em	Sup Iluminada (m²)	Potencia total instalada (W)	VEEL (W/m²)
Piso 12	3	8.4	2.6	8	470	0.85	101	0.7	50	75	0.43	11.26	100.5	40	3.53
Piso 11	3	8.4	2.6	14	706	0.85	116	0.7	50	75	0.43	17.09	115.9	70	3.53
Piso 10	3	8.4	2.6	15	706	0.85	117	0.7	50	75	0.43	18.08	117.4	75	3.53
Piso 9	3	8.4	2.6	16	706	0.85	120	0.7	50	75	0.43	18.80	120.4	80	3.53
Piso 8 al 1	3	8.4	2.6	16	706	0.85	123	0.7	50	75	0.43	18.40	123	80	3.53
Vestibulo Informacion	3	8.4	2.6	77	706	0.85	64	0.7	50	75	0.43	201.18	63.99	455	3.53
Subteraneo -1	3	8.4	2.4	93	706	0.85	665	0.7	50	75	0.43	33.93	665	837	3.71
Subteraneo -2	3	8.4	2.4	110	706	0.85	358	0.7	50	75	0.43	74.61	357.7	990	3.71

C5. Electrodomésticos

Tabla C5.1: Catálogo electrodomésticos Suite 103.

SUITE 103			
Electrodomésticos	Categoría	Especificaciones Técnicas	Fotos
REFRIGERADORA	A	Eficiencia energética A Sistema de enfriamiento y distribución de aire en refrigerador y congelador Línea Quartz Disponible en cromado	
COCINA	A	Eficiencia energética A 4 quemadores Encendido eléctrico Luz interior	
TERMOTANQUE A GAS	A	Gas Centralizado, Eficiencia energética A	
LAVADORA Y SECADORA	A	Eficiencia energética A Tipo de Display Electrónico LED Sistema de Lavado Xpert System Capacidad 13.00 kg Libras Secado: 37 Panel de Control: Digital Funcionamiento: Gas	

Tabla C5.2: Catálogo electrodomésticos Departamento 304.

DEPARTAMENTO 304			
Electrodomésticos	Categoría	Especificaciones Técnicas	Fotos
REFRIGERADORA	A	Eficiencia energética A Sistema de enfriamiento y distribución de aire en refrigerador y congelador Línea Quartz	
COCINA	A	4 quemadores Encendido eléctrico Eficiencia energética A	
TERMOTANQUE A GAS	A	Gas Centralizado, Eficiencia energética A	
LAVADORA	A	Eficiencia energética A Sistema "ONE TOUCH" Panel digital LED Sistema de Lavado rápido Capacidad 20.00 kg	
SECADORA	A	Eficiencia energética A Tipo de Carga: Frontal Libras Secado: 37 Panel de Control: Digital Funcionamiento: Gas	

Tabla C5.3: Catálogo electrodomésticos Departamento 705.

DEPARTAMENTO 705			
Electrodomésticos	Categoría	Especificaciones Técnicas	Fotos
REFRIGERADORA	A	Eficiencia energética A 717 litros cristal templado antiderrame Control de temperatura LED 4 Sensores de temperatura	
COCINA	A	Tablero de acero inoxidable Encendido electrónico en perillas, Eficiencia energética A	
TERMOTANQUE A GAS	A	Gas Centralizado, Eficiencia energética A	
LAVADORA	A	Tipo de Control Electrónico Touch Tipo de Display Electrónico Digital Sistema de Lavado Alta Eficiencia HE, bajo consumo de agua	
SECADORA	A	Eficiencia energética A Tipo de Carga: Frontal Libras Secado: 37 Panel de Control: Digital Funcionamiento: Gas	

