

**EVALUACION DE TECNOLOGIAS PARA EL AHORRO EN LOS SISTEMAS
HIDRAULICO Y DE ILUMINACION DEL EDIFICIO K DE LA UPB
BUCARAMANGA**

**AUTORES:
VICTOR ANTONIO MUÑOZ ANGARITA
REISON FERNANDO FLOREZ CEPEDA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIAS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
FLORIDABLANCA
2017**

**EVALUACION DE TECNOLOGIAS PARA EL AHORRO EN LOS SISTEMAS
HIDRAULICO Y DE ILUMINACION DEL EDIFICIO K DE LA UPB
BUCARAMANGA**

**AUTORES:
VICTOR ANTONIO MUÑOZ ANGARITA
REISON FERNANDO FLOREZ CEPEDA**

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

**DIRECTOR:
ING.MSc. ALDEMAR REMOLINA MILLAN**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIAS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
FLORIDABLANCA
2017**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Jurado 1

Jurado 2

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Patricia Angarita y Víctor Muñoz que con su ejemplo y enseñanzas me impulsaron siempre a ser una persona integral y a esforzarme por cumplir mis metas, brindándome toda su confianza y amor incondicional a lo largo de todas las etapas de mi vida, a mis hermanas y mi abuela que siempre estuvieron conmigo compartiendo y apoyándome en todo momento de necesidad.

Al Colegio Santa Isabel de Hungría, la Universidad Pontificia Bolivariana y especialmente a la facultad de ingeniería civil por brindarme la oportunidad de estudiar esta maravillosa profesión.

A todos los profesores y amigos con quienes tuve el gusto de compartir estos años y de quienes aprendí lecciones que nunca olvidare.

Al personal del departamento de planta física y a los ingenieros William Ibáñez y Ademar Remolina quienes amablemente colaboraron en la realización de este proyecto.

VICTOR A. MUÑOZ ANGARITA

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle a Dios por permitirme alcanzar esta nueva meta de muchas que me tiene trazadas, por siempre darme sabiduría en los momentos difíciles y el gozo en los momentos de felicidad. A mis queridos padres Reinaldo Florez y Luz Stella Cepeda por darme la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera, por brindarme apoyo a cada instante, por ser el motor de mi vida, gracias a ellos seré un profesional íntegro y lleno de valores. A mi hermana Chabely por ser mi apoyo en todo este proceso, sin la ayuda de mi familia nada de esto podría hacer posible.

A mi novia Andrea Nieto por ser mi acompañante fiel, mi consejera, y por brindarme tanto amor y apoyo en todo este proceso.

A mis compañeros y amigos que estuvieron presentes en este sueño y me acompañaron tanto los momentos buenos como los malos.

A mi compañero Victor Muñoz por ser mi amigo fiel en toda mi carrera y por ser parte de este gran proyecto que realizamos.

A mi director de proyecto de grado ingeniero Ademar Remolina por su continuo apoyo y entusiasmo.

A todos los trabajadores de la universidad y profesores que por medio de sus asesorías colaboraron con la realización de este proyecto, en especial al ingeniero William Ibáñez.

REISON FERNANDO FLOREZ CEPEDA

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCION	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GENERAL:	15
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:	15
3 MARCO LEGAL	16
3.1 ANTECEDENTES DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL	16
3.1.1 LEY 2811 DE 1974.....	16
3.1.2 CONSTITUCIÓN DE 1991	17
3.1.3 LEY 99 DE 1993	17
3.2 NORMATIVA PARA LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE	18
3.2.1 DECRETO 1077 DE 2015.....	18
3.2.2 DECRETO 1285 DE 2015.....	19
3.2.2.1 RESOLUCIÓN 549 DE 2015.....	20
3.3 INCENTIVOS PARA LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE.....	20
3.3.1 LEY 1715 DE 2014.....	20
3.3.1.1 BENEFICIOS ECONOMICOS.....	21
4 MARCO CONCEPTUAL	23
4.1 SOSTENIBILIDAD	23
4.2 DESARROLLO SOSTENIBLE	24
4.3 CONSTRUCCION SOSTENIBLE	27
4.3.1 PARAMETROS AMBIENTALES EN EDIFICACIONES SOSTENIBLES.....	28
4.3.1.1 LOCALIZACIÓN.....	28
4.3.1.2 MATERIALES	28
4.3.1.3 AGUA.....	29
4.3.1.4 ENERGIA	30
4.4 INSTITUCIONES QUE PROMUEVEN LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE..	30
4.4.1 WORLD GREEN BUILDING COUNCIL	31
4.5 CERTIFICACIONES.....	32
4.6 ESTRATEGIAS PARA EL AHORRO DE LA ENERGIA.....	35
4.6.1 LAMPARAS AHORRADORAS.....	35

4.6.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA	38
4.6.2.1 EL POTENCIAL DE LA ENERGÍA SOLAR EN BUCARAMANGA	42
4.7 ESTRATEGIAS PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL ALGUA.....	43
4.7.1 SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS	43
4.7.1.1 DISEÑO DE AGUAS LLUVIAS	46
4.7.2 APARATOS SANITARIOS AHORRADORES	48
4.7.2.1 SISTEMAS DE AUTOMATIZACION	48
4.7.2.2 PERLIZADORES.....	51
4.7.2.3 ORINALES SECOS.....	53
4.8 ELEMENTOS DE LA EVALUACION FINANCIERA	56
5 ANALISIS DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE EN COLOMBIA	57
6 DESCRIPCION DEL PROYECTO	60
7 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN	61
7.1 TIPOS DE LUMINARIAS.....	62
7.2 INVENTARIO DE INSTALACIONES.....	63
7.3 CALCULO DEL CONSUMO.....	64
8 ALTERNATIVAS PARA AHORRO DE ENERGIA.....	68
8.1 LUMINARIAS LED	68
8.1.1 EVALUACION ALTERNATIVA LED A LUMINARIAS TIPO 2.	68
8.1.2 EVALUACION ALTERNATIVA LED A LUMINARIAS TIPO 1.	71
8.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	73
8.2.1 CONSUMO DIARIO:	73
8.2.2 ELEMENTOS DEL SISTEMA:	74
8.2.3 GENERADORES	75
8.2.4 INVERSORES.....	75
8.2.5 INVERSION	76
9 PROYECCIÓN DE LA TARIFA DE ENERGÍA	76
10 EVALUACION FINANCIERA DE ALTERNATIVAS PARA EL AHORRO DE ENERGIA.....	80
11 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INSTALACIONES SANITARIAS.....	82
11.1 CALCULO DEL CONSUMO DE AGUA.....	83
11.1.1 POBLACION	83
11.1.2 DOTACION	84

12 ALTERNATIVAS PARA EL AHORRO DE AGUA	84
12.1 EVALUACION APARATOS AHORRADORES: ORINALES SECOS	84
12.2 EVALUACION APARATOS AHORRADORES: PERLIZADORES:	86
12.3 SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS	88
12.3.1 CALCULO DE LA OFERTA DE AGUA LLUVIA	88
12.3.2 ALMACENAMIENTO.....	91
12.3.3 ELEMENTOS DEL SISTEMA	92
12.3.3.1 INTERCEPTOR DE PRIMERAS AGUAS	92
12.3.3.2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	93
12.3.3.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS.....	93
12.3.4 EVALUACION DEL SISTEMA DE RECOLECCION AGUAS LLUVIAS	94
13 CALCULO DE LOS PORCENTAJES DE AHORRO	97
13.1 AHORRO DE ENERGIA	97
13.1.1 AHORRO POR LUMINARIAS LED.....	97
13.1.2 AHORRO POR PANELES SOLARES	98
13.2 AHORRO DE AGUA	99
13.2.1 AHORRO POR ORINALES SECOS.....	99
13.2.2 AHORRO POR PERLIZADORES	99
13.2.3 AHORRO POR RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS	99
14 CONCLUSIONES.....	100
15 RECOMENDACIONES	102
16 BIBLIOGRAFIA	103
17 ANEXOS	107

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Decretos que conforman la ley 2811 de 1974.....	16
Tabla 2: Composición del decreto 1285 de 2015.....	19
Tabla 3: Composición de la resolución 549 del 2015.....	20
Tabla 4: Radiación promedio en Bucaramanga.....	42
Tabla 5: Energía promedio anual.....	43
Tabla 6: Porcentajes de ahorro de Energía.....	58
Tabla 7: Línea base de consumo de agua.....	59
Tabla 8: Línea base de consumo de energía.....	59
Tabla 9: Formato para Inventario de unidades de luminarias 4 piso edificio K.	63
Tabla 10: Total de luminarias en el edificio k y consumo en una hora.....	64
Tabla 11: Formato de horas de uso por tipo de espacio.....	65
Tabla 12: Horas promedio de uso según el tipo de espacio.....	65
Tabla 13: Costo mensual de la energía según el tipo de uso en el edificio k.....	66
Tabla 14: Porcentajes de consumo y cantidad luminarias.....	66
Tabla 15: Porcentajes de consumo de cantidad de luminarias.....	67
Tabla 16 Comparativa de luminarias tipo 2 con alternativas led.....	70
Tabla 17: Comparativa de luminarias tipo 1 con alternativas led.....	72
Tabla 18: Horas de uso diarias por tipo de espacio.....	73
Tabla 19: Formato de horas de uso de luminarias por espacio en la semana.	74
Tabla 20: Consumo de energía día martes.....	74
Tabla 21: Análisis costos de paneles solares.....	75
Tabla 22: Análisis de costos de los inversores.....	76
Tabla 23: Inversión total para el sistema de generación de energía solar.....	76
Tabla 24: Histórico de tarifas de la energía en el campus UPB.....	77
Tabla 25: Proyección de tarifas de energía.....	79
Tabla 26: Índice de precios al consumidor 1999-2016.....	80
Tabla 27: Valor presente neto del costo de energía.....	81
Tabla 28: Inventario de aparatos sanitarios en el edificio K.....	83
Tabla 29: Alternativas al cambio de orinales.....	85
Tabla 30: Ahorro por uso de lavamanos.....	87
Tabla 31: Análisis del uso de perlizadores.....	88
Tabla 32: Precipitación promedio mensual Estación 2390700.....	89
Tabla 33: Potencial de ahorro de agua.....	90
Tabla 34: Presupuesto del interceptor de primeras aguas.....	92
Tabla 35: Presupuesto de Tanque de almacenamiento de agua.....	93
Tabla 36: Presupuesto planta de tratamiento de aguas lluvias.....	93
Tabla 37 Histórico de tarifas de agua.....	95
Tabla 38: Valor presente neto del costo de agua.....	96
Tabla 39: Ahorro por luminarias led.....	97
Tabla 40: Ahorro por luminarias led.....	98
Tabla 41: Producción real del sistema de energía solar.....	98

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Composición del decreto 1077 de 2015.....	18
Figura 2: Normas que regulan los incentivos.....	22
Figura 3: Etapas del proyecto y aplicación de incentivos.....	22
Figura 4: Concepto de sostenibilidad.....	23
Figura 5: Hitos del desarrollo sostenible.....	24
Figura 6: Concepto de desarrollo sostenible.....	25
Figura 7: Estructura de la construcción sostenible.....	27
Figura 8: Crecimiento de los consejos de construcción sostenible en el mundo ...	31
Figura 9: Parámetros de Evaluación según LEED.....	33
Figura 10: Parámetros de Evaluación según LEED.....	33
Figura 11: Parámetros de Evaluación según VERDE.....	34
Figura 12: Partes de una bombilla incandescente.....	35
Figura 13: Componentes de una bombilla fluorescente.....	36
Figura 14: Piezas de una bombilla LED.....	37
Figura 15: Comparativa entre bombillas led y lámparas incandescentes.....	38
Figura 16: Esquematación de sistema de energía solar fotovoltaica.....	39
Figura 17: Componentes del sistema de recolección de aguas lluvias.....	45
Figura 18: Componentes de un sistema de Fluxómetro Automático.....	49
Figura 19: Grifería con sensor para lavamanos.....	50
Figura 20: Perlizador.....	51
Figura 21: Estructura de un perlizador.....	52
Figura 22: Orinal seco con filtro tipo gel.....	54
Figura 23: Funcionamiento del cartucho para orinal seco Agua OFF.....	55
Figura 24: Proyección de emisiones de CO2 con y sin código.....	58
Figura 25: Proyectos con certificación LEED en Colombia.....	60
Figura 26: Ubicación del edificio k en el campus.....	61
Figura 27: Lámpara Fluorescente TL5.....	62
Figura 28: Lámpara Fluorescente F32.....	62
Figura 29: Lámpara LED 18w T8C.....	62
Figura 30: Lámpara Fluorescente Master.....	63
Figura 31: Porcentajes de consumo de cada tipo de luminarias.....	67
Figura 32: Porcentajes de consumo en los distintos espacios del edificio.....	68
Figura 33: Incrementos en las tarifas de energía 2013-2016.....	78
Figura 34: Inodoro tipo, edificio k.....	82
Figura 35: Orinal tipo, edificio k.....	82
Figura 36: Lavamanos tipo, edificio k.....	83
Figura 37: Precipitación promedio mensual.....	89
Figura 38: Potencial de ahorro.....	91
Figura 39: Curvas IDF estación la granja Piedecuesta.....	91
Figura 40: Proyección de la tarifa de agua.....	95

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Formato horas de uso de espacios del sótano	107
Anexo 2. Formato horas de uso de espacios del piso 1	107
Anexo 3. Formato horas de uso de espacios del piso 2	108
Anexo 4. Formato horas de uso de espacios del piso 3	109
Anexo 5. Formato horas de uso de espacios del piso 4	110
Anexo 6. Formato horas de uso de espacios del piso 5	111
Anexo 7. Formato horas de uso de espacios del piso 6	112
Anexo 8. Formato inventario de luminarias sótano	113
Anexo 9. Formato inventario de luminarias piso 1	114
Anexo 10. Formato inventario de luminarias piso 2	115
Anexo 11. Formato inventario de luminarias piso 3	116
Anexo 12. Formato inventario de luminarias piso 4	117
Anexo 13. Formato inventario de luminarias piso 5	118
Anexo 14. Formato inventario de luminarias piso 6	119
Anexo 15. Formato registro de población y horas del edificio K	120
Anexo 16. Tarifas de energía del 2013-2016	121
Anexo 17. Tarifas de agua del 2013-2016	122

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: EVALUACION DE TECNOLOGIAS PARA EL AHORRO EN LOS SISTEMAS HIDRAULICO Y DE ILUMINACION DEL EDIFICIO K DE LA UPB BUCARAMANGA

AUTOR(ES): REISON FERNANDO FLOREZ CEPEDA VICTOR ANTONIO MUÑOZ ANGARITA

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): ING MSC ALDEMAR REMOLINA MILLAN

RESUMEN

En el presente trabajo se enfoca en la evaluación de tecnologías que permitan el ahorro de agua y energía para aumentar el nivel de sostenibilidad de las edificaciones, se realizó un estudio de la evolución de la normatividad en el país en el tema de protección del medio ambiente y desarrollo sostenible con el fin de establecer las condiciones actuales de la industria, además se consultaron las distintas instituciones nacionales e internacionales que son líderes en el desarrollo y la regulación de este tipo de construcción, como lo son los consejos de construcción sostenible y las instituciones certificadoras como el LEED, esto permite visualizar el potencial de proyección de esta forma de ejecutar proyectos. Luego de analizar el estado actual del sector en Colombia se procedió a evaluar distintas tecnologías para el uso eficiente de recursos, mediante un estudio de mercado se seleccionaron las más óptimas, en el caso de la energía se propuso la implementación de luminarias led y la producción de energía solar, para el ahorro del agua se planteó el uso de aparatos sanitarios ahorradores y los sistemas de recolección y tratamiento de aguas lluvias, todas estas alternativas se evaluaron técnica y financiera mente para descubrir su potencial de ahorro de recursos y conocer su viabilidad económica.

PALABRAS CLAVES:

Construcción Sostenible, Normativa, Tecnologías, Ahorro, Evaluación.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: EVALUATION OF TECHNOLOGIES FOR SAVING IN THE HYDRAULIC AND LIGHTING SYSTEMS IN THE BUILDING K OF THE UPB BUCARAMANGA.

AUTHOR(S): REISON FERNANDO FLOREZ CEPEDA VICTOR ANTONIO MUÑOZ ANGARITA

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: ING MSC ALDEMAR REMOLINA MILLAN

ABSTRACT

the following work focuses on the evaluation of technologies that save water and energy to increase the level of sustainability of buildings, in first place we studied of the evolution of regulations in the country was held on the theme of environmental protection and sustainable development in order to establish the current conditions of the industry, also was investigate various of the national and international institutions that are leaders in the development and regulation of this type of construction, as are the green building councils and the certifications institutions as LEED, this allowed to visualize the potential projection of this form of implementing projects. After analyzing the current state of the sector in Colombia we proceeded to evaluate different technologies for efficient use of resources through market research we selected the most optimal, in the case of energy the implementation of LED luminaires and production of solar energy, and for the efficient use of water was proposed water-saving sanitary equipment's and collection systems and treatment of rainwater, all of these alternatives are technical and financial evaluated to discover their potential for saving resources and meet their economic viability .

KEYWORDS:

Sustainable Construction, Normative, Technologies, Savings, Evaluation.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1 INTRODUCCION

La industria de la construcción además de ser una de las mayores consumidoras de recursos naturales: madera, minerales, agua, energía, ocasiona un impacto permanente, los edificios en su vida útil son grandes consumidores de recursos como agua y energía, así como emisores de desechos, en la Unión Europea se estima que las edificaciones consumen un 40% de la energía total, son responsables de generar el 30% de las emisiones de CO₂ y, además, producen un 40% de los residuos humanos. [1]

En la actualidad esta industria se está orientando cada vez más hacia el desarrollo sostenible debido a las graves problemáticas ambientales que viven muchos países y obligan a las grandes ciudades a reducir los consumos de servicios como el agua y la energía ante la amenaza de escasez y racionamientos, los gobiernos de todo el mundo están tomando medidas que promuevan la construcción de edificaciones sostenibles como es el caso de Colombia, donde mediante la resolución 549 del 2015, se reglamentó el decreto 1285 definiendo los aspectos técnicos y legales que se tendrán en cuenta al momento de cumplir con los requisitos de ahorro de agua y energía.

Esta investigación se origina en la necesidad de actualizar y ampliar el conocimiento sobre construcción sostenible, para lo cual se revisó la evolución de su normatividad y su posible aplicación a nuestro contexto. Desde el punto de vista académico, Además, es una oportunidad para profundizar los conocimientos sobre aspectos ambientales, administrativos y constructivos en la implementación de materiales, técnicas y procesos que permitan la optimización del uso de recursos en edificaciones ya construidas con unas necesidades y dimensiones definidas.

De acuerdo a lo anterior, se presenta una evaluación de tecnologías para el ahorro de agua y energía del edificio k de la universidad pontificia bolivariana seccional Bucaramanga. Se llevará a cabo la estimación del consumo agua y de iluminación del edificio con el fin de obtener el gasto actual de la edificación. Posteriormente se analizan alternativas de ahorro tales como paneles solares, cambio de tipo de luminarias, sistemas de recolección de aguas lluvias, implementación de aparatos sanitarios ahorradores. Para que por medio de un análisis financiero se obtenga la información acerca de la inversión de las alternativas, su tiempo de retorno, su rentabilidad dando así a conocer el beneficio-costos de cada propuesta.

Finalmente se dan recomendaciones acerca de la implementación, porcentajes de ahorro y viabilidad financiera de las alternativas planteadas en el presente trabajo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar desde los aspectos técnicos y financiero tecnologías para el ahorro en los sistemas hidráulico y de iluminación del edificio k de la universidad pontificia bolivariana seccional Bucaramanga.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Analizar los sistemas de iluminación e hidráulico existentes del edificio k en los aspectos de consumo y funcionalidad.
- Evaluar las tecnologías seleccionadas que permitan ahorro en estos sistemas y estén disponibles en el mercado en términos de: eficiencia, ahorro y mantenimiento.
- Realizar el análisis financiero de las tecnologías propuestas y conjuntamente con la evaluación técnica se pueda determinar la más factible.

3 MARCO LEGAL

3.1 ANTECEDENTES DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL

3.1.1 LEY 2811 DE 1974

En 1972 se realizó el congreso de las naciones unidas en Estocolmo donde se aprobó la declaración internacional de los derechos ambientales estableciendo los los siguientes principios:

1. Todo hombre tiene derecho a un ambiente sano.
2. El derecho a equidad intergeneracional de los recursos de la biosfera.

Este puede considerarse el punto de partida de la legislación ambiental en Colombia ya que dio como resultado el Código de los recursos naturales y el medio ambiente planteado por el congreso de la república por medio del decreto ley 2811 en 1974, en este decreto se estableció que el ambiente es patrimonio del pueblo y el manejo de los recursos naturales debe estar orientado al beneficio común y el desarrollo social. [2]

Lo importante de este decreto fue la unificación de diversas disposiciones anteriores que se encontraban asiladas y esto las hacía muy poco eficientes, estas fueron:

Tabla 1. Decretos que conforman la ley 2811 de 1974.

LEY 2811 DE 1974	
DECRETO	REGLAMENTA
877 de 1976	Recursos forestales.
1337 de 1998	Educación ambiental.
1415 de 1978	Comisión conjunta de asuntos ambientales
1541 de 1978	Aguas no marítimas.
1608 de 1978	Fauna silvestre.
1741 de 1978	Áreas de recurso hidrobiológico.
1715 de 1978	Protección del paisaje.
2115 de 1978	Permisos de aprovechamiento forestal.
2104 de 1983	Residuos solidos
1594 de 1984	Uso del agua y vertimiento residuos líquidos.

Fuente: Propia.

3.1.2 CONSTITUCIÓN DE 1991

Durante la constituyente de principios de los noventa se retomaron muchos temas tratados en el código de recursos naturales y el medio ambiente, es considerada una constitución ecológica ya que consagro 49 artículos a la protección del medio ambiente además realizo avances en los conceptos de planificación y medio ambiente urbano orientando así hacia el desarrollo sostenible. [3]

Entre los artículos más destacados podemos encontrar los siguientes:

- Art 27: Derecho fundamental de la libertad de investigación.
- Art 58: La propiedad privada tiene una función ecológica
- Art 79: Derecho a un ambiente sano y la participación ciudadana en las decisiones que puedan afectarlo.
- Art 80: El estado debe garantizar el desarrollo sostenible.
- Art 87: la obligación de proteger las riquezas culturales y naturales de la nación.
- Art 333-334: El estado debe intervenir en la economía para preservar un ambiente sano. [2]

3.1.3 LEY 99 DE 1993

Basado en los resultados obtenidos por la cumbre de la tierra en rio 1992, se creó este proyecto legislativo que pretendía lograr las metas planteadas en la constitución mediante la organización de un sistema nacional ambiental definiendo un esquema de instituciones encargadas del medio ambiente del país, estableciendo así en orden jerárquico el ministerio del medio ambiente seguido por las corporaciones autónomas regionales y después las entidades territoriales, se crearon además los cinco institutos para el apoyo científico y tecnológico: El instituto de hidrología meteorología y estudios ambientales IDEAM, El instituto de investigaciones marinas y costeras “Jose Benito Vives de Andreis” INVEMAR, El instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt, el instituto amazónico de investigaciones científicas SINCHI y el instituto de investigaciones ambientales del pacifico.[3]

Este reorganizado sistema nacional ambiental SINA permitió la implementación de algunas herramientas como tarifas, sanciones y las licencias ambientales que controlan los lineamientos de sostenibilidad en cualquier actividad económica y producen resultados reales en la meta de alcanzar un desarrollo sostenible. [3]

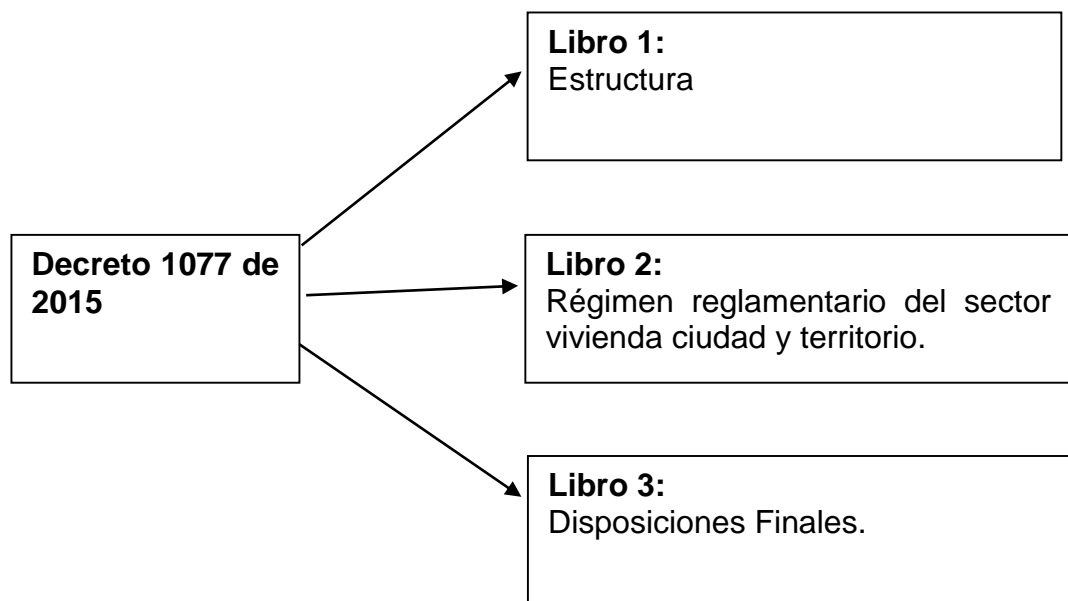
3.2 NORMATIVA PARA LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE

Como consecuencia del proceso de evolución de la legislación ambiental y el reconocimiento de la importancia de alcanzar un desarrollo sostenible se crearon políticas para orientar el desarrollo urbano de forma que se minimicen los impactos causados en su etapa de construcción, así como el gasto de recurso en su operación,

3.2.1 DECRETO 1077 DE 2015

Titulado decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio regula aspectos relacionados con los subsidios de vivienda, los elementos que conforman los planes de ordenamiento territorial, así como la implementación y el control del desarrollo territorial. [4]

Figura 1: Composición del decreto 1077 de 2015.



Fuente: Propia.

Si bien este decreto plantea avances importantes en cuanto a planeación y desarrollo sostenible de las urbes fue necesario una ampliación en la cual se contemplará lo referente a la construcción de proyectos sostenibles.

3.2.2 DECRETO 1285 DE 2015

Por el cual se modifica el decreto 1077 de 2015, decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio en lo relacionado a los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones.

Se decreta que a la parte 2 del libro 2 del decreto 1077 de 2015 tendrá un título 7 llamado Urbanización y construcción sostenible, organizado de la siguiente manera:

En la tabla siguiente se presenta un resumen del contenido del decreto. [5]

Tabla 2: Composición del decreto 1285 de 2015.

DECRETO 1285 DE 2015 "URBANIZACION Y CONSTRUCCION SOSTENIBLE"	
CAPITULO 1: CONSTRUCCION SOSTENIBLE	ART 2.2.7.1.1: Objeto, establece los lineamientos para la construcción sostenible para edificaciones.
	ART 2.2.7.1.2: Ministerio de vivienda, ciudad y territorio adoptara mediante resolución, los parámetros y lineamientos técnicos para la construcción sostenible en los aspectos de ahorro de agua y energía de las edificaciones los cuales deberán contener como mínimo lo siguiente: » % de ahorro de agua y energía según el clima y tipo de edificaciones. » Sistema de aplicación gradual según el numero de habitantes de los municipios. » Procedimiento para certificación de la aplicación de las medidas. » Procedimiento y herramientas para seguimiento y control en la implementación de las medidas. » Promoción de incentivos a nivel local para la construcción sostenible
	ART 2.2.7.1.3: Desarrollo de los tramites y herramientas de seguimiento de la implimetacion de las medidas de coostruccion sostenible.
	ART 2.2.7.1.4: El gobierno nacional promovera que los municipios establezcan incentivos en la implemtacion de la contruccion sostenible.
	ART 2.2.7.1.5: Los municipios en el ejercicio de sus competencias podran establecer medidas mas estrictas para la construccion sostenible desde que se tenga los soportes tecnicos de las mismas, se establezcan incentivos por el cumplimiento y se mantengan los condciones generales de la resolucion.
	ART 2.: Adicionese el siguiente numeral al art 2.2.6.1.2.3.6 del decreto 1077 de 2015.
	ART 3. Vigencia, el presente decreto rige apartir de su publicacion.

Fuente: propia.

3.2.2.1 RESOLUCIÓN 549 DE 2015

En ella se definen los aspectos técnicos y legales que se tendrán en cuenta al momento de cumplir con los requisitos de ahorro de agua y energía. [6]

A continuación, se presenta una tabla resumen del contenido de dicha resolución:

Tabla 3: Composición de la resolución 549 del 2015.

RESOLUCION 0549 DEL 10 DE JULIO DEL 2015	
CAPITULO 1: OBJETO Y AMBITO DE APLICACION.	ART 1: Objeto, establecer los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía.
	ART 2: Definiciones, construcción sostenible, medidas activas y pasivas, tipos de edificaciones, % ahorro, guía de construcción sostenible.
	ART 3: la aplicación se basa en el # de habitantes, >1.200.000 -> primer año tabla 1, después del primer año todos los municipios aplicaran la tabla 2, # de habitantes según el censo del DANE 2005
	ART 4: No constituye norma urbanística
CAPITULO 2: APLICACION DE LAS MEDIDAS, CERTIFICACION Y SEGUIMIENTO	ART 5: los % mínimos de ahorro para VIS y VIP son de optativo cumplimiento. Contiene: tabla 1, % de ahorro mínimo para el primer año; tabla 2, % de ahorro mínimo para el segundo año.
	ART 6: la zonificación climática se encuentra en el mapa de clasificación del clima en Colombia elaborada por el IDEAM.
	ART 7: certificación a la aplicación de medidas: -medidas activas: auto declaración de los % de ahorro a la entidad prestadora del servicio. -medidas pasivas: la firma del diseñador del proyecto constituye la certificación del cumplimiento.
CAPITULO 3: DISPOSICIONES FINALES.	ART 8: las disposiciones de la presente resolución aplicaran luego de la entrada en vigencia de la misma.
	ART 9: Anexo1 "Guía de construcción sostenible", Anexo 2 "Mapa de clasificación del clima"
	ART 10: incentivos. Responsabilidad que los municipios los establezcan.
	ART 11: los % de ahorro podrán ser actualizados cada 2 años.
	ART 12: seguimiento y control.
ART 13: esta resolución entra en vigencia al año siguiente a su publicación.	

Fuente: Propia.

3.3 INCENTIVOS PARA LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE

3.3.1 LEY 1715 DE 2014

Esta ley busca brindar beneficios económicos a quienes inviertan en proyectos de generación de energía eléctrica con sistemas renovables que cuiden el medio ambiente y disminuyan los impactos ambientales con respecto a la generación convencional, buscando así que los proyectos sean viables y sostenibles en el tiempo.

Mediante esta ley Colombia dio cumplimiento a los compromisos adquiridos tras la aprobación del estatuto de la agencia internacional de energías renovables (IRENA), organización que busca concientizar a las naciones de la importancia de investigar y desarrollar fuentes de energía renovables, además se dio la autorización a las industrias, empresas y personas naturales que generen mayor cantidad de energía de la que requieren vender o comercializar ese excedente según los parámetros estipulados por la CREG (comisión de regulación de energía y gas).[7]

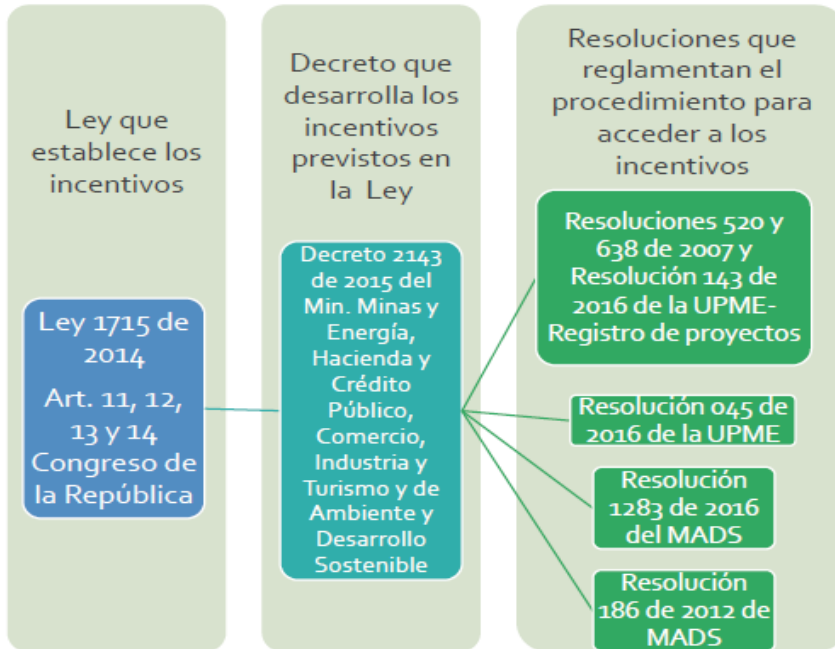
3.3.1.1 BENEFICIOS ECONOMICOS

- Declaración de renta: los obligados a declarar renta que realicen inversiones en generación de energía renovable tendrán derecho a deducir de su renta por los 5 años siguientes al año gravable el 50% del valor total de la inversión realizada, el valor a deducir en ningún caso podrá ser superior al 50% de la renta líquida del contribuyente y debe estar certificada por el ministerio del medio ambiente.
- Impuesto sobre el valor agregado: Los equipos, elementos, maquinaria y servicios nacionales o importados que se destinen a la inversión o pre inversión que se requieren en todas las etapas del proyecto de producción de energías renovables estarán exentas de IVA, para recibir este beneficio se debe presentar ante la UPME una lista con los equipo y servicios a utilizar.
- Incentivo Arancelario: los titulares de nuevas inversiones en proyectos de FNCE tendrán exención de aranceles respecto a la importación de maquinaria, equipos, materiales e Insumos.

Para aplicar a este beneficio se debe tener en cuenta que aplica para casos de ausencia de producción nacional y que la única forma de adquisición sea mediante importación.

- Depreciación acelerada: Los activos implementados en proyectos de generación de energías alternativas serán sometidas a depreciación acelerada logrando así una reducción en la contabilidad de la empresa. [7]

Figura 2: Normas que regulan los incentivos.



Fuente: Taller de los incentivos tributarios ley 1715 de 2014, UPME.

Figura 3: Etapas del proyecto y aplicación de incentivos.



Fuente: Taller de los incentivos tributarios ley 1715 de 2014, UPME.

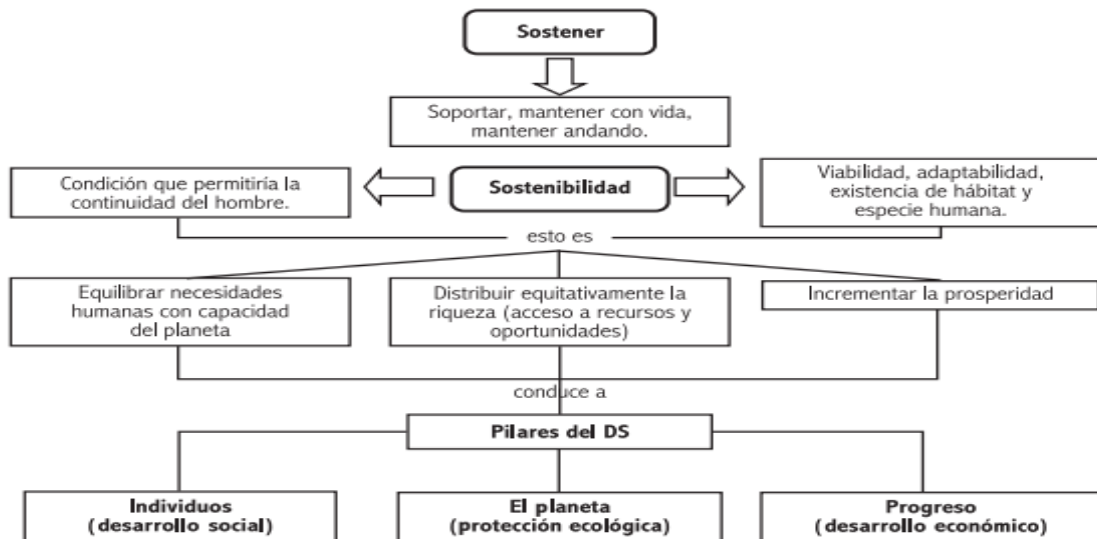
4 MARCO CONCEPTUAL

4.1 SOSTENIBILIDAD

El concepto de sostenibilidad tiene que ver con la “conservación de un valor a lo largo del tiempo que sirva para producir bienestar a la población actual y futura sin comprometer el medio ambiente”, por lo tanto, está conformada por una serie de condiciones que pretenden lograr un balance en los procesos productivos y la afectación a los ecosistemas con el fin de evitar la sobreexplotación de los recursos especialmente los no renovables. [8]

Desde el punto de vista ambiental la construcción es uno de los principales consumidores de espacio y recursos que además tiene efectos permanentes en todas sus etapas desde la afectación del hábitat al momento de su construcción hasta el constante gasto de recursos como el agua y la energía que implican el funcionamiento de una edificación.

Figura 4: Concepto de sostenibilidad.



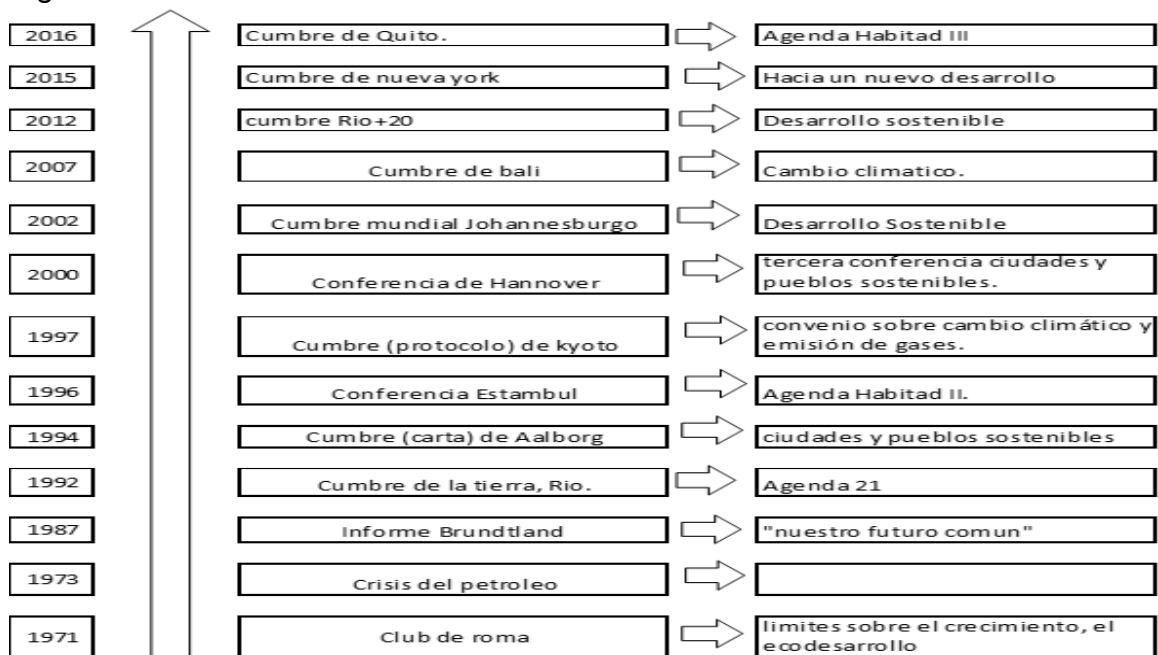
Fuente: *Pautas para una construcción sostenible en Colombia Bogotá – Cali – Medellín. Bogotá.*

4.2 DESARROLLO SOSTENIBLE

Este concepto fue popularizado por la comisión mundial para el medio ambiente y el desarrollo de la ONU en 1987 en el libro titulado “nuestro futuro común” mejor conocido como el informe brundtland, en este trabajo se analizó la situación del mundo en ese momento y se demostró que si se continuaban con las mismas políticas de sobreexplotación y crecimiento descontrolado las consecuencia serian devastadoras para el ambiente y expondrían a más personas a situaciones de pobreza y vulnerabilidad.[9]

Pero la importancia de este documento va mucho más allá de haber lanzado el concepto de desarrollo sostenible, en él se propusieron postulados de gran relevancia como lo son el reconocimiento de que la protección ambiental dejo de ser una tarea nacional o regional para convertirse en un problema global al cual todos debían aportar para detener la degradación, también señalo que debíamos dejar de pensar en el desarrollo y el ambiente como cuestiones separadas cuando en realidad son inseparables y sus causas vienen dadas tanto por la industrialización como por la pobreza luego se debe buscar un nuevo rumbo tanto para las naciones desarrolladas como para las que aún se encuentran en proceso.

Figura 5: Hitos del desarrollo sostenible

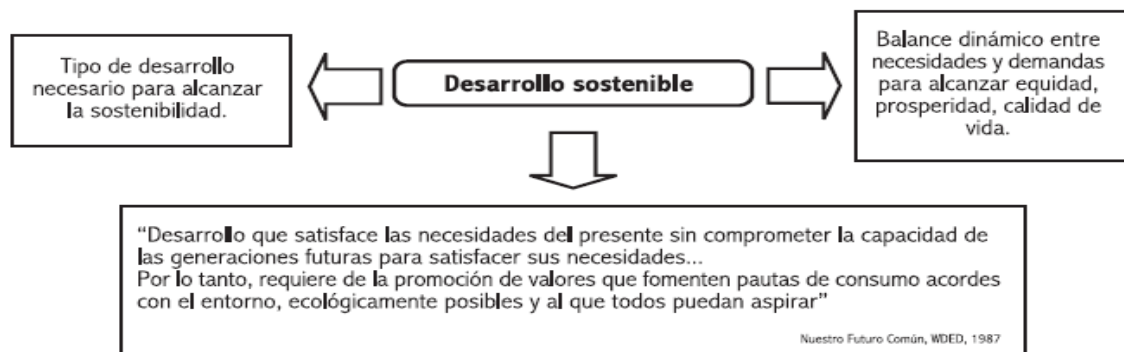


Fuente: *Pautas para una construcción sostenible en Colombia Bogotá – Cali – Medellín. Bogotá*

El desarrollo sostenible está íntimamente vinculado con el objetivo de la equidad intergeneracional. "El desarrollo sostenible reconoce la responsabilidad de cada generación de ser justa con la siguiente, mediante la entrega de una herencia de riqueza que no puede ser menor que la que ellos mismos han recibido. Alcanzar este objetivo, como mínimo, requerirá hacer énfasis en el uso sostenible de los recursos naturales para las generaciones siguientes y en evitar cualquier daño ambiental de carácter irreversible".[9]

En la actualidad el reconocimiento del desarrollo sostenible como el tipo de desarrollo que necesitamos promover para alcanzar un estado de sostenibilidad es una tendencia cada vez más aceptada en todo el mundo, resultando en esfuerzos por mantener un balance entre las necesidades y demandas de las personas que además sea ecológicamente posible, donde se definen límites ambientales a los modos de vida y las actividades socioeconómicas.

Figura 6: Concepto de desarrollo sostenible.



Fuente: *Pautas para una construcción sostenible en Colombia Bogotá – Cali – Medellín. Bogotá.*

Trabajar en el proceso para alcanzar el desarrollo sustentable implica avanzar simultáneamente en cinco dimensiones: económica, humana, ambiental, institucional y tecnológica. Esto propone un grande reto considerando que las características de este proceso varían dependiendo de las condiciones específicas de cada región o país.

- **Dimensión económica:** La actividad económica bajo la perspectiva de la sustentabilidad no puede seguir dando prioridad a las ganancias por sobre las consecuencias ambientales que generan los procesos., se debe avanzar para cambiar el paradigma como el de "el que contamina paga" por soluciones al problema de fondo como prevenir la contaminación. El mercado debe adaptarse y aprovechar a su favor y en favor del desarrollo sustentable

las oportunidades que genera el cambio de políticas y los nuevos procesos de producción donde prime la calidad sobre la producción masiva.

- **Dimensión humana:** El desarrollo sustentable se orienta a una mejor calidad de vida (superar la pobreza, satisfacer las necesidades básicas humanas e igualar los ingresos), reasignando los recursos económicos para atender estas necesidades. La reducción de la pobreza necesitará un crecimiento económico considerable, a la vez que desarrollo, pero las limitaciones ecológicas son reales y este mayor crecimiento de los pobres tiene que compensarse con una estabilización de la producción para los ricos. Asimismo, es de máxima importancia lograr la estabilidad demográfica, detener el sobreconsumo, y avanzar hacia la formación del capital humano y social.
- **Dimensión ambiental:** No es posible concebir el desarrollo ni la vida humana sin el sustento de la naturaleza. Los modelos de desarrollo están inevitablemente vinculados a lo ecológico y ambiental. En un modelo sustentable la utilización de los recursos naturales y energéticos nunca debe ser superior a la capacidad que tiene el medio de reestablecerlos, así como la producción de desechos tendría que estar condicionada a la capacidad de disponer de ellos de forma efectiva sin producir contaminación.
- **Dimensión institucional:** Un escaso nivel de representatividad de la población en las iniciativas y la acción del Estado así como un excesivo son insustentables. La sustentabilidad implica realizar progresos significativos en la política administrativa de las naciones, para estimular nuevas formas de organización y participación ciudadana para que prime el bienestar colectivo sobre el individual.
- **Dimensión Tecnológica:** La dimensión tecnológica implica dar prioridad a la búsqueda y el cambio hacia tecnologías más eficientes en el caso de los países industrializados y el desarrollo de tecnologías más eficientes y limpias en países en vías de rápida industrialización. Un claro ejemplo son las economías basadas en la agricultura, es necesario desarrollar tecnologías apropiadas y de pequeña escala para el incremento de la productividad agrícola que a su vez reduzcan los impactos y permitan conservar los ecosistemas.[10]

4.3 CONSTRUCCION SOSTENIBLE

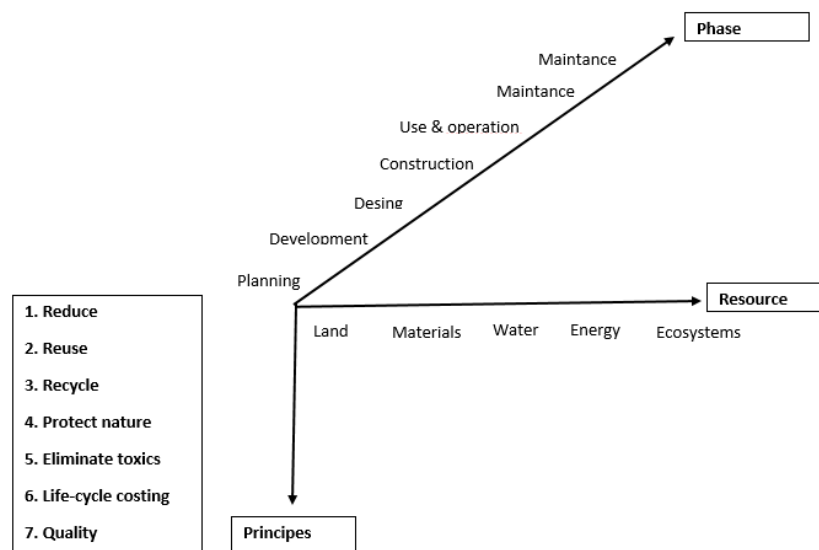
La contaminación de las ciudades no es netamente responsabilidad de las industrias y los sistemas de transporte, existe un factor que en ocasiones pasa desapercibido y es en el lugar en donde pasamos la mayor parte de nuestro tiempo, las edificaciones consumen entre el 20 y 50% de los recursos físicos, siendo una de las principales fuentes de deterioro del medio ambiente. [11]

A partir de estos grandes volúmenes de contaminación provenientes de todo el ciclo de las edificaciones surge el término de construcción sostenible como el avance de la industria de la construcción hacia un enfoque ambiental, buscando minimizar el consumo energético, la reutilización de los recursos y la interacción de los edificios con el entorno y consigo mismo.

Los aspectos a tener en cuenta para lograr la construcción sostenible son los siguientes [12]:

- Conservación de los recursos
- Reutilización de los recursos
- Utilización de recursos reciclables en la construcción
- Protección del medio ambiente
- Eliminación de contaminantes
- Gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas
- Concentración en la calidad

Figura 7: Estructura de la construcción sostenible



Fuente: The CIB Task Group 16(sustainable construction).

4.3.1 PARAMETROS AMBIENTALES EN EDIFICACIONES SOSTENIBLES

4.3.1.1 LOCALIZACIÓN

Hace referencia a la disposición que se le da al uso de suelo, lo cual busca dos aspectos importantes como lo menciona la guía básica de sostenibilidad de la escuela politécnica de Barcelona que son la no intervención de territorios nuevos y la readecuación y restauración de las zonas ya construidas con un enfoque ecológico.

En este aspecto la responsabilidad tiene un mayor direccionamiento a los entes gubernamentales, los cuales dan la disposición de usos de suelos en los planes de ordenamiento territorial.

4.3.1.2 MATERIALES

los materiales usados en la construcción en todo su ciclo de vida ocasionan gran afectación al medio ambiente desde su extracción hasta cuando termina su vida como residuos por tal motivo el planteamiento de la construcción sostenible radica en cuantificar y evaluar estos impactos con el fin de minimizarlos, los principales efectos que provocan estos materiales al medio ambiente son:

Consumo de energía
Producción de residuos solidos
Incidencia en el efecto de invernadero
Afectación en la capa de ozono

Con el fin de darle dimensionamiento al impacto ambiental que produce los materiales de construcción, para 1 metro cuadrado construido es necesario 2 toneladas de materiales, o que para la fabricación de los materiales de una vivienda convencional puede suponer el 33% del gasto energético de la misma durante 50 años [13].

Para lograr la disminución de los impactos ocasionados por los materiales es necesario abordar los siguientes aspectos según la guía básica sostenible:

- Eficiencia consumo de los materiales:
Replanteamiento métodos constructivos con el fin reducir la cantidad de material.
Aumento capacidad de reutilización de los materiales.
Incorporación de materiales reciclados en las edificaciones.
Incentivar en el estudio de durabilidad de los materiales.

- Gestión de materiales ecológicos:
uso de materiales que disminuyan el impacto ambiental.
Cambio de materiales y sistemas nocivos para el medio ambiente.

4.3.1.3 AGUA

El agua es uno de los aspectos de mayor importancia ya que es indispensable para la vida humana y es uno de los recursos que se ven más afectados por la construcción, el principal objetivo de la construcción sostenible es reducir la cantidad de agua que se consume en todas las etapas de vida de los edificios tales como: extracción de los materiales, transporte, construcción, mantenimiento y disposición de los residuos al final de su vida útil.

Una de las cifras alarmantes en el consumo de agua de las viviendas, es que el 80% del gasto de agua de las viviendas es únicamente para evacuar los residuos de la misma lo cual hace que tenga un gran impacto en el medio ambiente [13].

Por los motivos mencionados anteriormente el objetivo primordial de la construcción sostenible está relacionado con la reducción al máximo del consumo de agua y la conservación del ciclo natural de la misma, como lo menciona la guía básica de sostenibilidad los puntos a tener en cuenta son:

- Eficiencia en los aparatos e instalaciones hidráulicas:

Grifos, duchas e inodoros.

Aparatos electrodomésticos de bajo consumo.

Mayor eficiencia en riego.

- Reutilización de aguas disponibles en el edificio:

Reutilización de aguas negras y grises de la edificación.

Captación, almacenamiento de aguas lluvias.

- Mejora de la calidad de agua entregada al sistema:

Tratamiento previo de las aguas.

Uso de sistemas combinados de alcantarillado.

4.3.1.4 ENERGIA

La energía que se usa en las edificaciones tanto para su construcción como para el funcionamiento de la estructura representa uno de los más grandes retos para la reducción del impacto ambiental, ya que obtener este recurso implica grandes afectaciones al medio ambiente, desde la generación de energía por hidroeléctricas hasta la obtenida por la combustión de materiales fósiles.

El uso de energías renovables amigables con el medio ambiente ha tenido auge en los últimos años a su reducción de contaminantes en el proceso de generación de energía tales como: energía solar, energía Eólica, energía geotérmica entre otras.

Los aspectos analizar en esta etapa están enmarcados en la guía básica de sostenibilidad los cuales son:

- Eficiencia energética de la vivienda:

Grado de aislamiento térmico.

Eficiencia de aparatos e instalaciones.

- Uso de condiciones locales para la obtención de energía:

Inercia térmica.

Ventilación cruzada.

Iluminación natural.

Aprovechamiento de la energía solar ya sea de forma directa por medio de muros o ventanas, o de forma indirecta con la instalación de celdas fotovoltaicas.

4.4 INSTITUCIONES QUE PROMUEVEN LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE

Como resultado del proceso descrito de evolución del concepto de sostenibilidad al de desarrollo sostenible y el posterior reconocimiento de la construcción verde como el objetivo fundamental para alcanzarlo, en la actualidad es una tendencia mundial promovida principalmente por organizaciones o consejos de construcción sostenible.

Entre los objetivos de estos consejos se encuentran la capacitación de profesionales y técnicos, la investigación de tecnologías innovadoras en materia de ahorro de recursos y la promoción de implementación de políticas gubernamentales que incentiven el desarrollo de proyectos que sean considerados sostenibles en todos los sectores de la sociedad.

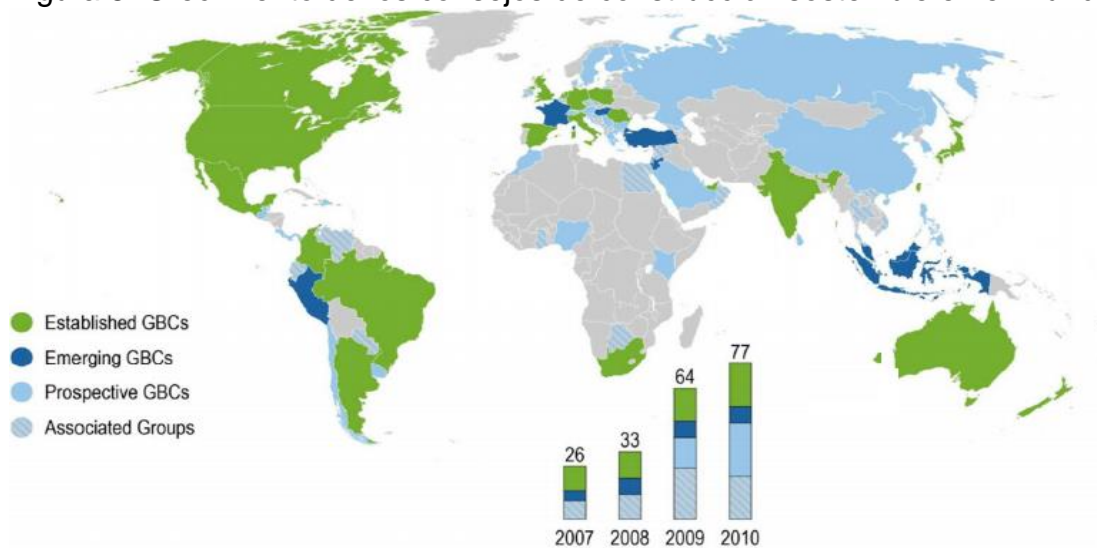
La institución pionera en construcción sostenible fue el American Green Building Council, fundado en 1993 es hoy en día un referente en muchos países que han adoptado modelos similares como el Consejo de Construcción Verde de España o el propio Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, todos mantienen los mismos principios de innovación en investigación y aplicación de tecnologías y normativas que generen cambios sociales para promover el cuidado del medio ambiente, también existen entidades como el Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE) que busca promover alianzas entre la industria, la academia y los estados para investigar soluciones tecnológicas que permitan el incremento en el ciclo de vida de los productos y el uso masivo de materiales reciclables o biodegradables.[14]

4.4.1 WORLD GREEN BUILDING COUNCIL

El Consejo Mundial de Construcción Verde es una red que conecta a todos los consejos nacionales en más de 100 países, esta es la organización más importante en materia de almacenamiento y transferencia de conocimiento en los temas de sostenibilidad, su principal función es transmitir las herramientas y estrategias a los consejos emergentes para que establezcan posiciones de liderazgo en la sociedad y la industria de la construcción.

El WGBC registra más de diez mil edificios con un billón de metros cuadrados de espacios considerados sostenibles construidos, demostrando así el potencial de la industria y su perspectiva de crecimiento. [14]

Figura 8: Crecimiento de los consejos de construcción sostenible en el mundo



Fuente: <http://www.worldgbc.org/index.php/worldgbc/about/>

El WGBC también es el encargado de organizar eventos como la semana mundial de la construcción sostenible donde conferencistas de todo el mundo exponen los últimos avances tecnológicos y los logros alcanzados en proyectos ecológicos, además son consultores en temas técnicos de organismos internacionales como naciones unidas para la promulgación de tratados en temas de desarrollo sostenible de las urbes.