C6. Ascensor

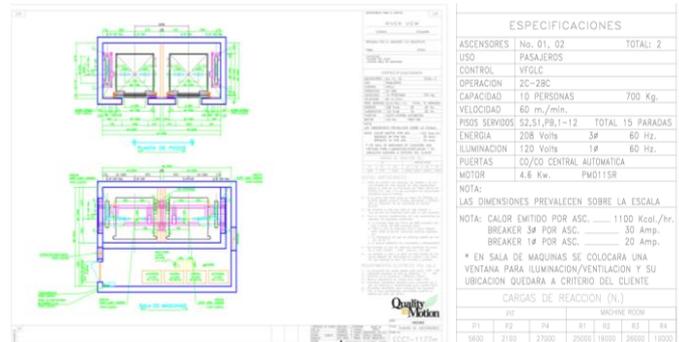


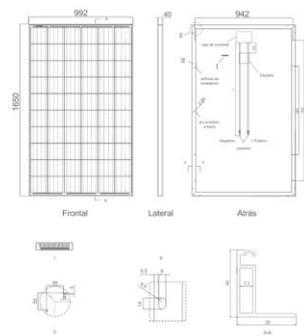
Figura C6.1: Especificaciones Técnicas, del ascensor.

	ASCENSOR ECOLIFT		ASCENSOR REDUCTOR 2V		ASCENSOR HIDRÁULICO	
	POTENCIA	CONSUMO	POTENCIA	CONSUMO	POTENCIA	CONSUMO
4 PERSONAS	2.2 KW	402 kWh	3.3 KW (+150%)	1.004 kWh (+250%)	7.7 KW (+350%)	2.231 kWh (+556%)
6 PERSONAS	3.1 KW	566 kWh	4.6 KW (+155%)	1.480 kWh (+258%)	9.5 KW (+306%)	2.782 kWh (+486%)
8 PERSONAS	4.6 KW	840 kWh	6.8 KW (+128%)	2.560 kWh (+210%)	11 KW (+239%)	3.187 kWh (+380%)

Figura C6.2: Características del consumo de un ascensor con motor eléctrico de 4.6kW

C7. Energía Renovable

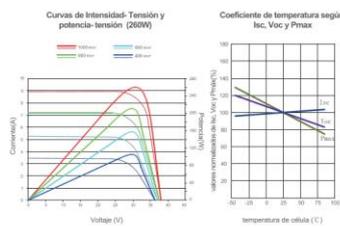
Dibujos técnicos



Embalaje

(Dos cajas = un pallet)
25 pzs./caja, 50 pzs./caja, 700 pzs./40'HQ contenedores

Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura



Características mecánicas

Tipo de célula	Policristalina 156x156mm (6 pulgadas)
Nº de células	60 (6x10)
Dimensiones	1650x992x40mm (65,00x39,05x1,57 pulgadas)
Peso	19,0kg (41,9 libras)
Vidrio frontal	3,2 mm, alta transmisión, bajo contenido en hierro, vidrio templado
Estructura	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexión	Clase IP67
Cables de salida	TUV 1x4,0 mm ² , longitud:900 mm

ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM25SPP		JKM26SPP		JKM28SPP		JKM27DPP	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia nominal (Pmáx)	255Wp	190Wp	260Wp	194Wp	265Wp	198Wp	270Wp	202Wp
Tensión en el punto Pmáx-VMPP (V)	30,8V	28,1V	31,1V	28,3V	31,4V	28,7V	31,7V	29,0V
Corriente en el punto Pmáx-IMPP (A)	8,28A	6,75A	8,37A	6,84A	8,44A	6,91A	8,52A	6,97A
Tensión en circuito abierto-VOC (V)	38,0V	35,0V	38,1V	35,1V	38,6V	35,3V	38,8V	35,6V
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	8,92A	7,22A	8,98A	7,26A	9,03A	7,31A	9,08A	7,35A
Eficiencia del módulo (%)	15,58%	15,89%	16,19%	16,19%	16,50%			
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C-+85°C							
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)							
VALORES máximos recomendados de los fusibles	15A							
Tolerancia de potencia nominal (%)	0-+3%							
Coefficiente de temperatura de PMAX	-0,40%/°C							
Coefficiente de temperatura de VOC	-0,30%/°C							
Coefficiente de temperatura de ISC	0,06%/°C							
TEMPERATURA operacional nominal de célula	45±2°C							