4.5 CERTIFICACIONES

Las certificaciones son las evidencias de los logros alcanzados en un proyecto que busca ser considerado sostenible, son otorgadas por instituciones que siguiendo reglamentos establecidos por ellas en conjunto con los gobiernos y los consejos miden de forma cualitativa y cuantitativa diversos parámetros para así conocer con exactitud el nivel de sostenibilidad que se alcanzó.

La certificación no debe ser considerada el fin de un proyecto sostenible sino una prueba que reconoce el amplio trabajo multidisciplinario necesario para lograr mejorar las eficiencias en consumo de recursos así como la optimización de diversos procesos desde las etapas de diseño hasta la construcción y la operación del proyecto, entre las principales certificaciones podemos encontrar:

- LEED: Leadership in Energy and Environmental Design (LEED®) es un sistema de evaluación y estándar internacional desarrollado por el “U.S. Green Building Council” a finales de los 90 que busca promover la construcción de proyectos con altos índices de ahorro de recursos y eficiencia energética, actualmente es la más importante en certificación sostenible en el mundo con +424 millones de metros cuadrados certificados, +200,500 profesionales acreditados en LEED, en +155 países alrededor del mundo.[15,16]

Esta certificación se caracteriza por una realizar evaluación de la sostenibilidad de la edificación valorando su impacto en 5 áreas principales: emplazamiento sostenible, protección y eficiencia del agua, eficiencia energética y energías renovables, conservación de materiales y recursos naturales y calidad del ambiente interior.

El sistema LEED es un sistema lo suficientemente flexible como para poder aplicarse a cualquier tipo de edificación, tanto del sector terciario como residencial, los proyectos se puntúan en relación con un conjunto de créditos estándar y la suma de los puntos obtenidos determina el nivel de certificación: Certificado, Plata, Oro, Platino. [15]

Figura 9: Parámetros de Evaluación según LEED.



Fuente: leed, bream y verde; certificaciones que avalan el compromiso ambiental en la edificación.

- BREAM: Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM®) es un sistema de evaluación de la sostenibilidad en proyectos de construcción desarrollado por la BRE (Building Research Establishment) a principios de los 90 en el Reino Unido consiste en una ponderación de criterios que hacen parte de 9 categorías como sigue: gestión, salud y bienestar, energía, transporte, materiales, residuos, agua, uso del suelo y ecología, y contaminación.

Los resultados se traducen en una puntuación global del siguiente modo: Aprobado, Bien, Muy Bien, Excelente y Destacado, una particularidad del método es que para llevar a cabo el proceso de certificación es requisito imprescindible el uso de asesores acreditados por BRE.[16]

Figura 10: Parámetros de Evaluación según LEED.



Fuente: leed, bream y verde; certificaciones que avalan el compromiso ambiental en la edificación.

- VERDE: Es una metodología para la evaluación y certificación ambiental de edificios desarrollada por la Asociación GBC España, formula una serie de criterios y de reglas aceptadas para definir los límites y requisitos necesarios para que un edificio pueda obtener la Certificación GBC España –VERDE®.

El sistema de evaluación se basa en un método prestacional de acuerdo con la filosofía del Código Técnico de la Edificación y las Directivas Europeas, otorgando prioridad a los principios de bio-arquitectura y la construcción del edificio respetando el medio ambiente, para que compatible con el entorno y además presente altos niveles de confort y de calidad de vida para los usuarios.

Los criterios de evaluación están agrupados en diferentes áreas temáticas: selección del sitio, proyecto de emplazamiento y planificación, calidad del espacio interior, energía y atmósfera, calidad del servicio, recursos naturales e impacto socio económico. [16]

Figura 11: Parámetros de Evaluación según VERDE.



Fuente: leed, bream y verde; certificaciones que avalan el compromiso ambiental en la edificación.

4.6 ESTRATEGIAS PARA EL AHORRO DE LA ENERGIA

4.6.1 LAMPARAS AHORRADORAS

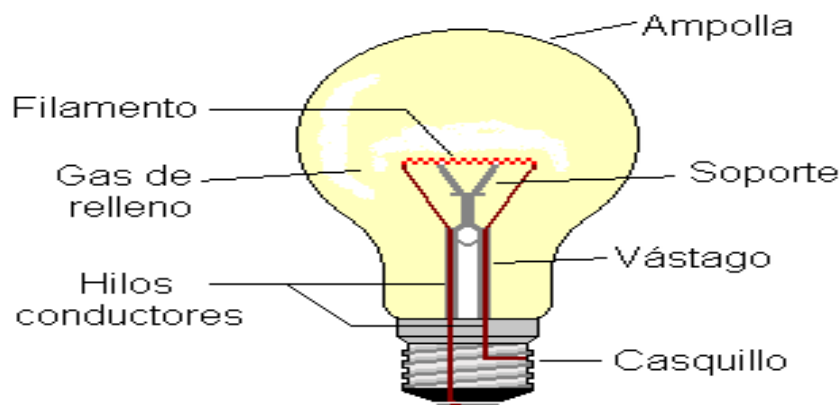
Las bombillas ahorradoras son el método más simple y eficaz para ahorrar energía, la lámpara compacta fluorescente, conocida como bombillo ahorrador, se introdujo al país a finales de los 90 como una tecnología costosa que la ponía fuera del alcance de la mayoría de los hogares y además presentaba algunos defectos de funcionamiento como encendido lento o parpadeos contantes además no existía variedad de diseños y todos estaban limitados a una tonalidad de luz blanca.

Afortunadamente, hoy todo eso ha cambiado. Ahora, las nuevas tecnologías han superado estos problemas y ofrecen reducciones más significativas en la factura de energía y en la cantidad de CO₂ emitida en la producción de energía. Por esto, son reconocidos en el mundo entero como un método efectivo para disminuir la contaminación y preservar el medioambiente. [17]

A grandes rasgos, en el mercado existen tres tipos de tecnologías para la iluminación eléctrica:

1. Los focos Incandescentes o de Bombilla: son aquellos que comienzan a calentarse a través de un filamento de tungsteno por donde recorre la electricidad, hasta llegar a una resplandecencia que produce la luz. En esta bombilla la electricidad se utiliza un 70% de la energía recibida en producir calor y solo un 30% en recibir iluminación; [18]

Figura 12: Partes de una bombilla incandescente.



Fuente: <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/lincan.html>

2. Los focos Fluorescentes: están compuestos de entre 4 y 5 miligramos de mercurio que les ayuda a producir la luz ultravioleta cuando pasa la electricidad haciendo posible la luz visible.

Funcionan de forma parecida a los fluorescentes de tubo de toda la vida y tienen una serie de ventajas, a parte de su bajo consumo:

Son frías, no emiten la misma cantidad de calor que las tradicionales.

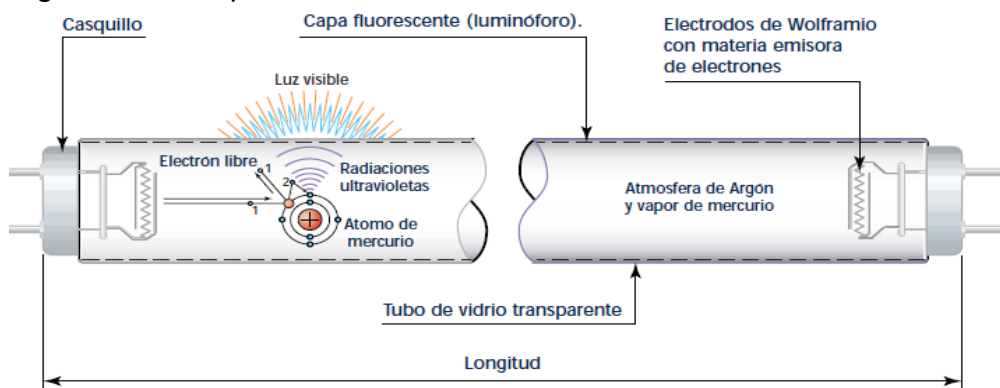
Utilizan entre un 50 y un 80 por ciento menos de energía produciendo la misma cantidad de luz.

Son más caras, pero también duran más.

Su mayor inconveniente es que contiene un gas con una pequeña porción de mercurio que la convierte en un residuo peligroso, además de no poderse desechar en la basura sino que tienen que ser entregadas en puntos especiales para su reciclaje.

Para iluminar una habitación se necesita un foco de 100 Watts de los incandescentes mientras que con los focos fluorescentes o Ahorradores se necesita uno de 20 Watts, es decir 80% menos energía para producir la misma iluminación. Los focos incandescentes duran unas 1,000 horas a diferencia de los focos ahorradores que llegan a durar 8,000 horas.[18]

Figura 13: Componentes de una bombilla fluorescente.



Fuente: <http://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion>.

3. Los Focos Light Emitting Diode (Focos Led): tienen un semiconductor inorgánico recubierto por una resina epoxi transparente, el cual está unido a dos terminales: cátodo y ánodo (negativo y positivo respectivamente). Al momento de pasar la electricidad se produce un efecto denominado electrolumiscencia dando origen a la luz.

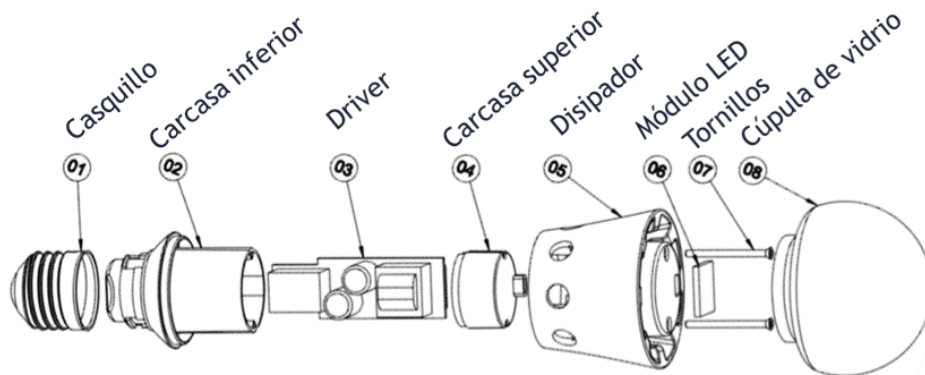
La principal ventaja de los focos, es que dura mucho y consume poca energía, se estima que tienen una duración de 70.000 horas o lo que es lo mismo, dura 70 veces más que un foco tradicional, por lo que aunque su precio sea más elevado, queda claro que su duración lo compensa. [19]

Algo más a tener en cuenta, es la reducción de emisión de calor que producen las bombillas; mientras un foco normal emite una cantidad considerable de calor, lo que incrementa la temperatura de nuestros hogares, las bombillas LED transforman un gran porcentaje de su energía en luz cercano al 95% y sólo un pequeño porcentaje en calor menor al 5%.

La gran diferencia de las lámparas o focos LED con respecto a la ahorradora (fluorescente), es que no contienen elementos tóxicos y no necesitan tiempo para calentarse, alcanzando un 100 por cien de rendimiento desde el momento que se encienden, además de que son reciclables. [19]

Otra de las virtudes de esta forma de iluminación es que pueden permanecer encendidas por periodos largos de tiempo y encenderse y apagarse de forma repetida, esto no afecta ni a su rendimiento ni a su vida útil.

Figura 14: Piezas de una bombilla LED.



.Fuente: <http://www.ledandcolors.com/blog/como-es-una-lampara-led/>

Aparte de la energía empleada otro factor fundamental al momento de evaluar la eficiencia de un dispositivo de iluminación es la emisión de luz cuya unidad de medida es el lumen (lm), a continuación observamos una comparativa entre las bombillas led y las lámparas incandescentes donde podemos apreciar que la energía rinde 5 veces más en una bombilla led. [20]

Figura 15: Comparativa entre bombillas led y lámparas incandescentes.

Emisión de luz	 Baleno Led	 Lámpara incandescente
150 Lumen	3 Watt	15 Watt
250 Lumen	4.5 Watt	25 Watt
400 Lumen	6.5 Watt	40 Watt
500 Lumen	10 Watt	50 Watt
600 Lumen	12 Watt	60 Watt
1200 Lumen	20 Watt	100 Watt

Fuente:<http://balenolights.com/sp/index.php?option=com>

Otro aspecto importante es el color de la luz conocido como temperatura de color y medida en grados kelvin es importante al momento de definir el uso que se pretende dar a la luminaria por ejemplo para un ambiente hogareño conviene usar un color blanco cálido de unos 2.800 K, pero para ambientes de trabajo donde se requiere la mayor claridad posible se debería usar un blanco brillante de 5.000. [20]

4.6.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Un componente fundamental en la producción futura de energías renovables es la solar fotovoltaica, que convierte la luz del sol en energía eléctrica, sin consumo de recursos no renovables y sin producir grandes alteraciones en el medio ambiente, además no genera basuras ni daña la salud; el sol nos ofrece la posibilidad de combatir el cambio climático y el agotamiento de los recursos naturales.

En estos sistemas la luz del sol se transforma directamente en energía eléctrica en las llamadas células solares o fotovoltaicas, constituidas por un material semiconductor, como, por ejemplo, silicio. Al incidir luz sobre estas células se origina una corriente eléctrica debido al efecto fotovoltaico, cada célula solar se comporta casi como una batería, la luz solar recibida separa los electrones de modo que forman una capa de carga positiva y una de carga negativa en la célula solar; esta diferencia de potencial genera una corriente eléctrica. Aunque el rendimiento de este proceso es muy pequeño, pues en el mejor de los casos solo un 25% de la

energía luminosa se transforma en eléctrica, cada célula da lugar a una tensión de aproximadamente 0,6 V. [21]

Cuanta más luz del sol reciba una célula, más será la potencia de corriente eléctrica generada; para aumentar dicha potencia, se combinan varias células y se conectan formando un panel solar; estos paneles a su vez se pueden conectar entre sí para aumentar aún más la potencia, a esto se le conoce como planta fotovoltaica, la potencia máxima de una planta fotovoltaica en teoría es ilimitada conectando un número indefinido de paneles solares. En la práctica, la potencia máxima de la instalación se calcula con base a la radiación solar del lugar, las necesidades de energía eléctrica del usuario y la superficie disponible para la instalación de los paneles solares. La potencia máxima de una instalación fotovoltaica se indica en kilovatios pico (kWp) o megavatios pico (MWp).

La electricidad producida se almacena en los acumuladores, de forma que se pueda usar en cualquier momento, y no sólo durante las horas de sol. El sistema de acumulación debe estar diseñado para que siga funcionando incluso en periodos de mal tiempo, en los que la radiación solar disminuye. [21]

Figura 16: Esquematación de sistema de energía solar fotovoltaica.



Fuente: *Ene energías renovables*, (2008).

La energía eléctrica producida por una planta solar fotovoltaica puede ser utilizada en dos tipos de instalaciones:

1. Instalaciones FV para autoconsumo en paralelo a la red

Las instalaciones solares fotovoltaicas de conexión en paralelo a la red tienen la capacidad de trabajar en intercambio con la red eléctrica existente, en la práctica,

durante las horas de luz solar el usuario consume de forma instantánea la energía solar producida por su propias instalaciones, mientras que cuando no hay luz solar o ésta no sea suficiente, o si el usuario requiere más energía eléctrica de la que la planta solar está en capacidad de proveer, será la red eléctrica la que garantizará el abastecimiento de la energía eléctrica necesaria.

Por otro lado, si ocurre que la instalación solar produce más energía que aquella requerida por el usuario, esa energía solar no utilizada puede ser cedida a la red, en este caso se habla de transferencia del "excedente" a la red eléctrica local, que puede traducirse en

La configuración básica de una planta solar fotovoltaica conectada en paralelo a la red eléctrica convencional consiste en:

El generador fotovoltaico: constituido por los varios módulos fotovoltaicos junto con los cables eléctricos que los unen, los equipos eléctricos y los elementos de soporte y fijación.

Los inversores: son equipos electrónicos capaces de transformar la energía eléctrica proveniente del generador fotovoltaico de corriente continua en alterna, con niveles de tensión y frecuencia adecuada para operar en paralelo con la red eléctrica convencional y para ser utilizada por aparatos de consumo, electrodomésticos y/o equipos de instalaciones en general. [22]

2. Instalaciones FV aisladas de la red eléctrica

Estas instalaciones se emplean en aquellos lugares en los que no se tiene acceso a la red eléctrica o resulta más económico instalar un sistema fotovoltaico que tender una línea entre la red y el punto de consumo o en los que no es posible técnicamente y económicamente una interconexión. La electricidad generada en estos casos se destina totalmente a autoconsumo.

Las principales aplicaciones de los sistemas aislados son:

- Electrificación de viviendas, escuelas, centros de salud, albergues y otros edificios.
- Electrificación de proyectos mineros, fincas y otras actividades productivas aisladas
- Alumbrado público
- Conservación y transformación de alimentos, aplicaciones agropecuarias y ganaderas
- Bombeo y tratamiento de aguas
- Antenas de telefonía aisladas de la red
- Señalización y comunicaciones [22]

Los sistemas aislados, deben ser equipados con sistemas para la acumulación de la energía producida. La acumulación es necesaria porque el campo fotovoltaico puede proporcionar energía sólo en las horas diurnas, mientras que a menudo la mayor demanda por parte del usuario se concentra en las horas de la tarde y de la noche. Durante la fase de insolación es necesario prever una acumulación de la energía no utilizada, que es proporcionada a la carga cuando la energía disponible por el sol es reducida e incluso nula. También para las plantas destinadas a comunidades, sistemas de tratamiento agua, u otros usos, resulta necesario poder disponer de un planta diésel de respaldo.

La configuración básica de las instalaciones aisladas de la red eléctrica está compuesta por:

El generador fotovoltaico constituido por los varios módulos fotovoltaicos junto con los cables eléctricos que los unen, los equipos eléctricos y los elementos de soporte y fijación.

Las baterías que son los elementos encargados de acumular la energía entregada por los paneles durante las horas de mayor radiación para su aprovechamiento en las horas de baja o nula insolación. Las baterías para uso fotovoltaico tienen que cumplir los siguientes requisitos: bajo valor de auto descarga, larga vida útil, bajos requerimientos de mantenimiento y elevado número de ciclos de carga-descarga. La tecnología actual permite usar específicas baterías solares de plomo ácido de larga duración.

Los inversores tradicionales que son equipos electrónicos capaces de transformar la energía eléctrica proveniente del generador fotovoltaico de corriente continua en alterna, necesaria para la alimentación directa de los usuarios.

El regulador tradicional que controla la carga de la batería evitando que se produzcan sobrecargas o descargas excesivas que disminuyen su vida útil. [22]

Estos equipos tradicionales arriba mencionados son hoy considerados como un elementos obsoletos y poco versátiles que pueden ser sustituidos con un único equipo multifuncional de última tecnología más avanzada que es un equipo inteligente para la gestión automática de la planta solar, desarrolla la función de administrar de manera óptima y estable el sistema eléctrico y las diferentes formas (individuales o híbridas) de generación de energía que lo conformen:

- Solar fotovoltaica (o fotovoltaica + otra fuente de energía)
- Baterías
- Planta diésel o red eléctrica de respaldo [22]

4.6.2.1 EL POTENCIAL DE LA ENERGÍA SOLAR EN BUCARAMANGA

Colombia al encontrarse sobre la línea del ecuador recibe los rayos del sol más directamente durante todo el año librándose del efecto de balanceo de la tierra que cambia la incidencia del sol en los hemisferios norte y sur creando estaciones con intensidad solar baja, esta condición la hace atractiva para la producción de energía solar fotovoltaica.

Para la generación de energía solar es fundamental conocer el Factor HSP (PSH – Peak Sun Hours) que corresponde al número equivalente de horas al día que presentan un nivel de radiación constante de 1000 W/m² necesarios para la producción de energía [23].

Para el caso de Bucaramanga, según el atlas de radiación solar del ideam se encuentra en una zona con radiación solar entre 3,5 a 5 kWh/m² y posee una medida promedio diaria según las medidas tomadas en cuatro estaciones meteorológicas de 4,6 kWh/m², por tanto el HSP equivale a 4,6. [24, 25].

Tabla 4: Radiación promedio en Bucaramanga.

Estación	Año	Radiación Prom. [kWh/m ²]	Radiación Máx. [kWh/m ²]	Radiación Mín. [kWh/m ²]
E1	2009	4,99	7,63	1,63
	2010	5,16	9,43	1,19
	2011	6,07	11,3	1,63
E2	2011	4,51	6,74	1,33
	2012	4,68	6,85	1,71
E3	2010	4,31	7,18	0,91
	2011	4,62	7,23	1,28
	2012	4,69	7,15	1,77
E4	2011	4,60	6,93	1,63

Fuente: Evaluación del potencial solar y eólico del campus central de la universidad industrial de Santander y la ciudad de Bucaramanga.

Según estudios de eficiencia de producción se considera atractivo para la producción de energía un valor de HSP mayor a 3,[26] además según el atlas de distribución del brillo solar del ideam esta radiación se encuentra en su pico máximo en promedio 5 horas al día el 87,5% de los días.[27]

A continuación, se muestran los registros de la energía recibida de la radiación solar en las cuatro estaciones meteorológicas principales en el periodo comprendido entre los años 2009-2012.

Tabla 5: Energía promedio anual

Estación	Año	Energía anual promedio [kWh/m ²]
E1	2009	1722,2
	2010	1734,0
	2011	2016,7
E2	2011	1646,2
	2012	1715,1
E3	2010	1553,5
	2011	1673,7
	2012	1698,5
E4	2010	1186,6

Fuente: Evaluación del potencial solar y eólico del campus central de la universidad industrial de Santander y la ciudad de Bucaramanga.

De acuerdo a estos datos con un promedio cercano 1700 kWh/m² el recurso estimado corresponde al 77,6% del registrado en la Guajira según el Atlas de la Radiación Solar de Colombia (2 190 kWh/m²), zona con los mejores registros del país, Luego encontramos que en Bucaramanga existe un potencial importante para la explotación de este recurso energético.

4.7 ESTRATEGIAS PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL ALGUA

4.7.1 SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS

Hoy en día el mundo le está apostando a los diferentes sistemas que ayuden a reutilizar y ahorrar los recursos hídricos puesto que en los últimos años el agotamiento de este recurso se ha hecho más evidente, por tal motivo el sistema de recolección de aguas lluvias es uno de los mecanismos más usados para ayudar con esta problemática.

La recolección de aguas lluvias consta básicamente de tres componentes: captación, conducción y almacenamiento siendo este último el corazón del sistema, ya para el diseño de este depende de varias variables tales como: ubicación del proyecto, respecto a la situación hidrológica de la zona; condiciones propias del

diseño, como el tipo de cubiertas, la ubicación del tanque; hasta la demanda de agua, que depende del uso, número de habitantes y aparatos para la edificación.

Colombia por su ubicación geográfica es apropiada para la implementación de sistemas de aguas lluvias ya que por encontrarse en la línea ecuatorial es privilegiada en producción de agua, (entre 500 y 5.000 milímetros anuales dependiendo de la región), lo que indica que se podrían recoger hasta 5.000 litros por metro cuadrado cada año [28].

Como lo mencionan M Reyes y J Rubio los principales beneficios y desventajas que presenta el aprovechamiento de aguas lluvias son:

Beneficios:

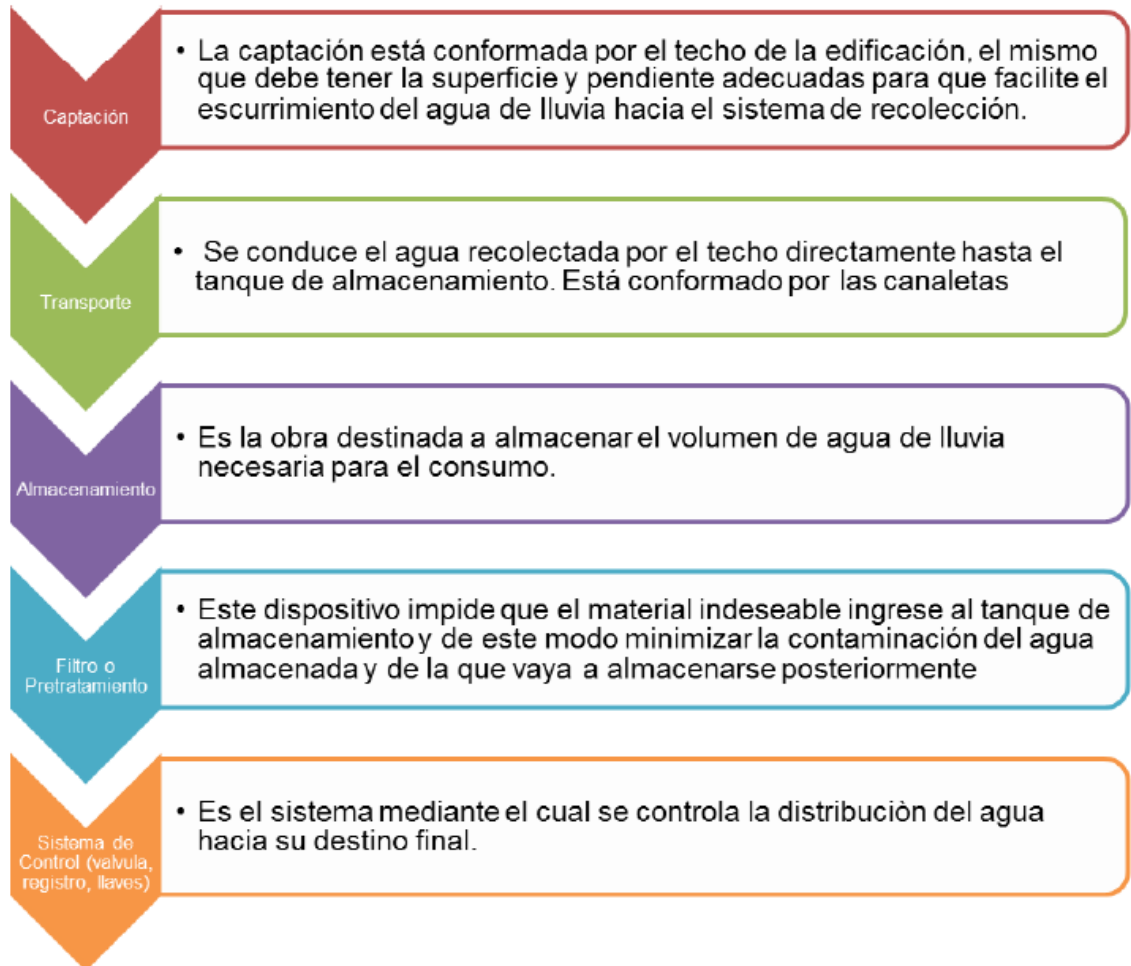
- La calidad físico-química del agua lluvia es alta.
- Requiere poca frecuencia de mantenimiento.
- Sistemas de distribución no requiere grandes costos debido a que el agua a recolecta está situada cerca a la fuente.
- El agua lluvia no entra en contacto con el suelo y las rocas donde se disuelven las sales y los minerales; por lo tanto puede reducir significativamente la cantidad de jabones y detergentes para la limpieza.
- La materia prima de este sistema es el agua lluvia la cual no posee un costo para obtenerla.
- El agua lluvia es ideal para la irrigación de zonas verdes.
- Al recolectar el agua lluvia, se reduce el caudal del alcantarillado pluvial, evitando así el ingreso de altos volúmenes a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- El aprovechamiento del agua lluvia reducirá significativamente el costo de los servicios de agua.

Desventajas:

- Requiere un costo inicial alto en los aspectos de captación, conducción, almacenamiento y bombeo.
- La recolección del agua lluvia depende de la precipitación del lugar lo cual no garantiza que el sistema funcione en cualquier condición.
- El cálculo de los volúmenes disponibles de agua lluvia en la zona estudiada ya que no se cuenta con suficientes estaciones pluviométricas.

COMPONENTES DEL SISTEMA

Figura 17: Componentes del sistema de recolección de aguas lluvias.



Fuente. UNATSABAR. Guía de diseño para captación del agua de lluvia. Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural. Lima: UNATSABAR, 2003

CAPTACION

El área de captación corresponde a todas las zonas en donde hace contacto el agua lluvia tales como cubiertas, zonas duras, plazoletas, parqueaderos, jardines, etc. EL área efectiva de captación depende del diseño pluvial que se disponga ya que este se puede dar por un punto o a varios puntos, a través de canales, bajantes y colectores. Para que el sistema de aprovechamiento de aguas lluvias sea factible, las áreas que si dispongan para dicho fin sean las de mayor captación de caudal.

Las características a tener en cuenta de la superficie captación son: los acabados de las áreas, la pendiente, si posee cobertura vegetal y el tipo de. Las zonas que tienen contacto con hidrocarburos y contaminantes orgánicos requieren un tratamiento especial.

RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN

Esta etapa contiene elementos tales como canaletas y los bajantes que llegan hasta el tanque de almacenamiento, como obra complementaria se puede instalar una malla que retenga residuos sólidos que puedan llegar a obstruir las tuberías del sistema.

ALMACENAMIENTO

Es el lugar donde llega el agua lluvia captada con el fin de almacenarla y dar abastecimiento al sistema durante todo el año o en la mayor parte que se pueda, la selección de el volumen cumple un papel fundamental en el sistema ya que servirá como regulador del mismo, al momento de diseñar se debe tener en cuenta los caudales de captación y el balance entre la demanda y el consumo de agua.

Otros factores que se deben tener al momento de diseñar el tanque son: las precipitaciones, vientos, exposición solar y características del suelo, con el fin de conocer las pérdidas por infiltración y evaporación.

RED DE DISTRIBUCIÓN Y SISTEMA DE BOMBEO

La red de distribución se aconseja que vaya paralelamente a la red de acueducto, si se habla de un sistema de captación sin posterior tratamiento del agua lluvia, el agua captada solo llegaría a los puntos dispuestos para orinales, baños y cuarto de aseo, pero las redes existentes que abastece estos mismos puntos debe quedar en funcionamiento por medio de una válvula de chequeo la cual garantiza que no se mezclen las aguas lluvias con el agua potable.

El sistema de bombeo se diseña de acuerdo con el caudal requerido por los aparatos sanitarios, la altura dinámica total, las pérdidas por fricción y por accesorios, entre otros parámetros.

4.7.1.1 DISEÑO DE AGUAS LLUVIAS

Para el diseño se debe conocer la precipitación promedio mensual, la demanda total y acumulada y la oferta total y acumulada. Después de tener estos valores se podrá obtener el porcentaje de ahorro de agua potable.

Los parámetros necesarios para el diseño del sistema son los siguientes [29]:

- Número de personas en la institución educativa (Nu).
- Tipo de material del área de captación.
- Coeficiente de escorrentía (Ce).
- Dotación por persona (Dot).
- Área de captación (Ac).

CRITERIOS DE DISEÑO [30]:

- Precipitación promedio mensual

Su determinación se realiza a partir de la relación entre los datos de precipitación mensual

Durante el periodo evaluado y el número de años evaluados, de acuerdo con la ecuación 1.

$$P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}{n} \quad (1)$$

- Demanda total

Se calcula por medio de la ecuación 2, la cual se expresa como el producto entre el número de usuarios a abastecer, la dotación para cada persona y el número de días al mes.

$$D_i = \frac{Nu * Nd * Dot * 25\%}{1000} \quad (2)$$

- Oferta total

Se obtiene de multiplicar la precipitación promedio, el coeficiente de escorrentía y el área a captar (ecuación 3). Se debe estimar un porcentaje del 20% anual en pérdidas debidas a la evaporación, y a la misma captación y recolección del agua (Abdulla y AlShareef,2006). la oferta total se obtiene a partir de la ecuación 4.

$$A_i = \frac{P_{pi} * Ce * Ac}{1000} \quad (3)$$

$$A_i = A_i - \left(A_i * \frac{0.2}{12} \right) \quad (4)$$

- Potencial de ahorro de agua potable

Es el valor porcentual de la relación entre la oferta acumulada y la demanda acumulada. Ecuación 8.

$$PPWS = 100 * \frac{VR}{PWD} \quad (8)$$

Sistema de bombeo

Los aspectos a tener en cuenta para el diseño son los siguientes:

- Volumen de un día de la edificación.
- Uso de la edificación.
- Perdidas dinámicas edificio.

4.7.2 APARATOS SANITARIOS AHORRADORES

4.7.2.1 SISTEMAS DE AUTOMATIZACION

Los aparatos más modernos poseen sistemas con tecnología avanzada de sensores que permiten reconocer el tiempo exacto en que el usuario necesita su funcionamiento logrando así una máxima optimización en el uso de recursos, estos sistemas conforman el siguiente paso no solo en métodos de ahorro de agua y energía sino también de atención al usuario ya que le brinda los más altos estándares de facilidad, comodidad e higiene, sin embargo es importante resaltar que aún se requiere un alto costo de inversión por lo que su uso doméstico no será factible hasta dentro de unos años pero si es una opción viable el establecimientos de alto flujo de usuarios, su uso es cada vez más común en centros comerciales o instituciones públicas y privadas.

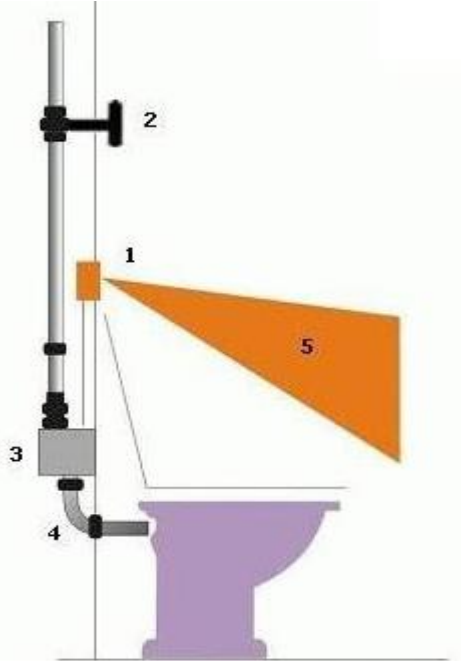
FLUXOMETROS AUTOMATICOS

Este sistema está ideado para producir descargas higiénicas y exactas, cuidando en uso del agua, pues normalmente funciona con válvulas de 1" (la mitad de diámetro de las convencionales). El kit automatiza de manera muy sencilla un inodoro para que pueda ser utilizado en forma inteligente mediante un sensor ubicado en la pared, que para realizar la descarga detecta cuando el usuario se retira. Brinda la mejor prestación de higiene y confort, con el mayor grado de

eficiencia posible, optimizando el consumo además aumenta la vida útil de los componentes que integran el sistema. [31]

Es ideal para ser utilizado en sanitarios públicos donde la correcta higienización tanto de las personas como del instrumental es de suma importancia: Hospitales, instalaciones comerciales, shoppings, restaurantes, escuelas.

Figura 18: Componentes de un sistema de Fluxómetro Automático.



1. Sensor.
2. Llave reguladora de caudal.
3. Caja de válvulas.
4. Tubería de conexión al inodoro.
5. As de luz proyectado.

Fuente: http://www.acuaval.com/paginas/institucional/fluxometros_automaticos.html

Estos fluxómetros pueden ser utilizados en orinales siguiendo los mismos principios y además cuentan con un botón o accionador sensible que permite su uso manual permitiendo también su uso a personas en condición de discapacidad.

Otra ventaja que podemos encontrar en estos sistemas está relacionada a la higiene ya que el usuario no necesita hacer contacto con superficies que pueden estar altamente contaminadas por bacterias que luego de entrar en contacto con las manos pueden fácilmente acceder a los ojos o la boca y producir enfermedades.

También es importante mencionar que estos aparatos funcionan con energía proporcionada normalmente por baterías generalmente triple A o tipo reloj aunque los más modernos cuentan con sistemas de autosustentables que aprovechando las presiones del agua producen ellos mismo la suficiente energía para su funcionamiento. [32]

GRIFERIA DE LAVAMANOS CON SENSOR

Quizá el aparato con sensor más destacable es la grifería del lavamanos automática ya que es el uso más susceptible a derroches producto de la mala utilización o del error humano, una gota tiene un volumen de un $\frac{1}{4}$ de mililitro por tanto 4.000 gotas hacen un litro de agua esto quiere decir que a razón de 10 gotas por minuto se vierten al día 14000 gotas desperdiciando más de 3 litros al día, esta es una estimación mínima ya que se pueden presentar flujos mucho mayores que en poco tiempo causan grandes desperdicios, no solo las fugas o los errores generan pérdidas en la mayoría de los casos es aún peor el mal uso que le damos al aparato, dejar abierta la llave mientras nos cepillamos los dientes desperdicia al menos 3 litros de agua. [33]

Es por ello que esta solución es tan llamativa ya que al eliminar todos estos factores se optimiza al máximo el consumo además de ser más rápido y cómodo para el usuario.

FUNCIONAMIENTO

En la base del grifo suele ubicarse un sensor, pero este no es un sensor de movimiento, sino un sensor de presencia diseñado para detectar las manos debajo de la boca, el principio es sencillo cuando esto ocurre el grifo se enciende y cuando se quitan las manos, el sensor le da la orden al grifo para que se apague. La mayoría de los sensores de grifos utilizan una luz infrarroja pequeña junto a un detector infrarrojo. Cuando las manos se acercan a unas pulgadas de la base de la boca, la luz infrarroja rebota en la piel hacia el detector, que envía una señal que enciende la válvula del grifo. Algunos modelos utilizan un sensor ultrasónico de campos que enciende la válvula cuando las manos irrumpen en el campo. [34]

El sensor del grifo suele controlar una válvula solenoide de diafragma, el solenoide es un electro magneto que puede tirar o empujar, según la polaridad eléctrica.

Figura 19: Grifería con sensor para lavamanos.



Fuente: <http://www.economizadores.net/images/305164/izq.jpg>

Las válvulas de diafragma utilizan una especie de disco de goma para controlar el flujo de agua. La válvula se suele mantener cerrada, pero, en respuesta a una señal del sensor que indica que las manos están presentes, el solenoide tira para abrir la válvula y que el agua puede fluir por la boca; luego empuja para cerrar la válvula cuando el sensor indica que las manos ya no están. La mayoría de los grifos automáticos arrojan solo agua tibia, pero algunos modelos también pueden arrojar agua fría o caliente. [34]

4.7.2.2 PERLIZADORES

Son elementos dispersores que mezclan aire con agua apoyándose en la presión, reduciendo de este modo el consumo de agua.

Figura 20: Perlizador

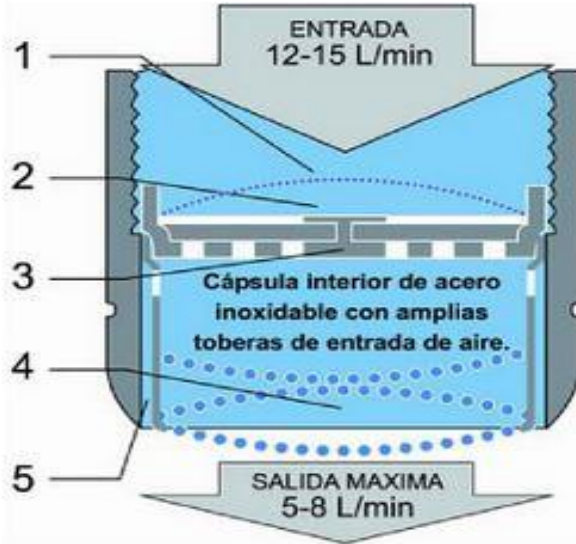


Fuente: <http://www.latiendadelahorrodeagua.com/blog/es/diferencias-entre-perlizadores-y-aireadores/>

Están basados en el “Efecto Venturi”, que a grandes rasgos consiste en una aspiración de aire, la cual se produce por la aceleración del agua, al pasar por una reducción, la palabra Perlizador viene del brillo y efecto del agua y las burbujas que se obtienen de este efecto, consiguiendo introducir aire en su interior aparentando así haber mucha más agua que la que realmente hay. A mayor presión, mayor porcentaje de aire insuflado en el agua y mayor ahorro. [35]

Según estudios realizados por la firma RST con 2,5 Kg/cm². de presión, se garantiza un ahorro de entre un 40% y un 60% y, si ésta es de más de 3 Kg/cm², el ahorro puede llegar a ser de un 70%, incluso más. Baja el consumo, pero no el confort, que además es aumentado, saliendo un chorro de agua más agradable y eficaz con el jabón. [35]

Figura 21: Estructura de un perlizador.



Fuente:<http://www.latiendadelahorrodeagua.com/blog/es/diferencias-entre-perlizadores-y-aireadores/>

Como observamos en la figura anterior al ingresar el agua primero se encuentra con la malla super fina de acero inoxidable (1) donde el agua es filtrada, no dejando pasar partículas mayores de 25 micras, que al rebotar contra la membrana retornan, evitando el embozamiento de la malla, membrana que origina el efecto Venturi (2). Acelera el agua provocando dos efectos: succión de aire y limpieza del difusor.

Posteriormente pasa por un difusor-expansor (3): que difumina el agua facilitando su mezcla con aire, luego al pasar por la triple malla abovedada (4): Tres mallas cóncavas en acero inoxidable, que generan un abundante chorro de burbujas muy agradable al tacto. La malla externa de trama más gruesa, evita la formación de depósitos calcáreos, el aire entra en aparato por el canal de succión de aire (5).

Cuando el agua entra por la malla super fina, y se encuentra con la membrana central, se produce un doble efecto. Por un lado y al tener que pasar por un estrechamiento del paso de agua (agujero central), se está limitando el caudal, y además el agua que no consiga entrar por esta primera reducción, rebotará en la membrana, produciendo un efecto de turbulencia que mantiene en constante movimiento, los posibles depósitos de suciedad acumulados en la malla de 0,25 mm, evitando su obturación. El agua, una vez que atraviesa la membrana central, se vuelve a encontrar con otra drástica reducción de paso al tener que avanzar por los pequeños agujeros del difusor. [36]

La actuación del colador interno, evita las obturaciones y atascos, y al estrechar el paso del agua en dos ocasiones, produce aceleración de la misma. La toma de aire, se efectúa a través del espacio que existe entre el continente que aloja el colador interno y externo, y la pieza de latón cromado que está dotada de rosca. La aspiración se produce a través del canal de aire de estos recipientes y los agujeros del continente de los coladores, al igual que los aireadores normales instalados en todas las griferías. Una vez atravesado el colador interno (malla superfinia + membrana central + difusor), el agua se encuentra con un triple filtro abovedado de acero inoxidable. [36]

Compuesto de tres mallas robustas, que no se tocan entre sí, (disponiendo la segunda de ellas de una ligera holgura, que provoca su movimiento al activar y desactivar el suministro de agua), evitando que quede agua en su interior y facilitando la evacuación de ésta, para evitar la acumulación de cal. Esta arquitectura, facilita la evacuación de agua del último colador, e impide las posteriores incrustaciones de sedimentos a que nos tienen acostumbrados los aireadores o economizadores normales. A la vez que genera un chorro de agua compuesto de gotas muy gruesas con aire, que hace muy placentero su uso, haciendo el chorro de agua más eficaz para generar espuma y en especial con jabones líquidos.[36]

La instalación de estas revolucionarias piezas no necesita ninguna obra, basta con sustituir el filtro clásico del lavamanos con el rompe aguas o aireador, por el Perlizador, con una sencilla operación de bricolaje. Todos los grifos de rosca universal son compatibles con este sistema.

4.7.2.3 ORINALES SECOS

Una de las tecnologías más revolucionarias para el ahorro de agua consiste en orinales que permiten un ahorro de hasta 100% del consumo de agua en las descargas manteniendo los estándares de funcionalidad e higiene de los convencionales y un mantenimiento similar que apenas implica gasto de agua, en la actualidad los fabricantes de aparatos sanitarios son conscientes del valor que le da al cliente el ahorro económico y el aporte ambiental, por ello existe una oferta creciente de productos con estas características. [37]

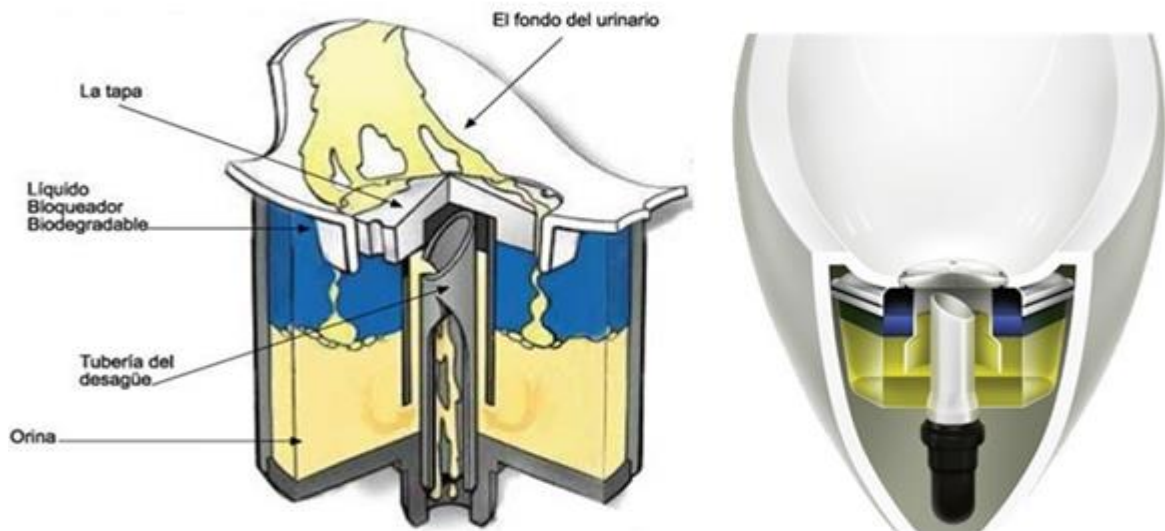
- **RENTABILIDAD:** el uso de este sistema se puede considerar más como una inversión que como un gasto ya que prestando el mismo servicio que los convencionales reduce los costos de prestación del servicio en comparación a aparatos convencionales.

- **COMPATIBLES CON EL MEDIO AMBIENTE:** van a generar un ahorro de agua que puede alcanzar 250,000 a 300,000 litros al año por cada orinal y solo para su limpieza se utilizará una cantidad ínfima de agua.
- **RESPONSABILIDAD SOCIAL (Desechos):** la mayoría de los sistemas de recolección o filtro utilizados en estos aparatos son biodegradables.
- **PRACTICA LIMPIEZA Y SIN RIESGOS DE SALUD:** la limpieza es sencilla y en ocasiones requiere de menos periodicidad, Los orinales secos que no usan sello químico son muy prácticos de limpiar, no teniendo ningún tipo de impedimentos, ni limitantes en cuanto al uso de agua, desinfectantes, incluso cloro y hasta ácido muriático. [38]

Estos orinales secos, también llamados ecológicos, pueden ser de dos tipos según su funcionamiento:

- Con filtro químico tipo gel.

Figura 22: Orinal seco con filtro tipo gel.



Fuente: http://www.acuaval.com/paginas/institucional/orinales_secos_con_gel.html

La orina pasa a través del sello químico biodegradable ya que es menos denso y por ello siempre estará flotando sobre el impidiendo así la salida de los gases que causan malos olores, posteriormente la presión del líquido entrante empuja la orina por una ranura que conecta a la tubería de desagüe.

El químico del sello se desgasta con el tiempo por lo que en el mantenimiento debe rellenarse además de ser sensible a la entrada de otras sustancias que pudieran entrar en el sistema. [38]

- Con trampa mecánica.

Estos funcionan con válvulas que se abren para dejar entrar los líquidos y se cierran herméticamente para impedir la salida de olores

Figura 23: Funcionamiento del cartucho para orinal seco Agua OFF.



1. La orina fluye hacia la trampa de acero inoxidable, en dirección al elemento de látex natural OST..



2. El elemento de látex natural OST, se abre para dar paso a la orina hacia el drenaje.



3. Al pasar la orina se cierra automáticamente e el elemento.



4. Al cerrarse el látex los gases no se devuelven a la superficie.

Fuente: [://www.aguaoff.com/#!/orinales-secos/](http://www.aguaoff.com/#!/orinales-secos/)

En ambos casos el sello mecánico o químico se encuentra en un cartucho fácilmente desmontable para su limpieza una vez al mes y para ser reemplazado luego de una serie de usos, normalmente tienen una vida útil de un año luego del cual este o partes de este debe ser reemplazado, Este sistema presenta un desperdicio menor ya que es solo la pieza de látex la que debe ser reemplazada, además es un cartucho adaptable a orinales de otras marcas lo que facilita su aplicación y uso en casi cualquier edificación que cuente con este sistema. [38]

4.8 ELEMENTOS DE LA EVALUACION FINANCIERA

Como un indicador del impacto que ocasiona la implementación de las alternativas anteriormente analizadas, se debe expresar dicha inversión con los resultados obtenidos por la misma por medio de unidades de medidas que ayuden a comprender su viabilidad. Para este fin se realizará la evaluación financiera de proyectos mediante el método de valor anual equivalente de la siguiente manera: [39].

VALOR PRESENTE NETO

En primera instancia es importante conocer el valor de los beneficios que puede generar un proyecto, por ello para determinar el valor anual equivalente en primera instancia se debe calcular el VAN de la siguiente manera:

- Es el valor actual de los beneficios netos que genera el proyecto durante toda su vida.
- Para su cálculo se requiere predeterminedar una TASA DE DESCUENTO que representa el “costo de oportunidad” del capital (COK)
- Mide, en moneda de hoy, cuanto más dinero recibe el inversionista si decide ejecutar el proyecto en vez de colocar su dinero en una actividad que le reditúe una rentabilidad equivalente a la tasa de descuento
- Su valor depende del tiempo

$$f(x) = \sum_{t=1}^n \left(+ \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t} - I_0 \right)$$

Bt: Beneficios del período t

Ct: Costos del período t

I: Tasa de descuento

I₀: Inversión inicial

n: Vida útil del proyecto

COSTO ANUAL EQUIVALENTE

Debido a que la aplicación de las distintas tecnologías de ahorro es una inversión que pretende retribuir su costo mediante la disminución de los pagos mensuales que suponen los recibos del agua y la energía se analizara estos flujos mediante el método del valor anual equivalente para determinar la viabilidad financiera de las

distintas opciones, cabe aclarar que el periodo de tiempo puede ser variable ya sea anual, mensual, semestral, etc.

$$CAE = \frac{VNP * r}{1 - \frac{1}{(1+r)^n}}$$

VPN: es el valor presente neto
r: la tasa de descuento
n: el número de períodos

La regla de decisión es:

Si VAE > 0, aceptar la inversión
Si VAE = 0, permanecer indiferente
Si VAE < 0, rechazar la inversión

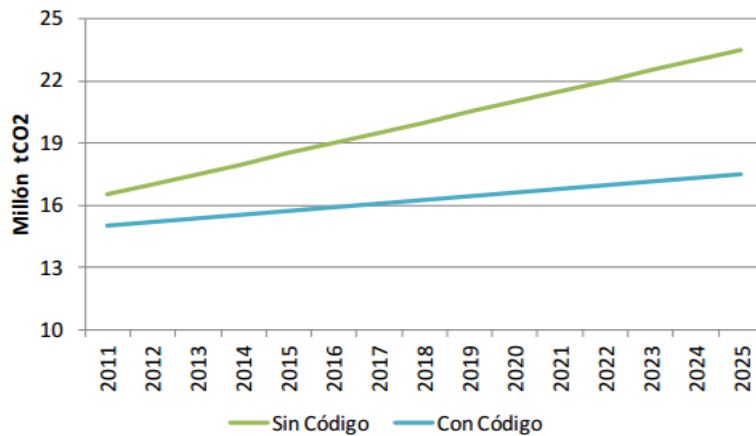
Es importante notar que el VAE será positivo siempre que el VAN sea positivo, En otras palabras, aceptar un proyecto que tenga VAE positivo es equivalente a aceptar un proyecto que tenga VAN positivo. [40]

5 ANALISIS DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE EN COLOMBIA

Colombia no es ajena a la tendencia mundial de la construcción sostenible, como se expuso anteriormente la evolución en las normativas y la creación de instituciones como el consejo colombiano de construcción sostenible están logrando importantes logros que buscan orientar a toda la industria de la construcción por el camino del uso eficiente y el ahorro de recursos, así como la disminución de los impactos.

Uno de los principales es la creación del código colombiano de construcción sostenible, el cual tiene el potencial de reducir hasta en un 24% las emisiones de Co2 a la atmosfera en el sector residencial. [41]

Figura 24: Proyección de emisiones de CO2 con y sin código.



Fuente: Informe Económico IFC: la construcción sostenible en Colombia pasado, presente y futuro.

El proyecto para la elaboración del código colombiano de construcción sostenible comenzó en 2010 con una alianza entre el Ministerio de Vivienda, la Corporación Financiera Internacional (IFC – por sus siglas en inglés) y la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), el primer paso fue la investigación mencionada anteriormente en el informe de construcción sostenible donde se determinó la línea base de consumo de agua y energía usando ciudades muestra de los cuatro principales climas, posteriormente esto dio lugar a las nuevas normativas que desencadenarían en la resolución 549 de 2015 descrita en el marco legal de este trabajo, donde se establecen porcentajes de ahorro a cumplir por parte de las edificaciones como la presentada a continuación.[42]

Tabla 6: Porcentajes de ahorro de Energía.

Energía	Año 1			
	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Con respecto a la línea base				
Hoteles	15	15	15	15
Hospitales	15	15	15	15
Oficinas	15	15	15	15
Centros comerciales	15	15	15	15
Educativos	15	15	15	15
Vivienda NO VIS	10	10	10	10
Vivienda VIS	10	10	10	10
Vivienda VIP	10	10	10	10

Fuente: Resolución 549 de 2015.

Esta resolución además presenta como anexo 1 la guía de construcción sostenible, donde se presentan las medidas activas y pasivas en el diseño de las edificaciones, cuya implementación permite obtener ahorros en los consumos de agua y energía, generando así una base técnica para el desarrollo de este tipo de proyectos en el país.

Tabla 7: Línea base de consumo de agua.

lt/pers/día	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Hoteles	188,5	564,0	242,0	278,9
Hospitales	620,2	600,0	438,0	800,0
Oficinas	45,0	45,0	52,0	45,8
Centros comerciales	6 lt/m ²	6 lt/m ²	6 lt/m ²	6 lt/m ²
Educativos	50,0	50,0	50,0	24,8
Vivienda no VIS	145,4	145,3	189,8	174,9
Vivienda VIS	105,7	113,9	156,7	125,4
Vivienda VIP	78,1	98,3	189,8	110,6

Fuente: Guía de construcción sostenible anexo 1, resolución 549 de 2015.

Tabla 8: Línea base de consumo de energía.

kWh/m ² -año	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Hoteles	96,1	151,3	132,5	217,8
Hospitales	249,6	108,3	344,1	344,1
Oficinas	81,2	132,3	318,2	221,3
Centros comerciales	403,8	187,8	187,8	231,5
Educativos	40,0	44,0	72,0	29,8
Vivienda no VIS	46,5	48,3	36,9	50,2
Vivienda VIS	44,6	44,0	34,6	49,3
Vivienda VIP	48,1	53,3	44,9	50,6

Fuente: Guía de construcción sostenible anexo 1, resolución 549 2015.

Los avances en el área se pueden apreciar en el crecimiento de la cantidad de proyectos con certificación leed en el país, para diciembre de 2016 se cuentan con más de 6,1 millones de metros cuadrados y una tasa de crecimiento promedio de 30% anual. [43]

Figura 25: Proyectos con certificación LEED en Colombia.



Fuente: <https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/>

También es importante resaltar que existen diversas iniciativas que existen varias iniciativas en el congreso que buscan continuar con la promoción de la construcción sostenible como lo es el proyecto de Ley No. 210 de 2016 “por medio de la cual se establecen los lineamientos para la formulación de la Política Nacional de Construcción Sostenible, se otorgan beneficios e incentivos para su fomento e implementación y se dictan otras disposiciones” el cual plantea una base a las entidades territoriales para que cumplan la disposición de la resolución 549 de 2015 en cuanto al establecimiento de los incentivos a la construcción sostenible.[43]

6 DESCRIPCION DEL PROYECTO

La universidad pontificia bolivariana seccional Bucaramanga se encuentra ubicada en el kilómetro 7 de la autopista hacia Piedecuesta en el municipio de Floridablanca. La cual cuenta con 53.700 m² construido, de los cuales hace parte el edificio que cuenta con 29 laboratorios, 20 aulas de clase, 23 oficinas, 14 Baños y 14 Baños

para discapacitados. En este lugar se realizó el estudio de tecnologías para el ahorro de agua y energía [44,45].

Figura 26. Ubicación del edificio k en el campus



Fuente: Página oficial Universidad Pontificia Bolivariana, sección campus.

En la actualidad los consumos de la universidad presentan un crecimiento elevado y aunque se están realizando algunas campañas para evitar el derroche, del análisis de los recibos de energía se calculó que el consumo promedio mensual pasó de 130.000Kw en 2013 a cerca de 180.000Kw en 2016, esto demuestra que es necesario comenzar a tomar medidas más activas para la reducción del gasto y el uso eficiente de recursos en el campus.

7 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Lo más importante al momento de valorar tecnologías de ahorro en el sistema de iluminación es conocer como está conformado el sistema actual y especialmente cual es el consumo de energía que emplea para satisfacer las necesidades de los usuarios y así poder plantear alternativas que suplan con mayor eficiencia y economía esta demanda.