STC: Radiación 1000 W/m² Célula módulo 25°C AM=1.5
NOCT: Radiación 800 W/m² Ambiente módulo 20°C AM=1.5 Velocidad del viento 1m/s

Figura C7.1: Especificaciones del panel fotovoltaico
Fuente: Renova Energía, ECUADOR

Catálogo Comfort Lite® SUNblue®: Calentamiento de agua doméstica para hogares de 3 a 5 personas

INNOVATIVE ENERGIESYSTEME

Sistemas solares de calentamiento

Sobre la base de más de 30 años de experiencia e ingeniería distinta en el sector de la tecnología fotovoltaica, la empresa SUNSET es capaz de ofrecer a sus clientes soluciones óptimas e individuales en vista de los sistemas térmicos. Ofrecemos sistemas para el calentamiento del agua sanitaria y soporte a calefacción, como también sistemas de gran superficie y proyección individual.



Comfort Lite® SUNblue®

Calentamiento de agua doméstica para hogares de 3 a 5 personas

- Superficie colector: 5.02m2
- Acumulador volumen 300 litros
- Estación solar
- Control
- Estructura soporte

Equipos que incluye el sistema Comfort Lite®



INNOVATIVE ENERGIESYSTEME

Colector solar SUNSET blue®25

Nuestros sistemas generadores solares son óptimos maximizando el rendimiento energético con una relación calidad-precio perfecto. Hemos mejorado nuestro producto SUNSET-Premium. Gracias a la nueva técnica de conexión y a su reducido peso su manejo e instalación son más fáciles y rápidos.



El recubrimiento

Otro punto positivo de nuestro sistema pertenece al absorbedor, altamente seleccionado y compatible con el ambiente. Gracias a este sistema, el porcentaje de absorción de energía solar alcanza un 95%, con una emisión de sólo el 5%, referente a los materiales usados anteriormente como el níquel-cadmio, que absorbieron un 90% con una emisión del 10%. La producción de los colectores se realiza sin emisión de sustancias nocivas.

El absorbedor

La tubería está en un marco de conducción soldado por láser con el absorbedor, asegurando así una producción de calor a la temperatura más alta posible. La fijación innovadora del absorbedor se garantiza de una forma precisa y fiable, gracias a un separador flexible. La distancia definida entre el absorbedor y el vidrio mantiene un rendimiento alto y constante. Por lo tanto un contacto del absorbedor con el vidrio y el marco sería imposible.

Contenedor

El contenedor autoportante está hecho de aluminio y recubierto con polvo de plata. La cubierta posterior esta protegida con una plancha de aluminio estructurado de manera óptima contra daños mecánicos.

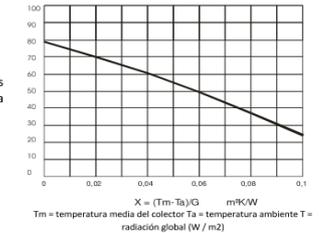
Aislamiento

El aislamiento se compone de 50 mm de lana mineral altamente compatible con el ambiente.

Vidrio

Se utiliza un vidrio solar de seguridad con un espesor de 3,2mm. Con un bajo contenido de hierro de sólo un 0,003%, el vidrio tiene una transparencia del 92%. A través un sistema prismático de reflexión hay una reducción de la dispersión de calor de los rayos solares. Para garantizar la resistencia a la rotura y la estabilidad, el vidrio es tratado térmicamente y es resistente a vientos de hasta 250km/h.