Para conocer esta información que nos sirve de insumo se elaboró un inventario de todos los elementos de iluminación del edificio piso por piso, identificando que la plata física cuenta con 4 tipos de luminarias y se corroboró el estado actual de las mismas. En dicho inventario se clasificó los siguientes usos de espacios del edificio k:

Aulas de clases

- Oficinas
- Laboratorios
- Salas
- Zonas comunes
- Baños

7.1 TIPOS DE LUMINARIAS

Tipo 1

Marca: PHILLIPS

Referencia: MASTER TL5 H O

Vida útil: 30000 h

Eficacia lumínica: 81 lm/W

Consumo energético: 25 W/h

Valor comercial: 8.000 pesos

Figura 27: Lámpara Fluorescente TL5



Fuente: Propia

Tipo 2

Marca: PHILLIPS

Referencia: F32T8/ADV841/XLL/ALTO 28W

Vida útil: 52000 h

Eficacia lumínica: 96 lm/W

Consumo energético: 28 W/h

Valor comercial: 10.200 pesos

Figura 28: Lámpara Fluorescente F32



Fuente: Propia

Tipo 3:

Marca: PHILLIPS

Referencia: ESSENTIA LEDtube 18W T8C

Vida útil: 30000 h

Eficacia lumínica: 103 lm/W

Consumo energético: 18 W/h

Valor comercial: 20.500 pesos

Figura 29: Lámpara LED 18w T8C



Fuente: Propia

Tipo 4
 Marca: PHILLIPS
 Referencia: MASTER PL-C 26W/840/4P
 Vida útil: 13000 h
 Eficacia lumínica: 67 lm/W
 Consumo energético: 26 W/h
 Valor comercial: 7.200 peso

Figura 30: Lámpara Fluorescente Master



Fuente: Propia

7.2 INVENTARIO DE INSTALACIONES

Definidos los tipos de luminarias y espacios existentes en el edificio se creó un formato que permitiera determinar el inventario de todas las unidades de luminarias en cada piso de la siguiente manera:

Tabla 9: Formato para Inventario de unidades de luminarias 4 piso edificio K.

LUGAR	TIPO DE LUMINARIA	CONSUMO (W)	CANTIDAD	CONSUMO (W)	CONSUMO LUGAR (W)
LABORATORIOS	TIPO 1	25		0	504
	TIPO 2	28	18	504	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26		0	
SALAS	TIPO 1	25		0	1232
	TIPO 2	28	44	1232	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26		0	
AULAS DE CLASE	TIPO 1	25		0	0
	TIPO 2	28		0	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26		0	
OFICINAS	TIPO 1	25		0	8736
	TIPO 2	28	312	8736	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26		0	
ZONAS COMUNES	TIPO 1	25		0	1872
	TIPO 2	28	52	1456	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26	16	416	
BAÑOS	TIPO 1	25		0	312
	TIPO 2	28		0	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26	12	312	
		TOTAL:	454	12656	12656

Fuente: Propia.

De esta forma logramos obtener la cantidad real de luminarias y su tipo en cada uno de los diferentes espacios, esto también nos permite definir el consumo por hora para tener una primera aproximación a los costos así:

Tabla 10: Total de luminarias en el edificio k y consumo en una hora.

LUGAR	CANTIDAD LUMINARIAS	CONSUMO LUGAR (KW)
LABORATORIOS	884	1720
SALAS	182	660
AULAS DE CLASE	290	732
OFICINAS	656	2092
ZONAS COMUNES	530	1912
BAÑOS	84	201
TOTAL	2.626	7.317

Fuente: Propia.

7.3 CALCULO DEL CONSUMO

Identificadas las luminarias podemos conocer el consumo por hora en watts por lo cual se requiere identificar el número de horas que permanecen encendidas en una semana promedio, para conocer este dato se realizó un análisis usando la información de los horarios suministrada por la dirección de decanatura de ingenierías de la universidad del uso de cada uno de los espacios del edificio k con sus respectivas horas de uso de lunes a domingo, se crearon formatos que reunían esta información por piso, tanto para laboratorios como aulas de clase se suman todas las horas de ocupación de la semana y se dividen en la sumatoria de espacios según su clasificación de esta forma se obtiene el promedio de horas de uso semanal tanto para laboratorios como de aulas de clase:

Tabla 11: Formato de horas de uso por tipo de espacio

		HORAS DE USO						
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
LABORATORIOS								
k-003	Lab procesos industriales	4	6	4	6			
k-006	Lab nanotecnología	10	10	10	10	10		
TOTAL DIA LABORATORIOS		14	16	14	16	10	0	0
OFICINAS								
SALAS								
AULAS DE CLASE								
ZONAS COMUNES								
PASILLOS		4	4	4	4	4	2	1
TOTAL DIA ZONAS COMUNES		4	4	4	4	4	2	1
TOTAL DIA		18	20	18	20	14	2	1

Fuente: Propia.

En el caso de las oficinas ya que se cumple un mismo horario se consideraron 8 horas diarias de lunes a viernes y el día sábado de 4 horas por ende se habla de 44 horas semanales.

Para el caso de las zonas comunes se toma los valores en las cuales están encendidas las luminarias de lunes a domingo el cual fue suministrado por el departamento de automatización del campus el cual arrojó un uso de 46 horas semanales. En el caso de los baños cuenta con dispositivos de encendido automático y se supone un consumo semanal de la mitad de horas de las zonas comunes por lo tanto es de 23 horas semanales.

Los resultados fueron un promedio de horas al día en que las luminarias están encendidas según el tipo de uso del espacio:

Tabla 12: Horas promedio de uso según el tipo de espacio

TIPO DE USO DEL ESPACIO	TOTAL HORAS USO LUGAR	PROMEDIO HORAS SEMANALES POR SALON
LABORATORIOS	749	27
SALAS	406	41
AULAS DE CLASE	736	35
OFICINAS	1012	44
ZONAS COMUNES	319	46
BAÑOS	138	23

Fuente: propia.

Una vez conocidos el promedio de horas de uso en cada espacio junto con la cantidad y el tipo de luminarias podemos multiplicarlos para determinar el consumo de energía mensual.

Tabla 13: Costo mensual de la energía según el tipo de uso en el edificio k.

LUGAR	CANTIDAD LUMINARIAS	CONSUMO LUGAR MES (KW)
LABORATORIOS	884	2642
SALAS	182	774
AULAS DE CLASE	290	1138
OFICINAS	656	3229
ZONAS COMUNES	530	2623
BAÑOS	84	201
TOTAL	2.626	10.607

Fuente: propia.

Una vez obtenido el consumo de energía por lugar y por tipo de luminaria realizamos los siguientes análisis para determinar los puntos críticos a tratar para incrementar los porcentajes de ahorro.

Tabla 14: Porcentajes de consumo y cantidad luminarias.

LUGAR	% CONSUMO LUGAR/TOTAL	% CANTIDAD LUMINARIAS LUGAR/TOTAL
LABORATORIOS	22,75	33,66
SALAS	6,66	6,93
AULAS DE CLASE	9,80	11,04
OFICINAS	27,81	24,98
ZONAS COMUNES	22,59	20,18
BAÑOS	10,38	3,20
TOTAL	100	100

Fuente: propia.

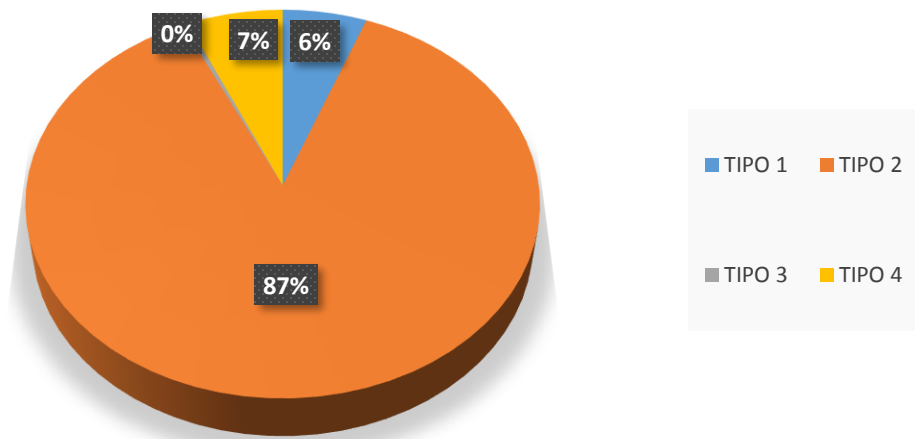
Tabla 15: Porcentajes de consumo de cantidad de luminarias.

TIPO DE LUMINARIA	% TIPO LUMINARIAS /TOTAL	% CONSUMO LUMINARIAS /TOTAL
TIPO 1	6,40	5,79
TIPO 2	85,99	87,21
TIPO 3	0,61	0,40
TIPO 4	7,01	6,60
TOTAL	100	100

Fuente: Propia.

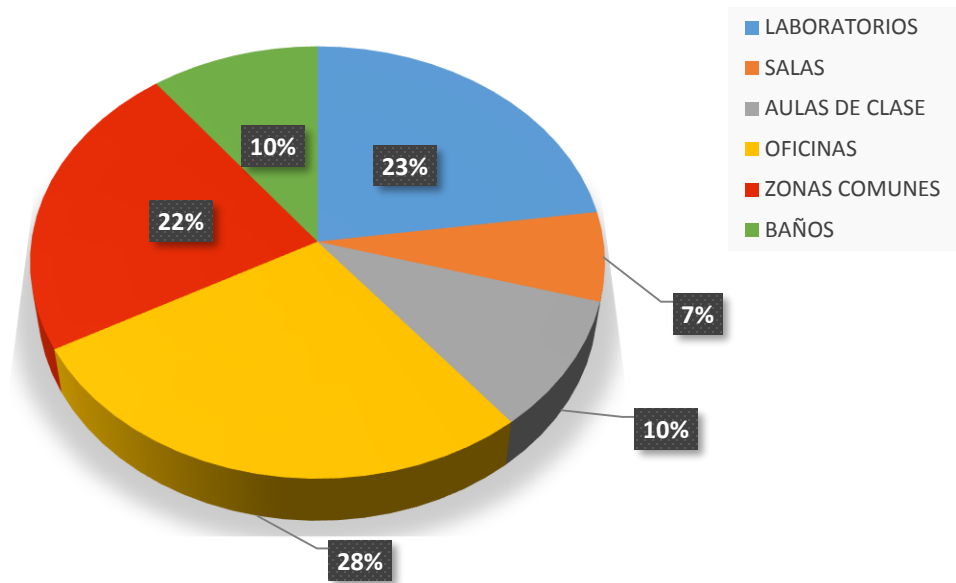
De estos análisis se deduce que la mayor cantidad de energía la consumen las luminarias tipo 2 ya que el sistema se compone en su mayoría por estas, en especial en los espacios de mayor promedio de uso, como lo son las oficinas, las zonas comunes y los laboratorios, esto lo podemos observar más claramente en los siguientes gráficos:

Figura 31: Porcentajes de consumo de cada tipo de luminarias



Fuente: propia.

Figura 32: Porcentajes de consumo en los distintos espacios del edificio.



Fuente: Propia.

8 ALTERNATIVAS PARA AHORRO DE ENERGIA

8.1 LUMINARIAS LED

8.1.1 EVALUACION ALTERNATIVA LED A LUMINARIAS TIPO 2.

Se decide como primera alternativa para el ahorro de energía reemplazar las luminarias tipo 2 por tubos led ahorradores.

Después de realizar una investigación de mercado se identificaron las siguientes alternativas led que pueden reemplazar a las luminarias tipo 2 teniendo en cuenta las características como el diámetro que debe ser T8, el color de la luz blanco brillante y la eficiencia lumínica cercana a 96 lúmenes.

Se calcularon los costos que tienen todas las alternativas comparándolas con la actual, los costos que se tuvieron en cuenta son el valor de la inversión y el costo del consumo de energía en la vida útil estos se calcularon de la siguiente manera:

- Valor de la inversión = *costo unitario * cantidad de luminarias*
 Luminaria tipo 2= 10200 * 2258 = \$ 23.031.600
 Ilumax= 26000 * 2258 = \$ 58.708.000
 Sylvania= 24000 * 2258 = \$ 54.192.000
 Phillips= 34000 * 2258 = \$76.772.000
- Consumo por vida útil= *horas de vida util * consumo * cantidad de luminarias*
 Luminaria tipo 2= $52000 h * \frac{28w}{h} * 2258 = 3287648$
 Ilumax= $30000 h * \frac{20w}{h} * 2258 = 1354800$
 Sylvania= $30000 h * \frac{18w}{h} * 2258 = 1219320$
 Phillips= $30000 h * \frac{18w}{h} * 2258 = 1219320$
- Costo del consumo= *consumo en una vida util * tarifa (Kw – mes)*
 Luminaria tipo 2= 3287648 * 300 = \$986.294.400
 Ilumax= 1354800 * 300 = \$406.440.000
 Sylvania= 1219320 * 300 = \$365.796.000
 Phillips= 1219320 * 300 = \$365.796.000

Una vez identificado el costo de las alternativas se realizó un análisis del costo equivalente (c. e) en un punto común que para el caso fueron 150.000 h de vida útil ya que en este periodo convergen aproximadamente 3 vidas útiles de las luminarias tipo 2 y 5 vidas útiles de las opciones led, este análisis consiste en sumar los costos y proyectarlos a ese periodo como se describe a continuación:

- Costo equivalente = *(Valor de la inversion + costo del consumo) * factor equivalente*
 Luminaria tipo 2= $(\$23.031.600 + \$986.294.400) * 3 = \$3.027.978.000$
 Ilumax= $(\$ 58.708.000 + \$406.440.000) * 5 = \$2.325.740.000$
 Sylvania= $(\$54.192.000 + \$365.796.000) * 5 = \$2.099.940.000$
 Phillips= $(\$76.772.000 + \$365.796.000) * 5 =\$2.212.840.000$

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos del análisis de las alternativas para sustituir las luminarias tipo 2:

Tabla 16 Comparativa de luminarias tipo 2 con alternativas led.

CARACTERISTICAS	ALTERNATIVAS PARA EL CAMBIO DE LUMINARIA TIPO 2			
	LUMINARIA TIPO 2	ILUMAX TUBO LED 20W FROST	SYLVANIA LED T8 TUBE 18 W 865	PHILLIPS LEDtube 18W 865 T8
Luminaria	2			
Vida Util(h)	52000	30000	30000	30000
Eficiencia Luminica(lm/w)	96	90	88	103
Consumo Energetico (W/h)	28	20	18	18
Valor Comercial	\$10.200	\$26.000	\$24.000	\$34.000
Valor Inversion	\$23.031.600	\$58.708.000	\$54.192.000	\$76.772.000
Consumo total (Kw)	3287648	1354800	1219320	1219320
Costo de consumo (1 Vida)	\$986.294.400	\$406.440.000	\$365.796.000	\$365.796.000
Costo total	\$1.009.326.000	\$465.148.000	\$419.988.000	\$442.568.000
Costo equivalente (150.000h)	\$3.027.978.000	\$2.325.740.000	\$2.099.940.000	\$2.212.840.000

Fuente: Propia.

Basado en estos parámetros se concluye que a pesar de tener una vida útil significativamente menor y de requerir una inversión mayor en la compra de las luminarias la diferencia en el costo del consumo de energía hace más viable la alternativa led y entre ellas la opción 3 presenta el mayor ahorro calculado así:

- Ahorro de la alternativa = $c.e \text{ luminaria tipo 2} - c.e \text{ opcion}$
 Ilumax= $\$3.027.978.000 - \$2.325.740.000 = \$702.238.000$
 Sylvania= $\$3.027.978.000 - \$2.099.940.000 = \$928.038.000$
 Phillips= $\$3.027.978.000 - \$2.212.840.000 = \$815.138.000$

- Porcentajes de ahorro: $\frac{C.Equivalente \text{ tipo 2}}{\text{Ahorro de alternativa}} * 100$

$$\text{Ilumax} = \frac{702.238.000}{3.027.978.000} * 100 = 23.1\%$$

$$\text{Sylvania} = \frac{928.038.000}{3.027.978.000} * 100 = 30.6\%$$

$$\text{Phillips} = \frac{815.138.000}{3.027.978.000} * 100 = 26.9\%$$

Se selecciona como alternativa a las luminarias SYLVANIA LED T8 TUBE 18 W como la mejor alternativa disponible en el mercado para reemplazar los fluorescentes Phillips que existe actualmente.

Este análisis se realizó considerando las mismas condiciones en todos los casos por ende la tarifa con la que se calculó el consumo es la actual y su número es el mismo.

8.1.2 EVALUACION ALTERNATIVA LED A LUMINARIAS TIPO 1.

En la investigación de mercado se identificaron las siguientes alternativas led que pueden reemplazar a las luminarias tipo 1 teniendo en cuenta las características como el diámetro que debe ser T15, el color de la luz blanco brillante y la eficiencia lumínica cercana a 87 lúmenes.

Se calcularon los costos que tienen todas las alternativas comparándolas con la actual, En los mismos parámetros de inversión y costo del consumo de energía en la vida útil estos se calcularon de la siguiente manera:

- Valor de la inversión = *costo unitario * cantidad de luminarias*
Luminaria tipo 1= $8000 * 168 = \$ 1.344.000$
Ilumax= $14000 * 168 = \$ 2.352.000$
Sylvania= $12900 * 168 = \$ 2.167.200$
- Consumo por vida útil= *horas de vida util * consumo * cantidad de luminarias*
Luminaria tipo 1= $30000 h * \frac{25w}{h} * 168 = \$37.800.000$
Ilumax= $25000 h * \frac{10w}{h} * 168 = \$12.600.000$
Sylvania= $25000 h * \frac{9w}{h} * 168 = \$11.340.000$
- Costo del consumo= *consumo en una vida util * tarifa (Kw – mes)*
Luminaria tipo 1= $37.800.000 * 300 = \$37.800.000$
Ilumax= $12.600.000 * 300 = \$12.600.000$
Sylvania= $11.340.000 * 300 = \$11.340.000$

Una vez identificado el costo de las alternativas se realizó un análisis del costo equivalente en un punto común que para el caso fueron 150.000 h de vida útil ya que en este periodo convergen aproximadamente 5 vidas útiles de las luminarias tipo 1 y 6 vidas útiles de las opciones led, este análisis consiste en sumar los costos y proyectarlos a ese periodo como se describe a continuación:

- Costo equivalente = *(Valor de la inversion + costo del consumo) * factor equivalente*
Luminaria tipo 1= $(37.800.000 + 1.344.000) * 5 = \$195.720.000$
Ilumax= $(12.600.000 + 2.352.000) * 6 = \$89.712.000$
Sylvania= $(2.167.200 + 13.507.200) * 5 = \$81.043.200$

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos del análisis de las alternativas para sustituir las luminarias tipo 1:

Tabla 17: Comparativa de luminarias tipo 1 con alternativas led.

CARACTERISTICAS	ALTERNATIVAS PARA EL CAMBIO DE LUMINARIA TIPO 1		
	LUMINARIA TIPO 1	ILUMAX TUBO LED T8 10W	SYLVANIA TULEDO GLASS TUBE
Vida Útil(h)	30000	25000	25000
Eficiencia Lumínica(lm/w)	81	80	89
Consumo Energético (W)	25	10	9
Valor Comercial	\$8.000	\$14.000	\$12.900
Valor Inversión	\$1.344.000	\$2.352.000	\$2.167.200
Consumo total (Kw)	126000	42000	37800
Costo de consumo (1 Vida)	\$37.800.000	\$12.600.000	\$11.340.000
Costo total	\$39.144.000	\$14.952.000	\$13.507.200
Costo equivalente (150.000h)	\$195.720.000	\$89.712.000	\$81.043.200

Fuente: propia.

Basado en estos parámetros se concluye que a pesar de tener una vida útil significativamente menor y de requerir una inversión mayor en la compra de las luminarias la diferencia en el costo del consumo de energía hace más viable la alternativa led y entre ellas la opción 3 presenta el mayor ahorro calculado así:

- Ahorro de la alternativa = $c.e \text{ luminaria tipo 2} - c.e \text{ opcion}$
 Ilumax= \$195.720.000 – \$89.712.000 = \$106.008.000
 Sylvania= \$195.720.000 – \$81.043.200 = \$114.676.800
- Porcentajes de ahorro: $\frac{C.Equivalente \text{ tipo 1}}{\text{Ahorro de alternativa}} * 100$
 Ilumax= $\frac{106.008.000}{195.720.000} * 100 = 54.4\%$
 Sylvania= $\frac{114.676.800}{195.720.000} * 100 = 58.6\%$

Se selecciona como alternativa a las luminarias SYLVANIA LED TL5 TUBE 9 W como la mejor alternativa disponible en el mercado para reemplazar los fluorescentes Phillips que existe actualmente.

Este análisis se realizó considerando las mismas condiciones en todos los casos por ende la tarifa con la que se calculó el consumo es la actual y su número es el mismo.

8.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

8.2.1 CONSUMO DIARIO:

El primer paso para conocer el tamaño del sistema, es calcular el consumo máximo diario de energía empleada en luminarias de la edificación ya que este es el consumo que debe suplir el sistema, para ello usando la información de horarios suministrada por la decanatura se tabularon todos los datos de uso de luminarias en los distintos espacios del edificio, a continuación, se presenta un fragmento:

Tabla 18: Horas de uso diarias por tipo de espacio.

ESPACIO	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES	
	# Horas	# Personas	# Horas	# Personas	# Horas	# Personas
LABORATORIOS						
k-003	4	27	6	39	4	33
k-006	10	10	10	12	10	6
k-102	8	10	8	20	8	30
k-103	2	12	4	15	2	7
k-104	8	73	8	63	10	87
k-106	8	45	8	61	8	60
k-203	6	48	10	36	4	27
k-204	4	40	7	57	4	40
k-208	3	5	3	5	3	5
k-209/210	6	54	10	85	8	63
k-214	8	18	6	31	4	40

Fuente: Propia.

Calculadas las horas de uso para cada espacio se determinó que el día de mayor carga horaria es el martes y se calculó el uso promedio de cada espacio en ese día:

Tabla 19: Formato de horas de uso de luminarias por espacio en la semana.

LUGAR	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES	
	# Horas	# Personas	# Horas	# Personas	# Horas	# Personas	# Horas	# Personas
LABORATORIOS	135	534	161	714	136	650	148	849
AULAS DE CLASE	119	976	129	849	128	1002	121	1022
OFICINAS	184	206	184	206	184	206	184	206
TOTAL	438	1716	474	1769	448	1858	453	2077

Fuente: Propia.

Así multiplicando las horas promedio en el día de mayor ocupación por la cantidad de luminarias en cada espacio obtenemos el consumo máximo diario y será este el valor que deberá ser suministrado por el sistema.

Tabla 20: Consumo de energía día martes.

LUGAR	# Horas promedio	TOTAL LUMINARIAS	CONSUMO (KW)
LABORATORIOS	6	884	91,49
OFICINAS	8	656	94,46
AULAS DE CLASE	6	290	33,67
PASILLOS	14	530	133,56
BAÑOS	4	84	6,05
SALAS	5	182	16,38
Consumo día critico			375,62

Fuente: Propia.

El cálculo del consumo en el día critico de las luminarias se realizó considerando la aplicación de la alternativa del cambio de las luminarias a tipo led, ya que se considera inviable aplicar un sistema de energía solar si el consumo no es el más eficiente.

8.2.2 ELEMENTOS DEL SISTEMA:

El sistema propuesto en el presente proyecto corresponde a una planta de producción de energía solar para autoconsumo conectado en paralelo a la red de suministro existente por lo tanto no es necesario el uso de baterías para el almacenamiento ni de reguladores que controlen la carga y descarga de las mismas.

8.2.3 GENERADORES

El elemento principal del sistema son los paneles que convierten la radiación solar en corriente alterna por ello es indispensable conocer exactamente cuántos requiere el sistema así como la especificación de potencia y precio más óptimo, por tanto se realizó un análisis de distintos tipos de paneles de distintas empresas y distintas potencias.

La cantidad de paneles se calculó así:

$$Cantidad\ de\ paneles = \frac{Consumo(Kw) * 1000}{Potencia(W) * Horas\ Radicacion(h)}$$

Se consideró que para la ciudad de Bucaramanga el número promedio de horas en los cuales la radiación solar es máxima es de 5 según el atlas de brillo solar del IDEAM

Tabla 21: Análisis costos de paneles solares.

Paneles Solares				
Nombre	Potencia (W)	Precio	Cantidad	INVERSION
EREA S.A.S	250	\$986.000	300	\$296.285.112
INGESOLAR	260	\$504.000	289	\$145.623.046
GREENENERGY	250	\$630.000	300	\$189.309.960
LUXURY	300	\$1.200.000	250	\$300.492.000
CIVI SOLAR	300	\$620.000	250	\$155.254.200
SAVI INGENIERIA	310	\$762.065	242	\$184.672.932
SOLAR WORLD	340	\$865.000	221	\$191.121.750

Fuente: Propia.

Del análisis anterior concluimos que la mejor opción son los paneles solares de 260 W de la empresa INGESOLAR.

8.2.4 INVERSORES

El siguiente elemento necesario son los inversores, para determinar la cantidad necesaria se realiza un procedimiento similar al de los generadores donde se consideran la potencia de consumo requerida y la potencia máxima que soporta cada inversor.

$$Cantidad\ de\ Inversores = \frac{Consumo(Kw) * 1000}{Potencia\ del\ Inversor(W)}$$

Tabla 22: Análisis de costos de los inversores.

INVERSORES				
Nombre	Potencia (W)	Precio	Cantidad	INVERSION
EREA S.A.S	10000	\$11.200.000	38	\$420.688.800
HUAWEI	14000	\$10.728.000	27	\$287.828.409
YASAKAWA	36000	\$13.324.000	10	\$139.019.285
ZIGOR SOLAR	18000	\$24.097.000	21	\$502.844.148
INGE TEAM	70000	\$27.964.000	5	\$150.052.827
INGECON	25000	\$25.449.000	15	\$382.361.045

Fuente: propia.

Del análisis anterior seleccionamos los inversores marca yasakawa de 36Kv de potencia.

8.2.5 INVERSION

Una vez que se conocen los componentes del sistema se procede a calcular el valor total de la inversión, para ello se considera que el valor de los accesorios complementarios como cables conectores es del 5% y a su vez la mano de obra requerida para la instalación cuesta 15% del total de los equipos. [46]

Tabla 23: Inversión total para el sistema de generación de energía solar.

ELEMENTOS	VALOR
PANELES SOLARES	\$145.623.046
INVERSORES	\$139.019.285
ACCESORIOS	\$14.232.117
MANO DE OBRA	\$42.696.350
TOTAL INVERSION:	\$341.570.797

Fuente: Propia.

9 PROYECCIÓN DE LA TARIFA DE ENERGÍA

Con el fin de estimar los costos reales de la energía se realizó un análisis de las tarifas obtenidas de los recibos de energía suministrado por la administración de servicios generales de la universidad, para los años 2013-2016, a continuación, se presenta el histórico para el año 2013 los demás se encuentran disponibles en los anexos.

Tabla 24: Histórico de tarifas de la energía en el campus UPB.