Curva de Eficiencia



Datos técnicos

Tipo de colector	SUNblue®25
Superficie del colector	2,51 m ²
Superficie de absorbedor	2,3 m ²
Longitud	2.160 mm
Ancho	1.150 mm
Profundidad	95 mm
Peso	39 kg
Contenido de agua	1,3 litros
Max. Presión de funcionamiento	10 bar
Max. Temperatura en funcionamiento	203 °C
Corriente de flujo	50 l/h pro m2 (low flow: 20 l/h)
Pérdida de presión	10 mbar
Garantía de funcionamiento (con excepción del vidrio)	10 años

Figura C7.2 Especificaciones del Colector Solar
Fuente: Renova Energía, ECUADOR

Cálculo para paneles solares térmicos

Tabla C7.1: Demanda de referencia a 60°C
Fuente: Código Técnico de la edificación CTE

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
	Valor	Unidad
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

(1) Los litros de ACS/día a 60°C de la tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética".

846 **Apéndice A • Propiedades termofísicas de la materia**

Tabla A.6 Propiedades termofísicas de agua saturada*

Temperatura (K)	Temperatura (°C)	Presión P (bars)	Volúmenes específicos (m³/kg)	Entalpías de saturación (kJ/kg)	Calor específico (kJ/kg·K)	Viscosidad (N·s/m²)	Conductividad (W/m·K)	Número de Prandtl	Tensión superficial (N/m)	Coefficiente de expansión térmica (K⁻¹)	Temperatura (°C)	
273.15	0	0.00611	1.000	2502	4.217	1.854	0.02	569	18.2	12.99	0.815	75.5
275	2	0.00697	1.000	2497	4.211	1.855	0.02	574	18.3	12.22	0.817	75.3
280	7	0.00990	1.000	2485	4.198	1.858	0.02	582	18.6	10.26	0.825	74.8
285	12	0.01387	1.000	2473	4.189	1.861	0.02	590	18.9	8.81	0.833	74.3
290	17	0.01917	1.001	2461	4.184	1.864	0.02	598	19.3	7.56	0.841	73.7
295	22	0.02617	1.002	2449	4.181	1.868	0.02	606	19.5	6.62	0.849	72.7
300	27	0.03511	1.003	2438	4.179	1.872	0.02	613	19.6	5.83	0.857	71.7
305	32	0.04712	1.005	2426	4.178	1.877	0.02	620	20.1	5.20	0.865	70.9
310	37	0.06221	1.009	2414	4.178	1.882	0.02	628	20.4	4.62	0.873	70.0
315	42	0.08132	1.009	2402	4.179	1.888	0.02	634	20.7	4.16	0.883	69.2
320	47	0.1053	1.011	2390	4.180	1.895	0.02	640	21.0	3.77	0.894	68.3
325	52	0.1351	1.013	2378	4.182	1.903	0.02	645	21.3	3.42	0.901	67.5
330	57	0.1719	1.016	2366	4.184	1.911	0.02	650	21.7	3.15	0.908	66.6
335	62	0.2167	1.018	2354	4.186	1.920	0.02	656	22.0	2.88	0.916	65.8
340	67	0.2713	1.021	2342	4.188	1.930	0.02	660	22.3	2.66	0.925	64.9
345	72	0.3372	1.024	2329	4.191	1.941	0.02	668	22.6	2.45	0.933	64.1
350	77	0.4163	1.027	2316	4.195	1.954	0.02	678	23.0	2.29	0.942	63.2
355	82	0.5100	1.030	2304	4.199	1.968	0.02	671	23.3	2.14	0.951	62.3
360	87	0.6209	1.034	2291	4.203	1.983	0.02	674	23.7	2.02	0.960	61.4
365	92	0.7514	1.038	2278	4.209	1.999	0.02	677	24.1	1.91	0.969	60.5
370	97	0.9040	1.041	2265	4.214	2.017	0.02	679	24.5	1.80	0.978	59.5
375	102	1.0813	1.044	2252	4.217	2.039	0.02	680	24.8	1.76	0.984	58.9
380	107	1.2869	1.048	2239	4.222	2.067	0.02	681	24.9	1.70	0.987	58.6
385	112	1.5233	1.053	2225	4.232	2.080	0.02	685	25.8	1.53	1.004	56.6
390	117											
395	122											
400	127											
405	132											
410	137											
415	142											
420	147											
425	152											
430	157											
435	162											
440	167											
445	172											
450	177											
455	182											
460	187											
465	192											
470	197											
475	202											
480	207											
485	212											
490	217											
495	222											
500	227											

Tabla C7.2: Propiedades termo físicas de la materia
Fuente: Fundamentos de transferencia de calor Frank P. Incropera, David P.DeWitt.

Tabla C7.3: Demanda de referencia a 60° para el número de personas.
Fuente: Código Técnico de la edificación CTE

Ocupación en un edificio de multifamiliares								
Nº de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	mas de 7
Nº de personas	1.5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

Tabla C7.4: Calculo de la demanda energética en MJ

Litros a m³	Usuarios unidad	Día X	Densidad del Agua kg/m³	Capacidad calorífica del agua J/kg·K	K	Total en Jules	TOTAL MJ
0.022	163	1	994.1	4178.5	46	685201961	685.201961

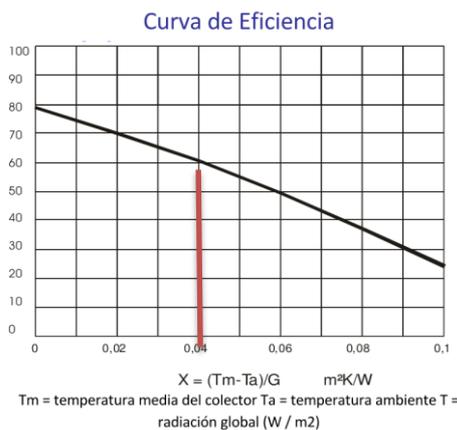


Figura C7.3: Curva de Eficiencia

Cálculo de Paneles Solares Fotovoltaicos

Tabla C7.5: Horas de uso ascensor 01 y 02, con el Programa Maintenance

NUMBER OF START	436	TIME	NUMBER OF START	305	TIME
NUMBER OF UP RELEVELING	1	TIME	NUMBER OF UP RELEVELING	0	TIME
NUMBER OF DOWN RELEVELING	1	TIME	NUMBER OF DOWN RELEVELING	0	TIME
TRAVEL TIME	2	Hr	TRAVEL TIME	2	Hr
RUNNING DISTANCE	7	730 Km	RUNNING DISTANCE	6	648 Km
NUMBER OF CAR LAMP LIGHTING	80	TIME	NUMBER OF CAR LAMP LIGHTING	97	TIME
CAR LAMP LIGHTING TIME	11	Hr	CAR LAMP LIGHTING TIME	10	Hr
NUMBER OF DOOROPENING BY STANDARD FLOOR	3F	151	NUMBER OF DOOROPENING BY STANDARD FLOOR	3F	119
NUMBER OF DOOROPENING BY GENERAL FLOOR	15F	9	NUMBER OF DOOROPENING BY GENERAL FLOOR	15F	12
NUMBER OF HOISTING ROPE BENDING	154	TIME	NUMBER OF HOISTING ROPE BENDING	123	TIME
NUMBER OF SDC OPERATION	536	TIME	NUMBER OF SDC OPERATION	458	TIME
NUMBER OF SR OPERATION	409	TIME	NUMBER OF SR OPERATION	362	TIME

Ascensor 01 (2 horas), Ascensor 02 (2 horas) = 4 horas al día
Potencia del ascensor es 4.6kW

Peso del ascensor 80.000N.

Es importante conocer cuantas personas usan el ascensor, por medio de observación directa es de 1 a 4 personas por subida o bajada, con este dato se obtiene lo siguiente: que el peso para subir o bajar a dos personas es 4.3Kw (ver Tabla C7.2), por lo tanto, como son dos la potencia total de los dos ascensores es 8.6Kw.