MES/AÑO 2013	CONSUMO	VALOR kWh	TOTAL
	kWh/mes	\$	\$
ene-13	104079	\$204,90	\$21.325.864
feb-13	143167	\$224,65	\$32.163.153
mar-13	136883	\$228,26	\$31.245.145
abr-13	161059	\$234,35	\$37.744.228
may-13	125845	\$227,54	\$28.634.653
jun-13	119566	\$231,16	\$27.638.516
jul-13	138827	\$229,73	\$31.892.578
ago-13	157355	\$226,77	\$35.683.362
sep-13	157928	\$229,29	\$36.211.834
oct-13	171610	\$230,36	\$39.531.766
nov-13	143576	\$222,77	\$31.984.962
dic-13	108431	\$220,61	\$23.921.025
COSTO TOTAL ANUAL			\$377.977.086,00

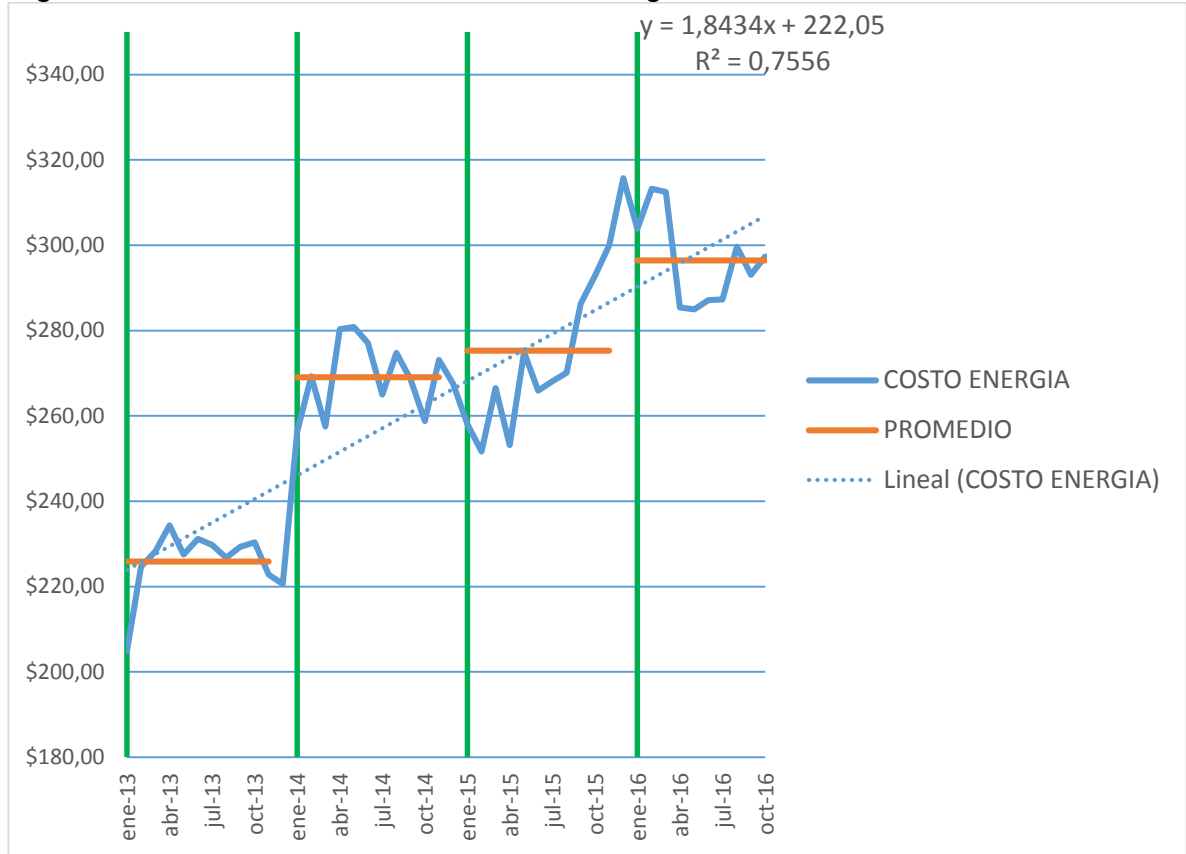
Fuente: Servicios Generales UPB.

Al momento de analizar esta información es importante tener en cuenta que electrificadora establece una tarifa variable que depende de los siguientes factores:

- Generación
- Transmisión
- Distribución
- Comercialización
- Perdidas
- Restricciones

Por ende, se puede apreciar que es común que la tarifa disminuya en algunos meses, pero al considerar los periodos de un año observamos que existe un incremento variable entre ellos.

Figura 33: Incrementos en las tarifas de energía 2013-2016.



Fuente: Propia.

Se seleccionó la regresión lineal ya que fue la que presento un mejor coeficiente de relación R, esta ecuación nos permitió proyectar mensualmente el incremento en las tarifas y con estas calcular la tarifa promedio anual para los próximos años.

Se observa que los incrementos significativos se dan anualmente, y que las tarifas mensuales de cada año tienen tanto incrementos como disminuciones en el precio, lo que hace que sea una tarifa variable.

Tabla 25: Proyección de tarifas de energía.

AÑO	VALOR kWh
	\$
2017	322,52
2018	344,64
2019	366,76
2020	388,88
2021	411,00
2022	433,12
2023	455,24
2024	477,36
2025	499,48
2026	521,60
2027	543,72
2028	565,84
2029	587,96
2030	610,09
2031	632,21
2032	654,33
2033	676,45
2034	698,57
2035	720,69
2036	742,81
2037	764,93
2038	787,05
2039	809,17
2040	831,29
2041	853,41

Fuente: Propia.

Esta proyección se realizó a 25 años debido a que esta es la vida útil de un sistema de generación de energía solar fotovoltaica.

10 EVALUACION FINANCIERA DE ALTERNATIVAS PARA EL AHORRO DE ENERGIA

Para determinar la viabilidad financiera del proyecto primero se proyectaron los costos de la energía que producirá el sistema a lo largo de su vida útil, para esto se usaron las tarifas estimadas anteriormente y el consumo mensual del sistema de luminarias, suponiendo que se mantiene constante en el tiempo.

Una vez estimado el costo total de la energía en los 25 años, es necesario transformar ese valor al equivalente al actual mediante el método del valor presente neto.

$$f(x) = \sum_{t=1}^n \left(\frac{C_e}{(1+i)^t} \right)$$

Donde:

Ce: Costo de la energía

I: Tasa de descuento

n: Vida útil del proyecto

La tasa de descuento utilizada en este caso fue el índice de precio al consumidor promedio que se calculó basado en el histórico suministrado por el departamento nacional de estadística para el periodo 1999-2016, el resultado fue un IPC promedio de 0,43%.

Tabla 26: Índice de precios al consumidor 1999-2016

AÑO 2016, MES 10	Base Diciembre de 2008 = 100,00																	
	Mes	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	2,21	1,29	1,05	0,80	1,17	0,89	0,82	0,54	0,77	1,06	0,59	0,69	0,91	0,73	0,30	0,49	0,64	1,29
Febrero	1,70	2,30	1,89	1,26	1,11	1,20	1,02	0,66	1,17	1,51	0,84	0,83	0,60	0,61	0,44	0,63	0,59	1,28
Marzo	0,94	1,71	1,48	0,71	1,05	0,98	0,77	0,70	1,21	0,81	0,50	0,25	0,27	0,12	0,21	0,39	0,56	0,94
Abril	0,78	1,00	1,15	0,92	1,15	0,46	0,44	0,45	0,90	0,71	0,32	0,46	0,12	0,14	0,25	0,46	0,54	0,54
Mayo	0,48	0,52	0,42	0,60	0,49	0,38	0,41	0,33	0,30	0,93	0,01	0,10	0,28	0,30	0,28	0,48	0,26	0,51
Junio	0,28	-0,02	0,04	0,43	-0,05	0,60	0,40	0,30	0,12	0,86	-0,06	0,11	0,32	0,08	0,23	0,09	0,1	0,48
Julio	0,31	-0,04	0,11	0,02	-0,14	-0,03	0,05	0,41	0,17	0,48	-0,04	-0,04	0,14	-0,02	0,04	0,15	0,19	0,52
Agosto	0,50	0,32	0,26	0,09	0,31	0,03	0,00	0,39	-0,13	0,19	0,04	0,11	-0,03	0,04	0,08	0,20	0,48	-0,32
Septiembre	0,33	0,43	0,37	0,36	0,22	0,30	0,43	0,29	0,08	-0,19	-0,11	-0,14	0,31	0,29	0,29	0,14	0,72	-0,05
Octubre	0,35	0,15	0,19	0,56	0,06	-0,01	0,23	-0,14	0,01	0,35	-0,13	-0,09	0,19	0,16	-0,26	0,16	0,68	-0,06
Noviembre	0,48	0,33	0,12	0,78	0,35	0,28	0,11	0,24	0,47	0,28	-0,07	0,19	0,14	-0,14	-0,22	0,13	0,6	
Diciembre	0,53	0,46	0,34	0,27	0,61	0,30	0,07	0,23	0,49	0,44	0,08	0,65	0,42	0,09	0,26	0,27	0,62	
En año corrido	9,23	8,75	7,65	6,99	6,49	5,50	4,85	4,48	5,69	7,67	2,00	3,17	3,73	2,44	1,94	3,66	5,98	

Fuente: Departamento nacional de estadística.

Una vez que se conocen todos estos factores se calculó el valor presente neto de los costos anuales de energía y se acumuló para determinar el total de dinero ahorrado por el sistema a lo largo de su vida útil.

Tabla 27: Valor presente neto del costo de energía

AÑO	COSTO ENERGIA	VPN	VPN ACUMULADO
1	\$43.616.969	\$41.433.428	\$41.433.428
2	\$46.608.586	\$42.058.781	\$83.492.209
3	\$49.600.203	\$42.517.683	\$126.009.891
4	\$52.591.820	\$42.825.231	\$168.835.122
5	\$55.583.437	\$42.995.429	\$211.830.551
6	\$58.575.054	\$43.041.258	\$254.871.809
7	\$61.566.671	\$42.974.745	\$297.846.555
8	\$64.558.288	\$42.807.023	\$340.653.577
9	\$67.549.905	\$42.548.391	\$383.201.968
10	\$70.541.522	\$42.208.372	\$425.410.339
11	\$73.533.139	\$41.795.763	\$467.206.102
12	\$76.524.756	\$41.318.684	\$508.524.786
13	\$79.516.373	\$40.784.624	\$549.309.410
14	\$82.507.990	\$40.200.484	\$589.509.894
15	\$85.499.607	\$39.572.617	\$629.082.512
16	\$88.491.224	\$38.906.865	\$667.989.376
17	\$91.482.841	\$38.208.594	\$706.197.970
18	\$94.474.458	\$37.482.728	\$743.680.698
19	\$97.466.075	\$36.733.782	\$780.414.480
20	\$100.457.692	\$35.965.884	\$816.380.364
21	\$103.449.309	\$35.182.809	\$851.563.173
22	\$106.440.926	\$34.388.002	\$885.951.175
23	\$109.432.543	\$33.584.599	\$919.535.774
24	\$112.424.160	\$32.775.453	\$952.311.227
25	\$115.415.777	\$31.963.152	\$984.274.379

Fuente: Propia.

El costo de Energía que se deja de pagar por concepto de iluminación fue de: \$1.987.909.327 sin embargo al llevar este valor al presente se encontró que representa \$984.274.379.

El valor de la inversión en el sistema de energía solar calculada es de \$341.570.797 el cual al ser comparado con los resultados de la tabla anterior encontramos que:

- La inversión resulta financieramente viable ya que se encontró que el balance entre los ingresos y los costos resulto positivo:

$$\$984.274.379 - \$341.570.797 = \$642.703.582$$

El periodo de retorno de la inversión es de 8 años ya que el valor presente neto acumulado para ese año es de \$340.653.577 y por tanto es equivalente al valor de la inversión.

11 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INSTALACIONES SANITARIAS

Debido a que nos encontramos en un establecimiento de uso institucional educativo identificamos que el consumo de agua se debe en su mayoría al uso las instalaciones sanitarias, por ello se realizó un inventario de todos los aparatos sanitarios disponibles en los baños del edificio con el fin de identificar las alternativas más ecológicas y económicas que permitan prestar el mismo servicio empleando menos agua.

- INODOROS
Marca: CORONA
Sistema: Fluxómetro
Consumo: 4.8 lpf
Precio:\$1.096.000

Figura 34: Inodoro tipo, edificio k.



Fuente: Propia

- ORINALES
Marca: CORONA
Sistema: Fluxómetro
Consumo: 3.8 lpf
Precio:\$847.900

Figura 35: Orinal tipo, edificio k.



Fuente: Propia

- LAVAMANOS
 Marca: CORONA
 Sistema: Botón
 Consumo: 0.8 lpf
 Precio:\$247.000

Figura 36: Lavamanos tipo, edificio k.



Fuente: Propia

Una vez identificados los aparatos sanitarios en el edificio se realizó un inventario de las unidades:

Tabla 28: Inventario de aparatos sanitarios en el edificio K.

APARATOS SANITARIOS	SOTANO	PISO 1	PISO 2	PISO 3	PISO 4	PISO 5	PISO 6	TOTAL
LAVAMANOS	8	6	6	6	6	6	6	44
INODORO	6	6	6	6	6	6	6	42
ORINAL	2	2	2	2	2	2	2	14

Fuente: Propia.

11.1 CALCULO DEL CONSUMO DE AGUA

11.1.1 POBLACION

Con el fin de estimar el requerimiento de agua del edificio, se realizó una estimación de la población diaria, siguiendo un procedimiento similar al utilizado para encontrar las horas promedio de uso de cada espacio, usando la información de estudiantes inscritos suministrada por la decanatura, se identificó el número de personas en cada espacio para los laboratorios y las aulas de clase, también se realizó un conteo del personal administrativo y docente para tener el aproximado de la población total diaria.

Los formatos en que se realizó este cálculo corresponden a las tablas 18 y 19 ya que como se mencionó forman parte del mismo análisis, los resultados fueron las siguientes cantidades de personas para cada día de la semana:

- Lunes: 1.716
- Martes: 1.769
- Miércoles: 1.858
- Jueves: 2.077
- Viernes: 1.567
- Sábado: 709

11.1.2 DOTACION

Con base en el trabajo titulado “Diagnostico de la red de acueducto de la upb seccional Bucaramanga” se determinó usar el valor de dotación que plantean para el campus de 20 Lt*hab/día ya que este responde correctamente a la necesidad específica que tienen la población de estudio permitiendo obtener valores más acordes a la realidad.

$$\text{Consumo} = 2077 \text{ hab} * 20 \text{ Lt} * \frac{\text{hab}}{\text{día}} = 41540 \text{ lt} * 24 \text{ dias} = 996.960 \text{ lt/mes}$$

12 ALTERNATIVAS PARA EL AHORRO DE AGUA

12.1 EVALUACION APARATOS AHORRADORES: ORINALES SECOS

Entre las opciones de aparatos ahorradores de agua los orinales secos representan una opción obligatoria para analizar ya que algunos ejemplares permiten ahorro de prácticamente el 100% de agua de uso de estos aparatos que como en el caso de estudio, de uso institucional pueden ser cifras significativas, por ello se realizó una comparación de algunos modelos disponibles en el mercado con el fin de seleccionar el óptimo.

Otra alternativa quizá un poco compleja es el uso de fluxómetros con sensor automático el cual además de tiene un consumo mucho más bajo tiene la ventaja de que evita los malos usos y los derroches optimizando la vida útil del aparato.

Tabla 29: Alternativas al cambio de orinales.

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS PARA EL CAMBIO DE ORINAL				
	ORINAL FLUXOMETRO CORDONA	Orinal ecológico sin agua TIG	Grifo de orinal operado por sensor	Orinal Sloan-falcon de valvula de silicona.	Orinal Sloan con cartucho de gel
Valor Comercial	\$ 897.900,00	\$ 600.000,00	\$ 448.000,00	\$ 950.000,00	\$ 850.000,00
Consumo Agua (lpf)	3,8	0	0,5	0	0
consumo de agua (L)	69350	0	9125	0	0
repuestos anuales	\$50.000	\$120.000	\$150.000	\$140.000	\$ 300.000,00
costo anual del consumo	\$1.532.635	\$0	\$201.663	\$0	\$0
costo de la inversion	\$ 11.672.700,00	\$ 7.800.000,00	\$ 5.824.000,00	\$ 12.350.000,00	\$ 11.050.000,00
Costo anual de operación	\$13.255.335	\$7.920.000	\$6.175.663	\$12.490.000	\$11.350.000
costo de operación a 10 años	\$27.499.050	\$9.000.000	\$9.340.625	\$13.750.000	\$14.050.000

Fuente: propia

Para este caso se analizaron 3 variables de costo:

- EL costo de los repuestos anuales: el cual depende de los elementos que deben ser reemplazados anualmente como cartuchos, llaves o filtros.
- EL costo anual de consumo: representa el valor del consumo de agua del aparato.
- El costo de la inversión: contempla la compra de los aparatos se divide en 2 taza y fluxómetro o en el caso de los ahorradores la taza y los cartuchos.

Teniendo en cuenta estos 3 valores se calculó así un costo de operación anual para cada uno que no es otro que la suma de los 3:

Costo Operación= (*costo de repuestos + costo del consumo + vaor de inversion*)

- Fluxómetro corona= (\$50.000 + \$1.532.635 + \$ 11.672.700) = \$13.255.335
- Opción 1= (\$120.000 + \$ 7.800.000) = \$7.920.000
- Opción 2= (\$150.000 + \$201.663 + \$ 5.824.000) = \$6.175.663
- Opción 3= (\$140.000 + \$ 12.350.000) = \$12.490.000
- Opción 4= (\$ 300.000 + \$ 11.050.000) = \$11.350.000

Debido a que la vida útil de los aparatos es mucho mayor a un año calculamos el costo de operación aproximado a 10 años para tener una mejor aproximación del potencial de ahorro que tiene cada una de las opciones

Costo Operación= (10 * (*costo anuales*) + *costo de inversion*)

- Fluxómetro corona=(10 * (\$1.582.635) + \$ 11.672.700) = \$27.499.050
- Opción 1= (10 * (\$120.000) + \$ 7.800.000) = \$9.000.000
- Opción 2= (10 * (\$150.000 + \$201.663) + \$ 5.824.000) = \$9.340.625
- Opción 3= (10 * (\$140.000) + \$ 12.350.000) =\$13.750.000
- Opción 4= (10(\$ 300.000) + \$ 11.050.000) = \$14.050.000

Como podemos observar la opción 2 el orinal ecológico sin agua TIG con cartucho de trampa mecánica

12.2 EVALUACION APARATOS AHORRADORES: PERLIZADORES:

Lo perlizadores son aparatos sencillos que pueden producir grandes ahorros fácilmente por tanto el análisis se centró en determinar la diferencia en los consumos de los grifos con y sin perlizadores, así como el ahorro que se produciría en consecuencia.

En primer lugar, se determinó una tarifa promedio del AMB de \$1700/m³ de agua y los consumos por uso de cada una de las opciones, conocemos que para la grifería corona con temporizador es de 0,8 lpf y en el caso de uso de perlizadores es de 0,16 lpf ya que estos reducen el consumo un 80%, teniendo estos datos como base procedemos a realizar los siguientes cálculos:

Costo unitario del consumo= (*consumo unitario * tarifa de consumo*)

- Actual= $0,8 \text{ lpf} * 1,7 \frac{\$}{\text{l}} = 1,36\$$
- Perlizador= $0,16 \text{ lpf} * 1,7 \frac{\$}{\text{l}} = 0,27\$$

Se halló entonces la diferencia en el costo del uso unitario= C. Actual- C. perlizador y el costo de inversión, para la grifería actual debido a que ya se cuenta con ella el costo será 0 y para los perlizadores será el costo unitario por el número de unidades.

- Diferencia del costo de uso unitario= $\$1,36 - \$0,27 = 1,09\$$
- Costo de inversión= $28.000\$ * 24 \text{ und} = \$ 1.232.000$

Ahora que se conoce el ahorro por cada consumo y el costo de la inversión procedemos a calcular con cuantos usos se recuperaría esta inversión que sería el cociente entre ambos, además de los usos que se requeridos por cada grifo:

- Usos requeridos= $\frac{1.232.000}{1,09} = 1.130.275$

Conociendo entonces los usos requeridos para cubrir el costo de la inversión podemos calcular, basados en la población estimada el tiempo requerido para que esto ocurra suponiendo que cada persona usa una vez al día el lavamanos:

Tabla 30: Ahorro por uso de lavamanos.

DIAS	NUMERO PERSONA	AHORRO POR LAVADO DE MANOS
LUNES	1716	2196,48
MARTES	1769	2264,32
MIÉRCOLES	1858	2378,24
JUEVES	2077	2658,56
VIERNES	1567	2005,76
SÁBADO	709	907,52
TOTAL LITROS POR LAVADO DE MANOS SEMANA		12411
TOTAL LITROS POR LAVADO DE MANOS MES		49644

Fuente: Propia.

Ahora usando el ahorro por mes en litros podemos calcular el valor del agua:

$$\text{Valor del ahorro} = 49.64 \text{ m}^3 * \$1700/\text{m}^3 = \$ 84.388$$

Con el valor de ahorro mensual se calcula el periodo de retorno mediante el cociente de este con el valor de la inversión.

$$\text{Periodo de retorno} = \frac{1.130.275}{84388} = 13,39$$

Además de retornar la inversión en 13,4 meses es importante resaltar que en ese mismo periodo de tiempo se ahorra la siguiente cantidad de agua:

$$\text{ahorro de agua} = 49644 * 13,4 = 665229 \text{ L}$$

Tabla 31: Análisis del uso de perlizadores

CARACTERISTICAS	Análisis de Perlizadores	
	GRIFERIA ACTUAL	GRIFO CON PERLIZADOR
Valor Comercial	\$ 0,00	\$ 28.000,00
Consumo Agua (lpf)	0,8	0,16
Diferencia de consumo (lpf)	0,64	
Costo unitario del consumo	1,36	0,27
Diferencia en el costo	1,09	
Costo de la inversión	\$ 0	\$ 1.232.000
Ahorro mensual (L)	49.644	

Fuente: propia.

12.3 SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS

12.3.1 CALCULO DE LA OFERTA DE AGUA LLUVIA

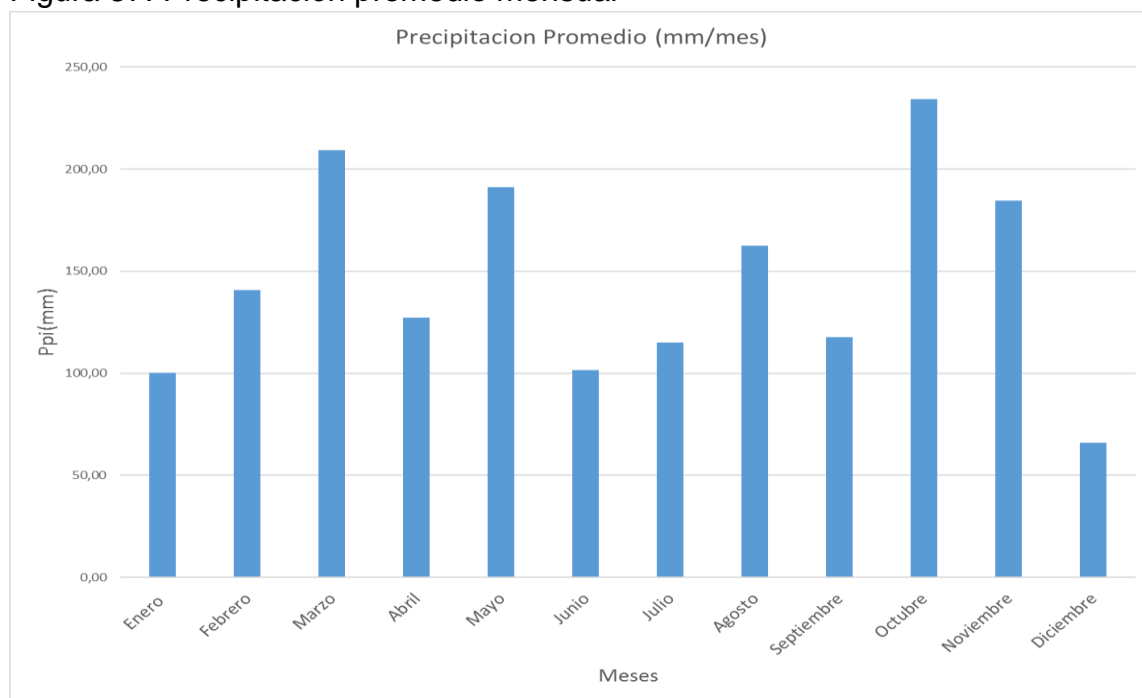
El primer paso en el cálculo de un sistema consiste en determinar el agua lluvia disponible en el sector donde se realizará el proyecto, para ello se solicitó al IDEAM la información del promedio mensual de lluvia en la estación 23190700 localizada en el municipio de Piedecuesta, se obtuvieron así tres registros mensuales para un periodo de 10 años (2006-2016) como lo recomienda el CEPIS, a partir de estos registros se calculó un promedio mensual así:

Tabla 32: Precipitación promedio mensual Estación 2390700.

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
2006	91,6	73,1	142,6	106,4	200,2	196	66,3	114,8	125,9	236,9	174,4	33,2	
2007	138,9	107,5	267,3	132,7	223,2	69,6	155,4	124,7	97,9	281,6	129,2	42,8	
2008	115,5	122,6	479,9	132,6	223,5	56	147,1	107,3	136,2	135,2	184,3	22,7	
2009	92,9	123,1	164,6	141,4	102	132,1	123,9	230,8	24	267,8	186,3	53,3	
2010	5,6	109,9	16,1	113,6	347,9	198,5	181,8	118,4	275,3	183,4	355,1	244	
2011	38,9	83,5	170,1	182,4	203,9	167,6	103,4	165,8	126,2	312,3	217	95,7	
2012	259,9	107,8	341,7	187,9	164,8	42,2	39	86,9	112,4	255	118,3	52	
2013	112,1	400,3	50,7	40,3	142,3	127,7	72,1	227,2	88,2	188,1	155,6	55,8	
2014	74,5	216,7	131,4	112,4	64,6	28,9	107,1	191,4	125,6	395,1	230,5	49,5	
2015	86,5	136,9	145,5	46,5	271,9	40,2	113,8	257,2	66,4	88,2	95,6	12,4	
2016	84,8	67,8	390,8	202,7	157,8	57,3	155,4	162	117	234	184	66	
MEDIA	100,11	140,84	209,15	127,17	191,10	101,46	115,03	162,41	117,74	234,33	184,57	66,13	1750,04

Fuente: Propia.

Figura 37: Precipitación promedio mensual



Fuente: Propia.

El promedio anual de la zona es de 1750 mm, el mes más seco del año es diciembre con una precipitación de 66 mm aproximadamente y el mes con mayores lluvias es octubre con una precipitación de 240 mm.

A continuación se procede a hallar el potencial de ahorro de agua potable, basados en lo oferta mensual de precipitaciones y el consumo calculado para el edificio k se tuvieron en cuenta los siguientes:

:

- El área (A) de recolección para la cual se consideró el área de cubierta del mismo edificio (1500 m²)
- La infiltración (i) se considera 1 porque la superficie es completamente impermeable.
- La población calculada se ajustó para los meses de diciembre y junio ya que en estos meses la población se reduce por cuenta de las vacaciones de los estudiantes limitándose a administrativos.
- la dotación usada en este cálculo fue de 20 lt*hab*dia.[47]

Usando estos factores se calcularon los caudales de oferta y demanda:

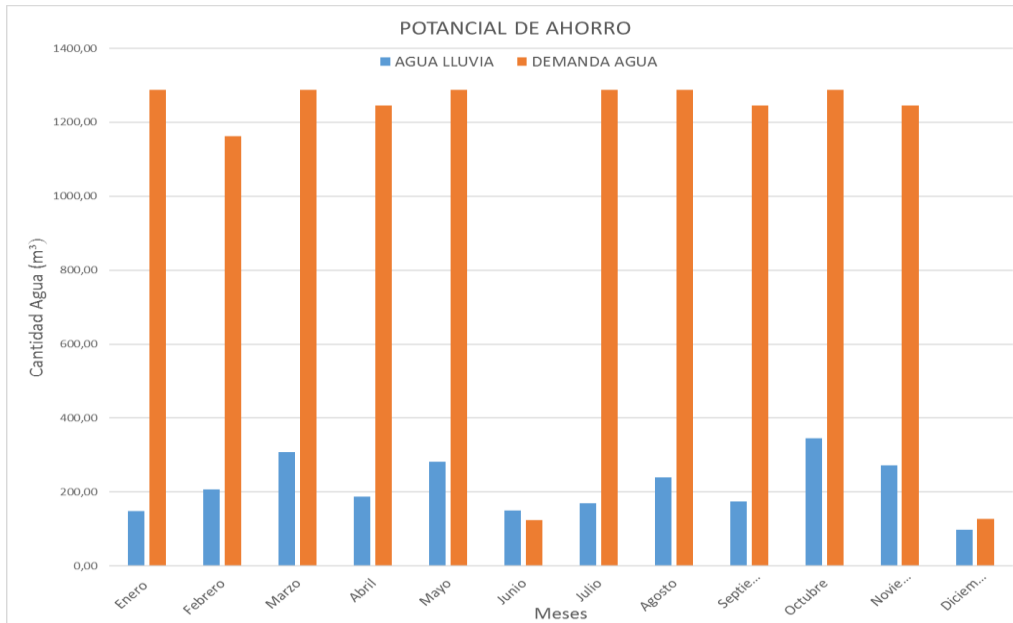
- $Caudal\ de\ oferta = C * i * A$
- $Caudal\ demandado = P * D$

Tabla 33: Potencial de ahorro de agua.