Tabla C7.6: Potencia del Ascensor con carga y sin carga.

Especificaciones	Potencia Ascensor
Potencia solo para subir o bajar sin personas	4.2Kw
Potencia solo para subir o bajar 2 personas	4.3Kw

Tabla C7.7: Potencia Total de luminarias LED en zonas comunes y exteriores

Especificaciones Luminarias LED	Potencia (W)	Cantidad	Potencia Total (W)
Ingreso	20	8	160
Pasillos	5	8	40
Jardines	5	4	20
Vestibulo, (Pisos 1 al 12), Sala Comunal	5	272	1360
Subterráneo -1 y -2	9	203	1827
Total		495	3407

C8. Rendimiento energético

GLP

Tabla C8.1: Cálculo de gas anual con el factor de ponderación 1m³ gas es igual a 11,70 kWh.

SUITE 103	mes kWh	anual kWh
1	m³	11.7
4.76	m³	X
		55.692
		668.304
DEPARTAMENTO 301	mes kWh	anual kWh
1	m³	11.7
12.63	m³	X
		147.81975
		1773.837
DEPARTAMENTO 705	mes kWh	anual kWh
1	m³	11.7
22.40	m³	X
		262.0215
		3144.258

Tabla C8.2: Cálculo de gas en m³ con el 40% de ahorro en ACS.

Especificaciones	103	301	705
Uso actual en m³ de GAS para cocina, secadora (mes)	0.96	5.43	12.25
Uso actual en m³ de GAS para ACS (mes)	3.80	7.20	10.15
Total del Gas (mes)	4.76	12.63	22.40
40% de reducción del GAS en m³ para ACS (mes) con el uso de paneles solares térmicos	1.52	2.88	4.06
Uso del GAS en m³ para el ACS con paneles solares térmicos	2.28	4.32	6.09
Total de Gas en m³ con la reducción del 40% en ACS	2.48	8.31	16.31

Apéndice D

Tabla D1: Ponderacion para el calculo final del estado actual y de las estrategias planteadas

ENERGÍA									
ESTANDAR/MEJORES SUPERIORES	FACTOR	ESTANDAR MEJORES SUPERIORES	VALORES		Estado Actual	Estrategias Planteadas			
			ESTANDAR MEJORES SUPERIORES	ESTANDAR MEJORES SUPERIORES					
A. Envoltente térmica					103	301	705		
A1. Orientación de la edificación	0.578	1805	5415	69.3842	312.987	312.987	312.987		
A2. Ganancias solares	0.422	1805	5415	69.3842	238.513	38.0853	38.0853		
B. Iluminación artificial					0	0	0		
B1. Iluminación interna	0.04	1256	3768	62.80	0	0	0		
B2. Iluminación externa	0.05	1256	3768	62.80	0	0	0		
B3. Iluminación en zonas comunes	0.05	1256	3768	62.80	0	0	0		
C. Electrodomésticos					50.6	50.6	50.6		
C1. Electrodomésticos	1	1012	3036	50.00	50.6	50.6	50.6		
D. Ascensor					13.83	13.83	13.83		
D1. Ascensor	1	4.01	13.83	13.83	13.83	13.83	13.83		
E. Espacios de estado					0	0	0		
E1. Espacios de estado	1	7.04	21.12	21.12	0	0	0		
F. Energías renovables y ACS					0	0	0		
F1. Energías renovables	0.555	1877	5631	77.14	0	0	0		
F2. Sistema eficiente de distribución de ACS	0.445	1877	5631	77.14	0	0	0		
G. Rendimiento energético					28.85	0	0		
G1. Demanda energética	1	2885	8655	14425	28.85	0	0		
TOTAL		100	300	450	147.43	133.81	133.81		
						367.92	335.44		
							267.75		