MES	Precipitación promedio Ppi	Días de mes	Demanda, Di (m ³ /mes)	Demanda Acumulada, Dai (m ³ /mes)	Oferta, Ai (m ³ /mes)	Potencial de ahorro de agua potable %
Enero	100,11	31	1287,74	3949,4	147,66	11,5
Febrero	140,84	28	1163,12	5112,52	207,73	17,9
Marzo	209,15	31	1287,74	6400,26	308,50	24,0
Abril	127,17	30	1246,2	7646,46	187,58	15,1
Mayo	191,10	31	1287,74	8934,2	281,87	21,9
Junio	101,46	30	123,6	9057,8	149,66	121,1
Julio	115,03	31	1287,74	10345,54	169,67	13,2
Agosto	162,41	31	1287,74	11633,28	239,55	18,6
Septiembre	117,74	30	1246,2	12879,48	173,66	13,9
Octubre	234,33	31	1287,74	1287,74	345,63	26,8
Noviembre	184,57	30	1246,2	2533,94	272,24	21,8
Diciembre	66,13	31	127,72	2661,66	97,54	76,4

Fuente: Propia

Figura 38: Potencial de ahorro.

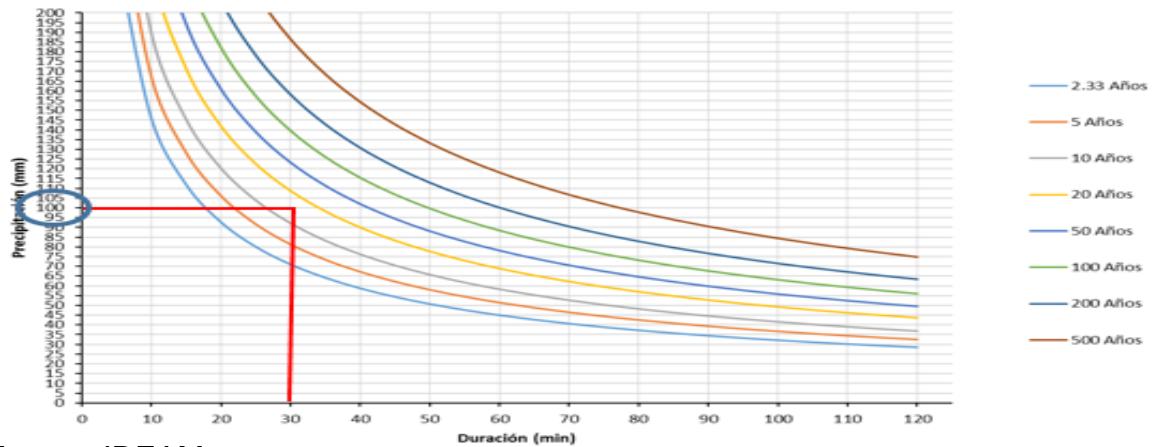


Fuente: Propia.

12.3.2 ALMACENAMIENTO

Para el dimensionamiento del tanque de almacenamiento de aguas lluvias se realiza como lo menciona la NTC-1500, la cual propone diseñar el tanque de almacenamiento con las curvas IDF intensidad vs duración para una lluvia de duración de 30 min y un periodo de retorno de 15 años. La grafica a utilizar fue proporcionada por el IDEAM de la estación de la granja en Piedecuesta Santander.

Figura 39: Curvas IDF estación la granja Piedecuesta.



Fuente: IDEAM.

De la gráfica se obtiene una intensidad de 100 mm/h la cual se tomará para el cálculo del volumen del tanque de almacenamiento.

Según la NTC-1500 para el cálculo del caudal de aguas lluvias se realiza de la siguiente forma:

$Q=C*I*A$ Siendo:

Q: Caudal de aguas lluvias (m³)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de la precipitación (m/h)

A: Área de captación (m²)

Para nuestro caso de estudio se tiene los siguientes valores:

$$Q=1*100*1500 \quad \quad \quad \mathbf{Q=150 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Se propone construir un tanque de 150 m³.

12.3.3 ELEMENTOS DEL SISTEMA

12.3.3.1 INTERCEPTOR DE PRIMERAS AGUAS

Según la metodología del cepis el tanque interceptor de primeras aguas debe tener capacidad para almacenar el agua equivalente a 1 mm por metro cuadrado de área de captación.

$$Volumen = 1500m^2 * 1mm = 1500 \text{ lt}$$

Teniendo esto en cuenta los siguientes son los elementos que hacen parte del interceptor de primeras aguas:

Tabla 34: Presupuesto del interceptor de primeras aguas.

INTERCEPTOR DE PRIMERAS AGUAS	
	VALOR \$
TANQUE INTERCEPTOR DE 1500 M3	\$420.000
VALVULA DE BOLA TIPO LLAVE	\$29.000
VALVULA DE FLOTADOR DE 2"	\$187.000
TOTAL:	\$636.000

Fuente: Propia.

12.3.3.2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Tabla 35: Presupuesto de Tanque de almacenamiento de agua.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V.UNITARIO	V.TOTAL
1,1	PRELIMINARES				
	DESMONTE Y LIMPIEZA	M2	76	\$1.250	\$95.000
1,2	EXCAVACIONES				
	EXCAVACION COMUN 0-2M	M3	152	\$16.602	\$2.523.504
	EXCAVACION COMUN 2-3M	M3	38	\$19.531	\$742.178
	RETIRADA MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACION	M3	247	\$24.000	\$5.928.000
1,3	ENTRESUELO				
	ENTRESUELO EN PIEDRA E=0,2	M3	15	\$50.000	\$750.000
1,4	CONCRETO				
	SOLADO EN CONCRETO $f'c=140 \text{ Kg/cm}^2$ $e=0,05 \text{ m}$	M3	2,5	\$200.000	\$500.000
	CONCRETO $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$ PARA LOSA DE FONDO INCLUYE IMPERMEABILIZANTES Y ADITIVOS DE FRAGUADO	M3	19	\$480.000	\$9.120.000
	CONCRETO $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$ PARA MUROS, INCLUYE IMPERMEABILIZANTES	M3	19	\$520.000	\$9.880.000
	CONCRETO $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$ PARA TAPAS, INCLUYE IMPERMEABILIZANTES	M3	19	\$520.000	\$9.880.000
1,5	ACERO				
	ACERO DE REFUERZO $f_y=60.000 \text{ p.s.i.}$ (NORMA NTC 2289)	KG	5696	\$4.200	\$23.923.200
1,6	COMPLEMENTARIOS				
	CINTA PVC de $e=22 \text{ cm}$	ML	31	\$32.000	\$992.000
TOTAL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA					\$64.333.882

Fuente: Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa de ahorro de agua potable en la institución educativa maría auxiliadora.

12.3.3.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS

Una de las opciones a considerar consiste en potabilizar el agua captada y verterla directamente en el tanque del edificio, por ello se pidió una cotización a la empresa EDUARDOÑO S.A.S de un sistema completo para tratamiento de estas:

Este innovador sistema permite potabilizar hasta 2000 L de agua diarios, la planta está compuesta por un sistema compacto que utiliza una mezcla de procesos fisicoquímicos, los cuales incluyen doble filtración y desinfección con cloro y UV (opcional).

Tabla 36: Presupuesto planta de tratamiento de aguas lluvias.

Planta de tratamiento de aguas lluvias	
PTALL OPCIÓN 1 (tubería + Skid) 1.000 a 2.000 litros / 10 - 12 horas	\$ 2.705.500
Accesorios complementarios y necesarios	
	\$
Desinfección con lámpara UV	1.179.000
Desinfección con dosificador hidráulico	\$ 394.800
Sistema de alimentación (bomba + tablero) altura máx. de entrega: 4 m. y longitud de 6 m.	\$ 1.747.000
Costos de envío	\$ 650.000
	\$
Instalación	1.200.000
TOTAL	\$ 7.876.300

Fuente: Eduardoño S.A.S

OPCIONES:

Las especificaciones del sistema dependen de su uso por tanto se tendrán en cuenta 2 opciones al momento de calcular el costo del sistema:

- Sistema de almacenamiento de agua para consumo humano:
Esta opción incluye todos los costos ya que hace necesario potabilizar el agua.

$$\text{Costo del sistema opcion 1} = 636000 + 64333882 + 7876300 = \$72846182$$

- Sistema de almacenamiento para otros usos:
Esta opción contempla que el agua almacenada no se use para consumo humano.

$$\text{Costo del sistema opcion 1} = 636000 + 64333882 = \$64969882$$

12.3.4 EVALUACION DEL SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS

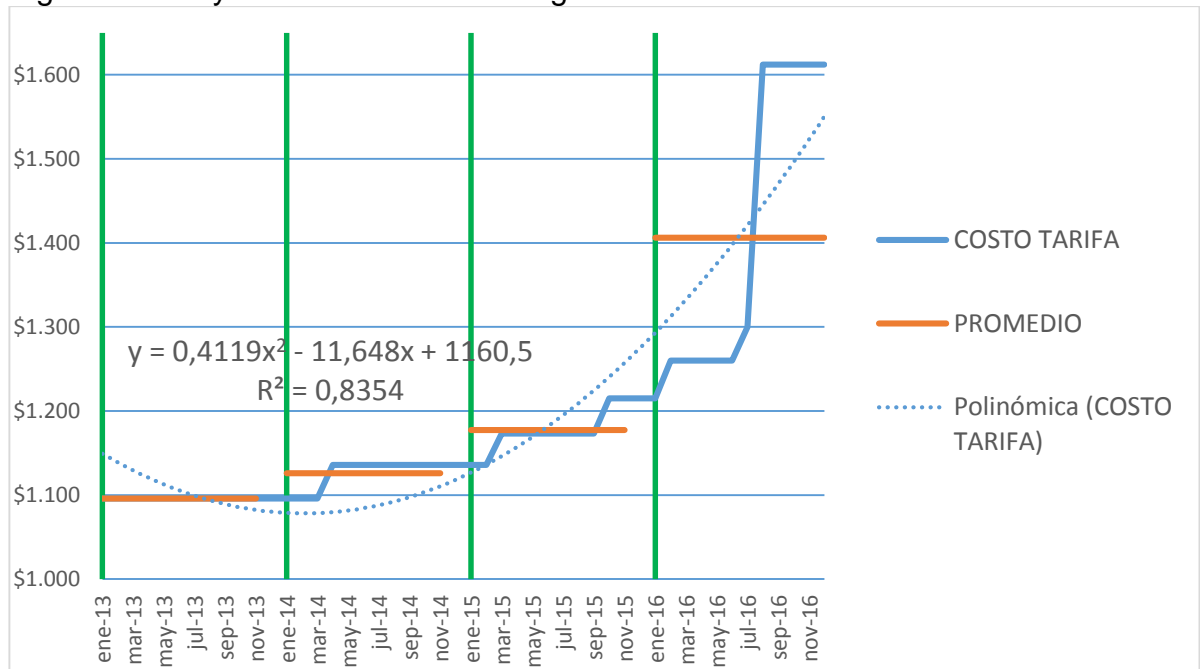
Siguiendo el mismo procedimiento utilizado para proyectar la tarifa de luz se utilizaron los datos del registro histórico de la tarifa mensual por m3 en el periodo 2013-2016 para proyectar el incremento de las tarifas, a continuación, se expone el histórico de tarifas 2014, los demás se encuentran disponibles en anexos:

Tabla 37 Histórico de tarifas de agua.

MES/AÑO 2014	VALOR M3
	\$
Enero	\$1.096
Febrero	\$1.096
Marzo	\$1.096
Abril	\$1.136
Mayo	\$1.136
Junio	\$1.136
Julio	\$1.136
Agosto	\$1.136
Septiembre	\$1.136
Octubre	\$1.136
Noviembre	\$1.136
Diciembre	\$1.136
PROMEDIO ANUAL	\$1.126

Fuente: Propia

Figura 40: Proyección de la tarifa de agua.



Fuente: Propia.

Usando la regresión polinómica se pudo proyectar la tarifa y encontrar el costo del agua que se puede ahorrar y se calculó su valor presente neto

Tabla 38: Valor presente neto del costo de agua.

AÑO	COSTO AGUA	VPN	VPN ACUMULADO
1	\$3.069.567	\$2.915.899	\$2.915.899
2	\$3.871.597	\$3.493.662	\$6.409.562
3	\$4.881.225	\$4.184.224	\$10.593.786
4	\$6.098.450	\$4.965.934	\$15.559.720
5	\$7.523.272	\$5.819.473	\$21.379.193
6	\$9.155.693	\$6.727.651	\$28.106.844
7	\$10.995.711	\$7.675.222	\$35.782.066
8	\$13.043.326	\$8.648.711	\$44.430.777
9	\$15.298.539	\$9.636.257	\$54.067.034
10	\$17.761.350	\$10.627.466	\$64.694.500
11	\$20.431.758	\$11.613.280	\$76.307.780
12	\$23.309.764	\$12.585.846	\$88.893.626
13	\$26.395.368	\$13.538.409	\$102.432.034
14	\$29.688.569	\$14.465.203	\$116.897.238
15	\$33.189.367	\$15.361.359	\$132.258.596
16	\$36.897.764	\$16.222.810	\$148.481.406
17	\$40.813.758	\$17.046.216	\$165.527.623
18	\$44.937.349	\$17.828.887	\$183.356.510
19	\$49.268.538	\$18.568.715	\$201.925.224
20	\$53.807.325	\$19.264.110	\$221.189.334
21	\$58.553.709	\$19.913.946	\$241.103.280
22	\$63.507.691	\$20.517.508	\$261.620.789
23	\$68.669.271	\$21.074.443	\$282.695.232
24	\$74.038.448	\$21.584.717	\$304.279.949
25	\$79.615.222	\$22.048.576	\$326.328.524

Fuente: propia.

Una vez realizada la proyección se compara los costos de las opciones para conocer el periodo de retorno de las inversiones:

- Sistema de almacenamiento de agua para consumo humano:
Con un consto de \$72.846.182 observamos que la inversión se recupera en menos de 11 años.

- Sistema de almacenamiento para otros usos:
El costo de esta opción fue de \$64.969.882 por tanto la inversión retorna en 10 años.

13 CALCULO DE LOS PORCENTAJES DE AHORRO

A continuación, se llevará a cabo una comparación entre los consumos del edificio y los sistemas empleando las tecnologías evaluadas con el fin de conocer el potencial de ahorro de cada una.

13.1 AHORRO DE ENERGIA

Para determinar el ahorro de energía es necesario conocer el consumo mensual del edificio debido a que no se cuenta con un medidor en él, se realiza una aproximación usando el consumo general de la universidad registrado en los recibos y dividiendo en el número de edificios:

Consumo mensual promedio 2016: 180.440 Kw
Consumo promedio Edificio K: 15.036 Kw

13.1.1 AHORRO POR LUMINARIAS LED

Se calculó el consumo mensual de las luminarias tipo 2 existentes, así como el de la opción seleccionada:

Tabla 39: Ahorro por luminarias led.

Luminaria	LUMINARIA TIPO 2	SYLVANIA LED T8 TUBE 18 W 865
Consumo Energético (W/h)	28	18
Cantidad	2.258	
Consumo total (Kw)	9.213	5.923
Ahorro	3.290	

Fuente: Propia.

Porcentajes de ahorro energía:

$$\text{Porcentaje de ahorro Global} = \frac{3290}{180440} * 100 = 1.82\%$$

$$\text{Porcentaje de ahorro edificio K} = \frac{3290}{15036} * 100 = 21,8\%$$

Se calculó el consumo mensual de las luminarias tipo 1 existentes, así como el de la opción seleccionada:

Tabla 40: Ahorro por luminarias led.

Luminaria	LUMINARIA TIPO 2	SYLVANIA LED T5 TUBE 9 W 865
Consumo Energético (W/h)	25	9
Cantidad	168	
Consumo total (Kw)	682	245
Ahorro	437	

Fuente: Propia.

Porcentajes de ahorro de energía:

$$\text{Porcentaje de ahorro Global} = \frac{437}{180440} * 100 = 0,24\%$$

$$\text{Porcentaje de ahorro edificio K} = \frac{437}{15036} * 100 = 2,9\%$$

13.1.2 AHORRO POR PANELES SOLARES

Tabla 41: Producción real del sistema de energía solar.

PANELES INGESOLAR	
Potencia (w)	260
Horas de brillo Solar	5
Cantidad de paneles	289
Energía producida (Kw)	11271

Fuente: Propia.

Porcentajes de ahorro energía:

$$\text{Porcentaje de ahorro Global} = \frac{11271}{180440} * 100 = 6,24\%$$

$$\text{Porcentaje de ahorro edificio K} = \frac{11271}{15036} * 100 = 74,96\%$$

13.2 AHORRO DE AGUA

Para conocer el ahorro mensual se utilizará el consumo establecido según la población calculada y la dotación:

$$\text{Consumo} = 2077 \text{ hab} * 20\text{Lt} * \frac{\text{hab}}{\text{día}} = 41540 \text{ lt} * 24\text{días} = 996.960 \text{ lt/mes}$$

13.2.1 AHORRO POR ORINALES SECOS

Debido a que no es posible estimar la cantidad de usos de los orinales se recurrió al estudio del departamento nacional de planeación que estima que los orinales representan el 20% del consumo total:

$$\text{Consumo} = 996.960 \frac{\text{lt}}{\text{mes}} * 0,2 = 199.392 \text{ Lt}$$

13.2.2 AHORRO POR PERLIZADORES

Durante el análisis de los perlizadores se estableció que estos producirían un ahorro por lavado de manos de 49.644 Lt mensuales, considerando un mínimo de lavados de una vez por persona día, el cual presenta un ahorro:

$$\text{Ahorro por perlizadores} = \frac{49.644}{996.960} * 100 = 4,97\%$$

13.2.3 AHORRO POR RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS

En el sistema de recolección de aguas lluvias se estimó la oferta mensual y anual promedio, podemos entonces comparar esta oferta promedio ya que este sería el valor de agua captado por el sistema y fue de 145,8 m3 mensual luego el ahorro es:

$$\text{Ahorro por recoleccion de aguas lluvias} = \frac{145,833}{996.960} * 100 = 14,6 \%$$

14 CONCLUSIONES

- En Colombia se ha realizado un proceso de evolución de la normatividad ambiental que está claramente orientado hacia el desarrollo sostenible a partir del decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio 1077 de 2015, el resultado es una legislación que facilita el desarrollo de proyectos de construcción sostenible ofreciendo incentivos como establece la ley 1715 de 2014 y el decreto 1285 de 2015 además de contar con uno de los primeros consejos de construcción verde y una alta tasa de crecimiento en la cantidad de proyectos con certificaciones internacionales, basados en estos factores se puede afirmar que en el futuro próximo la construcción sostenible será el nuevo rumbo de la industria de la construcción en Colombia.
- En la actualidad los proyectos sostenibles están orientados al uso institucional, por parte de entidades con grandes capitales y su aplicación residencial se limita igualmente a los estratos más altos, esto es debido a que se considera que un proyecto sostenible por su gran inversión inicial no es factible para todas las escalas sociales, esto es consecuencia de la falta de conocimiento de los beneficios que la normatividad establece y a lo reciente de estas, por tanto el paso a seguir debe ser la combinación de estos conocimientos con la aplicación de las nuevas tecnologías cada vez más económicas para romper este paradigma.
- Encontramos que existen opciones viables en el mercado actual que permiten cumplir con los estándares de ahorro de energía únicamente cambiando las luminarias fluorescentes por led de bajo consumo obtuvimos una reducción del 25% en el consumo total.
- Reconocemos el gran potencial que tiene la energía solar dadas las favorables condiciones de la región y el avance tecnológico que permite sistemas más eficientes y económicos logrando ahorros cercanos al 70%, es importante resaltar que por su escala la inversión es alta, sin embargo comprobamos que esta retorna pasados 8 de los 25 años de vida útil del sistema, en total se recupera un valor de más de 3 veces el invertido, concluimos que este sistema es viable además de ser clave para alcanzar el ahorro de energía del 40% que establece la normatividad colombiana y las entidades internacionales.

- En el ahorro de agua por medio de aparatos eficientes, identificamos que en la actualidad está disponible en el mercado gran cantidad de opciones que mejoran drásticamente el uso de este preciado recurso, podemos afirmar que bajo condiciones de uso probables los perlizadores reducen el consumo total en un 5%, con una baja inversión que se recupera en poco más de un año, además permiten ahorrar alrededor de 50 mil litros mensuales. Por su parte los orinales secos aportan un ahorro del 20% del consumo total de agua.
- Definimos como viable el aprovechamiento de las aguas lluvia mediante un sistema de recolección y tratamiento, en la actualidad existen métodos de potabilización, lo cual permite conectar el tanque de aguas lluvias con el tanque del edificio pasando primero por la planta de tratamiento de agua , de lo contrario el aprovechamiento de las aguas lluvias se puede destinar para el riego de las zonas verdes del campus, en ambos casos dadas las condiciones climáticas promedio de la región pueden aportar fácilmente 15% del consumo total.

15 RECOMENDACIONES

- Se debe empezar a exponer en todos los sectores de la industria de la construcción las ventajas que se proponen en la nueva legislación con el fin que cumplan su función de promover el desarrollo de este tipo de proyectos y que no ocurra lo que lamentablemente pasa en el país con este tipo de iniciativas que pasan desapercibidas para la mayoría de la sociedad, igualmente se debe exigir a las entidades gubernamentales que cumplan con lo propuesto, para lograr que estos proyectos estén disponibles para todos y mejoren así las condiciones de vida de la sociedad en general, especialmente en las grandes ciudades.
- Una posible forma de implementación los sistemas planteados en el caso puntual de la universidad es mediante un enfoque académico, una planta de producción de energía solar que pueda suplir el consumo de luminarias no solo aporta los beneficios ambientales y económicos aquí expuestos, podría ser además un laboratorio donde se desarrolla, investiga y comparte el conocimiento con los estudiantes, esto permitiría formar profesionales más conscientes del potencial y la importancia de las energías renovables así como profesionales más competitivos en un área de alta proyección en el país.
- Algo muy similar al caso anterior ocurre con los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias, ya que potabilizar el agua lluvia para el consumo de los alumnos y administrativos del plantel requiere una gran responsabilidad y un seguimiento serio, lo cual conlleva a la creación de un equipo para que realice monitoreo constantes y rigurosos con el fin de garantizar la calidad del recurso, todo esto demanda de un monto económico ,el cual se hace pequeño comparándolo con los beneficios académicos que este puede traer.
- El campus debería tener medidores en cada edificio tanto para el agua como la energía, ya que al tener un solo contador general no se puede llegar a estimar los costos energéticos de cada edificación con fines de saber perdidas y daños del sistema en cada edificación los cuales pueden pasar desapercibidos en los consumos generales.

16 BIBLIOGRAFIA

- [1] F. Gordillo, N. Hernández, J. Ortega. Pautas para una construcción sostenible en Colombia Bogotá – Cali – Medellín. Bogotá: Editorial Publicultural S.A,2010, pp (7-19).
- [2] F.A Perea Velásquez. Legislación básica ambiental. [En línea]. 19, 2-9 Disponible: www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/articulos-178898_archivo.doc
- [3] Escobar Gaviria. Historia de la legislación ambiental en Colombia, transformaciones y tendencias, Revista Calameo En línea]. Disponible: <http://es.calameo.com/read/0003665535fdcd838e765>
- [4] Decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio, 1077, 2015.
- [5] Decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio en lo referente a construcción sostenible, 1285, 2015.
- [6] Resolución número 549, 2015.
- [7] Ley 1715 Por la cual se reglamenta la integración de los sistemas energéticos no convencionales al sistema energético nacional, 2014.
- [8] R.B. Gómez (2014). Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis [En Línea]. Disponible: <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0686956.pdf>.
- [9] M. Rodríguez. (1994). El desarrollo sostenible: ¿utopía o realidad para Colombia? [En Línea]. pp ,2-15. Disponible: <http://www.manuelrodriguezbecerra.com/bajar/poliambiental/i.pdf>.
- [10] D. Duran (2010) Las dimensiones de la sustentabilidad [En Línea] Disponible: http://www.ecoportal.net/TemasEspeciales/DesarrolloSustentable/las_dimensiones_de_la_sustentabilidad
- [11] P. Alavedra, J. Dominguez, E. Gonzalo, J. Serra, La construcción sostenible. El estado de la cuestión, 1997, pp 7 (1)
- [12] C J Kibert, Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery, 4ta ed; Wiley, 1994.
- [13] J.L Suarez, Guía básica de sostenibilidad en la edificación, Universidad Politécnica de Cataluña, 2010.

[14]Word Green Building Council, about us: what we do, [En Línea] Disponible en: <http://www.worldgbc.org/index.php/worldgbc/about/>

[15]Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, Programa LEED® en Colombia [En Línea] Disponible en: <https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/>

[16]J.M. Portela, J.L. Viguera, A. Pastor, M.M. Huerta, M. Otero (2010) La Certificación LEED, cómo cumplir con un conjunto de normas para la sostenibilidad en el proyecto de ingeniería

[17]Las ventajas de los bombillos ahorradores [En Línea] Disponible en: <http://vivetucasa.homecenter.com.co/hogar/ahorro/articulo/las-ventajas-de-los-bombillos-ahorradores-0>

[18] Fuentes de luz y equipos auxiliares [En Línea] Disponible en: <http://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-fuentesDeLuz-LamparasDeDescarga.php>

[19]Componentes De las lámparas LED [En Línea] Disponible en: http://baleno-lights.com/sp/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=56

[20] Focos Led vs Ahorradores, el ahorro es impresionante. [En Línea] Disponible en: <http://www.libresindeudas.com/focos-ahorradores-vs-leds-el-ahorro-es-impresionante/>

[21]Energía Solar – Fotovoltaica: La energía de la naturaleza (2015), [En Línea]. Disponible:<http://www.greenenergy-latinamerica.com/es/energias>.

[22]Ene energías renovables, (2008). Energía solar fotovoltaica. [En Línea]. Disponible: <http://www.enesostenible.com/solarfotovoltaica.ht>

[23] I. Daut, M. Irwanto, Y. M. Irwan, N. Gomesh, and N. S. Ahmad, “Potential of Solar Radiation and Wind Speed for Photovoltaic and Wind Power Hybrid Generation in Perlis, Northern Malaysia,” no. June, pp. 6–7, 2011.

[24] P. Vergara, G Osma, J Rey, G Ordoñez “Evaluación del potencial solar y eólico del campus central de la universidad industrial de Santander y la ciudad de Bucaramanga” universidad industrial de Santander (2012).

[25] COLOMBIA/Ministerio de Minas y Energía-Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), “Atlas de Radiación Solar de Colombia.” UPME-IDEAM, Bogotá, Colombia, 2005.

[26] S. Ibrahim, I. Daut, Y. M. Irwan, M. Irwanto, N. Gomesh, and Z. Farhana, “Linear Regression Model in Estimating Solar Radiation in Perlis,” *Energy Procedia*, vol. 18, pp. 1402–1412, Jan. 2012.

[27] COLOMBIA/Ministerio de Minas y Energía-Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), “Atlas de Distribución del Brillo Solar de Colombia.” UPME-IDEAM, Bogotá, Colombia, 2005.

[28] M.C Reyes, J.J Rubio, Descripción de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias, Universidad Católica, Bogotá D.C 2014.

[29] N Palacio, Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable en la institución educativa maría auxiliadora de caldas, Universidad de Antioquia 2010.

[30] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS, Guía de diseño para captación de agua lluvia, Lima 2014.

[31] Soluciones para el ahorro de agua, AGUA OFF. [En Línea]. Disponible: <http://www.aguaoff.com/#!/soluciones-para-el-ahorro-de-agua>

[32] Catálogo de productos ACUAVAL. [En Línea]. Disponible: http://www.acuaval.com/paginas/institucional/fluxometros_automaticos.html

[33] Catálogo de productos para baño corona. [En Línea]. Disponible: <http://www.corona.co/tu-solucion/productos/banos/institucionales/griferia-de-lavamanos-electronica>.

[34] Ficha Técnica GRIFO MANOS LIBRES AUTOMÁTICO INFRARROJO LAVAMANOS – 6215N MARCA WORER REF: 305069 EN LINEA. Disponible en: <http://www.economizadores.net/grifo-manos-libres-automatico-infrarrojo-lavamanos-6215n-marca-worer.html>

[35] L. Moya, “Hidroeficiencia en el sector hotelero; Guía práctica para el ahorro de agua y la energía derivada de su utilización” Consejería de la agricultura y el agua comunidad autónoma de la Región de Murcia, España 2007.

- [36]Diferencias entre perlizadores o aireadores y filtros comunes. [En Línea]. Disponible: <http://www.latiendadelahorrodeagua.com/blog/es/diferencias-entre-perlizadores-y-aireadores/>
- [37] Especificaciones técnicas orinal sin agua TIG, [En Línea]. Disponible: <http://www.orinalsinagua.com/especificaciones/>
- [38] Orinales secos, modelos ventajas y procedimientos de los productos Agua OFF, En línea, Disponible en: <http://www.aguaoff.com/#!/-orinales-secos/>
- [39]W. Aguirre Abuhadba, Formulación de proyectos de inversión, [En Línea]. Disponible en: www.planeamientoygestion.com.pe/proyectos/Formulacion.ppt
- [40]F. Guzmán. Introducción a la ingeniería económica: Universidad nacional de Colombia Unidad de publicaciones,2004, pp (82-85).
- [41]COLOMBIA/ Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio/ Corporación Financiera Internacional, Informe Económico: la construcción sostenible en Colombia pasado, presente y futuro. 2012.
- [42] Resolución 549 de 2015 Anexo 1: Guía de construcción sostenible.
- [43] Consejo Colombiano de construcción sostenible, Programa LEED® en Colombia [En Línea]. Disponible: <https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/>
- [44] Gobernación de Santander/Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Características del Departamento de Santander: Departamento de Santander [En Línea]. Disponible: <http://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/santander.html>
- [45] Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga: La Universidad [En Línea]. Disponible <https://www.upb.edu.co/es/la-universidad>
- [46] N. R Márquez Uribe, F.E Pirajon, “Análisis y estudio para la implementación de un sistema de abastecimiento de energía a partir de paneles fotovoltaicos en una construcción de obra”. Bucaramanga, Universidad Pontificia Bolivariana-Seccional Bucaramanga, 2015
- [47] Departamento Nacional de planeación, “Determinación de los consumos básicos de agua potable en Colombia 1991.”

17 ANEXOS

Anexo 1. Formato horas de uso de espacios del sótano

HORAS DE USO		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
LABORATORIOS								
k-003	Lab procesos industriales	4	6	4	6			
k-006	Lab nanotecnología	10	10	10	10	10		
TOTAL DIA LABORATORIOS		14	16	14	16	10	0	0
OFICINAS								
SALAS								
AULAS DE CLASE								
ZONAS COMUNES								
PASILLOS		4	4	4	4	4	2	1
TOTAL DIA ZONAS COMUNES		4	4	4	4	4	2	1
TOTAL DIA		18	20	18	20	14	2	1

Anexo 2. Formato horas de uso de espacios del piso 1

HORAS DE USO		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
LABORATORIOS								
k-102	Lab electrónica industrial	8	8	8	8	8	2	
k-103	Lab Maquinas	2	4	2	6	8		
k-104	Lab Geotecnia	8	8	10	6	4		
k-106	Lab Hidráulica de canales	8	8	8	10	2	4	
TOTAL DIA LABORATORIOS		26	28	28	30	22	6	0
OFICINAS								
K-105	Papelería	8	8	8	8	8	4	
K-107	Coordinación investigación	8	8	8	8	8	4	
K-109	Dirección investigación	8	8	8	8	8	4	
TOTAL DIA OFICINAS		24	24	24	24	24	12	0
SALAS								
k-100A	Capilla	8	8	8	8	8	r	
k-108	Sala de juntas	8	8	8	8	8		
TOTAL DIA SALAS		16	16	16	16	16	0	0
AULAS DE CLASE								
ZONAS COMUNES								
PASILLOS		5	5	5	5	5	1	
TOTAL DIA ZONAS COMUNES		5	5	5	5	5	1	0
TOTAL DIA		71	73	73	75	67	19	0

Anexo 3. Formato horas de uso de espacios del piso 2

HORAS DE USO								
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
LABORATORIOS								
k-203	Lab virtual	6	10	4	9	8	8	
k-204	Lab simulaciones	4	7	4	10	11		
k-208	Lab dinámica estructural	3	3	3	3	3		
k-209-210	Lab resistencia, materiales	6	10	8	8	8		
k-214	Lab de automatización		6	4	4	2	6	
TOTAL DIA LABORATORIOS		19	36	23	34	32	14	0
OFICINAS								
K-205	Coordinación simulaciones	8	8	8	8	8	4	
K-211	Sala de docentes	8	8	8	8	8	4	
TOTAL DIA OFICINAS		16	16	16	16	16	8	0
SALAS								
k-200	Sala de juntas	8	8	8	8	8		
k-212	Sala de juntas	8	8	8	8	8		
TOTAL DIA SALAS		16	16	16	16	16	0	0
AULAS DE CLASE								
k-202		6	10	5	5	14	6	
k-206			2	4	2	6		
k-207		6	9	9	9	9	7	
k-213		2	4	4	6	2		
TOTAL DIA AULAS DE CLASE		14	25	22	22	31	13	0
ZONAS COMUNES								
PASILLOS		14	14	14	14	14	13	13
TOTAL DIA ZONAS COMUNES		14	14	14	14	14	13	13
TOTAL DIA		79	107	91	102	109	48	13

Anexo 4. Formato horas de uso de espacios del piso 3

HORAS DE USO								
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	
LABORATORIOS								
k-301	Lab redes telecomunicación	8	8	8	8	8		
k-302	Lab instrumentación	2	2	1	1	4	6	
K-303	Proyectos electrónica	6	6	6	6	6		
k-305	Lab señales	3	2	2	2	2		
k-306	Lab control proceso	5	4		2	2		
k-309	Lab comunicaciones básicas	2	3	2	2	1		
k-310	Lab antenas	4	2	4	2	4		
k-311	Lab electrónica 1	4	2	4	2	4		
k-312	Lab electrónica 2	4	8	2	6	2		
k-313	Lab electrónica 3	2	4	2	7			
k-314	Lab electrónica 4	8	8	8	8	8	4	
TOTAL DIA LABORATORIOS		48	49	39	46	41	10	0
OFICINAS								
K-304	Centro laboratorio	8	8	8	8	8	4	
K-307	Practicas industrial	8	8	8	8	8	4	
k-308	Electrónica	8	8	8	8	8	4	
TOTAL DIA OFICINAS		24	24	24	24	24	12	0
SALAS								
AULAS DE CLASE								
ZONAS COMUNES								
PASILLOS		5	5	5	5	5	1	
TOTAL DIA ZONAS COMUNES		5	5	5	5	5	1	0
TOTAL DIA		77	78	68	75	70	23	0

Anexo 5. Formato horas de uso de espacios del piso 4

HORAS DE USO							
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
LABORATORIOS							
K-401	Lab vibración	8	8	8	8	8	
TOTAL DIA LABORATORIOS		8	8	8	8	8	0
OFICINAS							
K-402	Fac . Ing civil-industrial	8	8	8	8	8	4
K-403	Fac . Ing ambiental-electrónica	8	8	8	8	8	4
K-406	Sala de docentes	8	8	8	8	8	4
K-407	Decanatura ingeniería	8	8	8	8	8	4
K-409	Practicas empresariales	8	8	8	8	8	4
K-410	Posgrado ambiental-industrial	8	8	8	8	8	4
K-411	Posgrado Ing civil-electrónica	8	8	8	8	8	4
TOTAL DIA OFICINAS		56	56	56	56	56	28
SALAS							
K-404	Sala de consulta	8	8	8	8	8	3
K-405	Sala de consulta	8	8	8	8	8	3
K-408	Sala de juntas	8	8	8	8	8	
TOTAL DIA SALAS		24	24	24	24	24	6
AULAS DE CLASE							
ZONAS COMUNES							
PASILLOS		5	5	5	5	5	1
TOTAL DIA ZONAS COMUNES		5	5	5	5	5	1
TOTAL DIA		93	93	93	93	93	35
		0					


Anexo 6. Formato horas de uso de espacios del piso 5

HORAS DE USO								
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
LABORATORIOS								
OFICINAS								
K-502	Fac . Comunicación	8	8	8	8	8	4	
K-503	Esp. gerencia comunicación	8	8	8	8	8	4	
K-504	Sala de docentes	8	8	8	8	8	4	
K-507	Audiovisuales	8	8	8	8	8	4	
K-518	Nuevas tecnologías	8	8	8	8	8	4	
K-521	Informática	8	8	8	8	8	4	
TOTAL DIA OFICINAS		48	48	48	48	48	24	0
SALAS								
K-505	Sala de consulta	8	8	8	8	8		
k-508	Sala de juntas	8	8	8	8	8		
TOTAL DIA SALAS		16	16	16	16	16	0	0
AULAS DE CLASE								
	k-501	3	6	7	3	4		
	k-506	6	6	6	6	6	6	
	k-509	6	6	6	6	6	6	
	k-510	6	6	6	6	6	6	
	k-511	6	6	6	6	6	6	
	k-512	6	6	6	6	6	6	
	k-513	6	6	6	6	6	6	
	k-514	6	6	6	6	6	6	
	k-515	6	6	6	6	6	6	
	k-516	6	6	6	6	6	6	
	k-517	6	6	6	6	6	6	
	k-519	6	5	8	12	9	7	
	k-520	4	6	4	6	4	6	
TOTAL DIA AULAS DE CLASE		73	77	79	81	77	73	0
ZONAS COMUNES								
PASILLOS		14	14	14	14	14	13	13
TOTAL DIA ZONAS COMUNES		14	14	14	14	14	13	13
TOTAL DIA		151	155	157	159	155	110	13

Anexo 7. Formato horas de uso de espacios del piso 6


HORAS DE USO								
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
LABORATORIOS								
k-610	Lab microbiología	6	8	4	2	4		
k-611	Lab suelos	2	2	2				
k-612	Lab aguas residuales	4	2	6	4	10		
k-613	Lab agua potable		4	4				
k-614	Lab análisis químico	8	8	8	8	8	4	
TOTAL DIA LABORATORIOS		20	24	24	14	22	4	0
OFICINAS								
K-606	Audiovisuales	8	8	8	8	8	4	
K-614A	Almacén reactivos	8	8	8	8	8	4	
TOTAL DIA OFICINAS		16	16	16	16	16	8	0
SALAS								
K-605	Aula múltiple	8	8	8	8	8		
TOTAL DIA SALAS		8	8	8	8	8	0	0
AULAS DE CLASE								
k-601		12	12	9	8	11	11	
k-602		12	8	12	10	8	11	
k-603		8	7	6		4		
k-607								
TOTAL DIA AULAS DE CLASE		32	27	27	18	23	22	0
ZONAS COMUNES								
PASILLOS		5	5	5	5	5	1	
TOTAL DIA ZONAS COMUNES		5	5	5	5	5	1	0
TOTAL DIA		81	80	80	61	74	35	0

Anexo 8. Formato inventario de luminarias sótano


 Universidad Pontificia Bolivariana		UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA		FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS	
				Pagina:	1
FECHA:	12/10/2016	LUGAR DEL ESTUDIO: EDIFICIO K		K-0	
LUGAR	TIPO DE LUMINARIA	CONSUMO (W/h)	CANTIDAD	CONSUMO (W/h)	CONSUMO LUGAR (W/h)
LABORATORIOS	TIPO 1	25	16	400	3188
	TIPO 2	28	94	2632	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26	6	156	
SALAS	TIPO 1	25		0	0
	TIPO 2	28		0	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26		0	
AULAS DE CLASE	TIPO 1	25		0	0
	TIPO 2	28		0	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26		0	
OFICINAS	TIPO 1	25		0	0
	TIPO 2	28		0	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26		0	
ZONAS COMUNES	TIPO 1	25		0	1072
	TIPO 2	28	28	784	
	TIPO 3	18	16	288	
	TIPO 4	26		0	
BAÑOS	TIPO 1	25		0	312
	TIPO 2	28		0	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26	12	312	
TOTAL:			172	4572	4572

FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS		
K-0		
TIPO DE LUMINARIA	CANTIDAD	CONSUMO TIPO LUMINARIA (W/h)
TIPO1	16	400
TIPO 2	122	3416
TIPO 3	16	288
TIPO 4	18	468
TOTAL:	172	4572

Anexo 9. Formato inventario de luminarias piso 1


 Universidad Pontificia Bolivariana		UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA			FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS	
					Pagina:	1
FECHA:	12/10/2016	LUGAR DEL ESTUDIO: EDIFICIO K			K-1	
LUGAR	TIPO DE LUMINARIA	CONSUMO (W/h)	CANTIDAD	CONSUMO (W/h)	CONSUMO LUGAR (W/h)	
LABORATORIOS	TIPO 1	25		0	5432	
	TIPO 2	28	194	5432		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
SALAS	TIPO 1	25	28	700	812	
	TIPO 2	28	4	112		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
AULAS DE CLASE	TIPO 1	25		0	0	
	TIPO 2	28		0		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
OFICINAS	TIPO 1	25		0	1828	
	TIPO 2	28	56	1568		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26	10	260		
ZONAS COMUNES	TIPO 1	25	44	1100	2276	
	TIPO 2	28	42	1176		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
BAÑOS	TIPO 1	25		0	312	
	TIPO 2	28		0		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26	12	312		
TOTAL:			390	10660	10660	
FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS						
K-1						
TIPO DE LUMINARIA	CANTIDAD	CONSUMO TIPO LUMINARIA (W/h)				
TIPO1	72	1800				
TIPO 2	296	8288				
TIPO 3	0	0				
TIPO 4	22	572				
TOTAL:	390	10660				

Anexo 10. Formato inventario de luminarias piso 2

 Universidad Pontificia Bolivariana		UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA		FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS	
				Pagina:	1
FECHA:	12/10/2016	LUGAR DEL ESTUDIO: EDIFICIO K		K-2	
LUGAR	TIPO DE LUMINARIA	CONSUMO (W/h)	CANTIDAD	CONSUMO (W/h)	CONSUMO LUGAR (W/h)
LABORATORIOS	TIPO 1	25		0	5264
	TIPO 2	28	188	5264	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26		0	
SALAS	TIPO 1	25		0	336
	TIPO 2	28	12	336	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26		0	
AULAS DE CLASE	TIPO 1	25		0	1568
	TIPO 2	28	56	1568	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26		0	
OFICINAS	TIPO 1	25		0	616
	TIPO 2	28	22	616	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26		0	
ZONAS COMUNES	TIPO 1	25		0	1664
	TIPO 2	28	52	1456	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26	8	208	
BAÑOS	TIPO 1	25		0	312
	TIPO 2	28		0	
	TIPO 3	18		0	
	TIPO 4	26	12	312	
TOTAL:			350	9760	9760


FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS		
K-2		
TIPO DE LUMINARIA	CANTIDAD	CONSUMO TIPO LUMINARIA (W/h)
TIPO1	0	0
TIPO 2	330	9240
TIPO 3	0	0
TIPO 4	20	520
TOTAL:	350	9760

Anexo 11. Formato inventario de luminarias piso 3

 Universidad Pontificia Bolivariana		UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA			FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS	
					Pagina:	1
FECHA:	12/10/2016	LUGAR DEL ESTUDIO: EDIFICIO K			K-3	
LUGAR	TIPO DE LUMINARIA	CONSUMO (W/h)	CANTIDAD	CONSUMO (W/h)	CONSUMO LUGAR (W/h)	
LABORATORIOS	TIPO 1	25		0	7448	
	TIPO 2	28	266	7448		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
SALAS	TIPO 1	25		0	0	
	TIPO 2	28		0		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
AULAS DE CLASE	TIPO 1	25		0	0	
	TIPO 2	28		0		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
OFICINAS	TIPO 1	25		0	2072	
	TIPO 2	28	74	2072		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
ZONAS COMUNES	TIPO 1	25		0	3060	
	TIPO 2	28	74	2072		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26	38	988		
BAÑOS	TIPO 1	25		0	312	
	TIPO 2	28		0		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26	12	312		
TOTAL:			464	12892	12892	


FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS		
K-3		
TIPO DE LUMINARIA	CANTIDAD	CONSUMO TIPO LUMINARIA (W/h)
TIPO1	0	0
TIPO 2	414	11592
TIPO 3	0	0
TIPO 4	50	1300
TOTAL:	464	12892

Anexo 12. Formato inventario de luminarias piso 4


 Universidad Pontificia Bolivariana		UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA			FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS	
					Pagina:	1
FECHA:	12/10/2016	LUGAR DEL ESTUDIO: EDIFICIO K			K-4	
LUGAR	TIPO DE LUMINARIA	CONSUMO (W/h)	CANTIDAD	CONSUMO (W/h)	CONSUMO LUGAR (W/h)	
LABORATORIOS	TIPO 1	25	18	0	504	
	TIPO 2	28		504		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
SALAS	TIPO 1	25	44	0	1232	
	TIPO 2	28		1232		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
AULAS DE CLASE	TIPO 1	25		0	0	
	TIPO 2	28		0		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
OFICINAS	TIPO 1	25	312	0	8736	
	TIPO 2	28		8736		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
ZONAS COMUNES	TIPO 1	25	52	0	1872	
	TIPO 2	28		1456		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		16		416
BAÑOS	TIPO 1	25		0	312	
	TIPO 2	28		0		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		12		312
TOTAL:			454	12656	12656	

FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS		
K-4		
TIPO DE LUMINARIA	CANTIDAD	CONSUMO TIPO LUMINARIA (W/h)
TIPO1	0	0
TIPO 2	426	11928
TIPO 3	0	0
TIPO 4	28	728
TOTAL:	454	12656

Anexo 13. Formato inventario de luminarias piso 5

 Universidad Pontificia Bolivariana		UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA			FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS	
					Pagina:	1
FECHA:	12/10/2016	LUGAR DEL ESTUDIO: EDIFICIO K			K-5	
LUGAR	TIPO DE LUMINARIA	CONSUMO (W/h)	CANTIDAD	CONSUMO (W/h)	CONSUMO LUGAR (W/h)	
LABORATORIOS	TIPO 1	25		0	0	
	TIPO 2	28		0		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
SALAS	TIPO 1	25		0	280	
	TIPO 2	28	10	280		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
AULAS DE CLASE	TIPO 1	25		0	4088	
	TIPO 2	28	146	4088		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
OFICINAS	TIPO 1	25		0	4088	
	TIPO 2	28	146	4088		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
ZONAS COMUNES	TIPO 1	25		0	2208	
	TIPO 2	28	64	1792		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26	16	416		
BAÑOS	TIPO 1	25		0	312	
	TIPO 2	28		0		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26	12	312		
TOTAL:			394	10976	10976	
FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS						
K-5						
TIPO DE LUMINARIA	CANTIDAD	CONSUMO TIPO LUMINARIA (W/h)				
TIPO1	0	0				
TIPO 2	366	10248				
TIPO 3	0	0				
TIPO 4	28	728				
TOTAL:	394	10976				

Anexo 14. Formato inventario de luminarias piso 6

 Universidad Pontificia Bolivariana		UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA			FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS	
					Pagina:	1
FECHA:	12/10/2016	LUGAR DEL ESTUDIO: EDIFICIO K			K-6	
LUGAR	TIPO DE LUMINARIA	CONSUMO (W/h)	CANTIDAD	CONSUMO (W/h)	CONSUMO LUGAR (W/h)	
LABORATORIOS	TIPO 1	25		0	2856	
	TIPO 2	28	102	2856		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
SALAS	TIPO 1	25	80	2000	2104	
	TIPO 2	28		0		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26	4	104		
AULAS DE CLASE	TIPO 1	25		0	2464	
	TIPO 2	28	88	2464		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
OFICINAS	TIPO 1	25		0	1008	
	TIPO 2	28	36	1008		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26		0		
ZONAS COMUNES	TIPO 1	25		0	2236	
	TIPO 2	28	78	2184		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26	2	52		
BAÑOS	TIPO 1	25		0	312	
	TIPO 2	28		0		
	TIPO 3	18		0		
	TIPO 4	26	12	312		
TOTAL:			402	10980	10980	

FORMATO INVENTARIO LUMINARIAS		
K-6		
TIPO DE LUMINARIA	CANTIDAD	CONSUMO TIPO LUMINARIA (W/h)
TIPO1	80	2000
TIPO 2	304	8512
TIPO 3	0	0
TIPO 4	18	468
TOTAL:	402	10980

Anexo 15. Formato registro de población y horas del edificio K

ESPACIO	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
	#Horas	#Pers	#Horas	#Pers	#Horas	#Pers	#Horas	#Pers	#Horas	#Pers	#Horas	#Pers	#Horas	#Pers
LABORATORIOS														
k-003	4	27	6	39	4	33	6	31						
k-006	10	10	10	12	10	6	10	11	10	12				
k-102	8	10	8	20	8	30	8	25	8	15	2	10		
k-103	2	12	4	15	2	7	6	30	8	15				
k-104	8	73	8	63	10	87	6	53	4	35				
k-106	8	45	8	61	8	60	10	73	2	14	4	10		
k-203	6	48	10	36	4	27	9	164	8	20	8	15		
k-204	4	40	7	57	4	40	10	64	11	114				
k-208	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5				
209/21	6	54	10	85	8	63	8	72	8	62				
k-214			6	31	4	40	4	36	2	15	6	12		
k-301	8	10	8	20	8	20	8	15	8	22				
k-302	2	14	2	15	1	12	1	10	4	20	6	18		
k-303	6	20	6	15	6	10	6	30	6	12				
k-305	3	6	2	10	2	15	2	8	2	12				
k-306	5	4	4	7			2	8	2	6				
k-309	2	6	3	4	2	4	2	10	1	5				
k-310	4	13	2	22	4	16	2	20	4	25				
k-311	4	10	2	8	4	16	2	12	4	20				
k-312	4	14	8	39	2	5	6	30	2	6				
k-313	2	6	4	22	2	5	7	58						
k-314	8	30	8	36	8	40	8	20	8	25	4	20		
k-401	8	6	8	10	8	6	8	10	8	6				
k-610	6	28	8	33	4	19	2	10	4	17				
k-611	2	5	2	4	2	9								
k-612	4	18	2	11	6	36	4	24	10	50				
k-613			4	24	4	24								
k-614	8	20	8	10	8	15	8	20	8	12	4	10		
JBTOT4	135	534	161	714	136	650	148	849	135	545	34	95	0	0
AULAS DE CLASE														
k-202	6	32	10	67	5	12	5	22	14	50	6	16		
k-206			2	7	4	57	2	7	6	12				
k-207	6	110	9	156	9	129	9	121	9	163	7	112		
k-213	2	20	4	15	4	8	6	48	2	19				
k-501	3	22	6	34	7	45	3	5	4	25				
k-506	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20		
k-509	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20		
k-510	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20		
k-511	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20		
k-512	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20		
k-513	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20		
k-514	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20		
k-515	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20		
k-516	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20		
k-517	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20	6	20		
k-519	6	90	5	63	8	118	12	183	9	55	7	20		
k-520	4	45	6	42	4	64	6	90	4	60	6	20		
k-601	12	192	12	142	9	180	8	190	11	113	11	20		
k-602	12	160	8	47	12	142	10	156	8	38	11	20		
k-603	8	105	7	76	6	47			4	81				
JBTOT4	119	976	129	849	128	1002	121	1022	131	816	108	408	0	0
OFICINAS														
K-105	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	4	1		
K-107	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	4	6		
K-109	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	4	5		
k-205	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	4	6		
k-211	8	11	8	11	8	11	8	11	8	11	4	11		
K-304	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	8		
K-307	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	4	2		
k-308	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	4	2		
K-402	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	4	7		
K-403	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	4	7		
K-406	8	74	8	74	8	74	8	74	8	74	4	74		
K-407	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	4	7		
K-409	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	4	7		
K-410	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	4	7		
K-411	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	4	7		
K-502	8	3	8	3	8	3	8	3	8	3	4	3		
K-503	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	4	1		
K-504	8	13	8	13	8	13	8	13	8	13	4	13		
K-507	8	12	8	12	8	12	8	12	8	12	4	12		
K-518	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	4	2		
K-521	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	4	10		
K-606	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	4	6		
K-614A	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	4	2		
JBTOT4	184	206	184	206	184	206	184	206	184	206	92	206	0	0
LUGAR														
	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
	#Horas	#Pers	#Horas	#Pers	#Horas	#Pers	#Horas	#Pers	#Horas	#Pers	#Horas	#Pers	#Horas	#Pers
LAB	135	534	161	714	136	650	148	849	135	545	34	95	0	0
SALON	119	976	129	849	128	1002	121	1022	131	816	108	408	0	0
OFICIN	184	206	184	206	184	206	184	206	184	206	92	206	0	0
TOTAL	438	1716	474	1769	448	1858	453	2077	450	1567	234	709	0	0

Anexo 16. Tarifas de energía del 2013-2016

MES/AÑO	CONSUMO	VALOR kWh	TOTAL
2013	kWh/mes	\$	\$
ene-13	104079	\$204,90	\$21.325.864
feb-13	143167	\$224,65	\$32.163.153
mar-13	136883	\$228,26	\$31.245.145
abr-13	161059	\$234,35	\$37.744.228
may-13	125845	\$227,54	\$28.634.653
jun-13	119566	\$231,16	\$27.638.516
jul-13	138827	\$229,73	\$31.892.578
ago-13	157355	\$226,77	\$35.683.362
sep-13	157928	\$229,29	\$36.211.834
oct-13	171610	\$230,36	\$39.531.766
nov-13	143576	\$222,77	\$31.984.962
dic-13	108431	\$220,61	\$23.921.025
COSTO TOTAL ANUAL			\$377.977.086,00
MES/AÑO	CONSUMO	VALOR kWh	TOTAL
2014	kWh/mes	\$	\$
ene-14	105888	\$256,34	\$27.143.613
feb-14	146996	\$269,29	\$39.584.023
mar-14	178752	\$257,50	\$46.027.768
abr-14	164517	\$280,29	\$46.112.813
may-14	172889	\$280,85	\$48.556.567
jun-14	141854	\$277,09	\$39.306.170
jul-14	159966	\$265,00	\$42.390.700
ago-14	169990	\$274,74	\$46.703.355
sep-14	178066	\$268,57	\$47.824.058
oct-14	186621	\$258,82	\$48.300.452
nov-14	157232	\$273,14	\$42.946.153
dic-14	110500	\$267,53	\$29.562.315
COSTO TOTAL ANUAL			\$504.457.987,00
MES/AÑO	CONSUMO	VALOR kWh	TOTAL
2015	kWh/mes	\$	\$
Enero	137858	\$258,07	\$35.576.852
Febrero	176797	\$251,65	\$44.490.586
Marzo	186708	\$266,53	\$49.764.113
Abril	181139	\$253,16	\$45.858.027
Mayo	188256	\$274,88	\$51.747.753
Junio	155987	\$265,92	\$41.479.778
Julio	172389	\$268,10	\$46.217.822
Agosto	193966	\$270,08	\$52.386.967
Septiembre	203558	\$286,32	\$58.281.964
Octubre	208340	\$292,78	\$60.996.825
Noviembre	169888	\$300,00	\$50.965.699
Diciembre	136236	\$315,69	\$43.008.613
COSTO TOTAL ANUAL			\$580.774.999
MES/AÑO	CONSUMO	VALOR kWh	TOTAL
2016	kWh/mes	\$	\$
Enero	144970	\$303,88	\$44.052.954
Febrero	210046	\$313,21	\$65.787.645
Marzo	186734	\$312,52	\$58.357.520
Abril	195958	\$285,40	\$55.926.165
Mayo	177952	\$284,99	\$50.713.755
Junio	156368	\$287,11	\$44.894.212
Julio	146723	\$287,26	\$42.147.303
Agosto	197630	\$299,69	\$59.228.699
Septiembre	191566	\$293,09	\$56.146.900
Octubre	196453	\$297,36	\$58.417.842
COSTO TOTAL ANUAL			\$535.672.995

Anexo 17. Tarifas de agua del 2013-2016

MES/AÑO	VALOR	MES/AÑO	VALOR	MES/AÑO	VALOR	MES/AÑO	VALOR
2013	M3\$	2014	M3\$	2015	M3\$	2016	M3\$
Enero	\$1.096	Enero	\$1.096	Enero	\$1.136	Enero	\$1.215
Febrero	\$1.096	Febrero	\$1.096	Febrero	\$1.136	Febrero	\$1.260
Marzo	\$1.096	Marzo	\$1.096	Marzo	\$1.173	Marzo	\$1.260
Abril	\$1.096	Abril	\$1.136	Abril	\$1.173	Abril	\$1.260
Mayo	\$1.096	Mayo	\$1.136	Mayo	\$1.173	Mayo	\$1.260
Junio	\$1.096	Junio	\$1.136	Junio	\$1.173	Junio	\$1.260
Julio	\$1.096	Julio	\$1.136	Julio	\$1.173	Julio	\$1.300
Agosto	\$1.096	Agosto	\$1.136	Agosto	\$1.173	Agosto	\$1.612
Septiembre	\$1.096	Septiembre	\$1.136	Septiembre	\$1.173	Septiembre	\$1.612
Octubre	\$1.096	Octubre	\$1.136	Octubre	\$1.215	Octubre	\$1.612
Noviembre	\$1.096	Noviembre	\$1.136	Noviembre	\$1.215	Noviembre	\$1.612
Diciembre	\$1.096	Diciembre	\$1.136	Diciembre	\$1.215	Diciembre	\$1.612
PROM ANUAL	\$1.096	PROM ANUAL	\$1.126	PROM ANUAL	\$1.177	PROM ANUAL	\$1.406