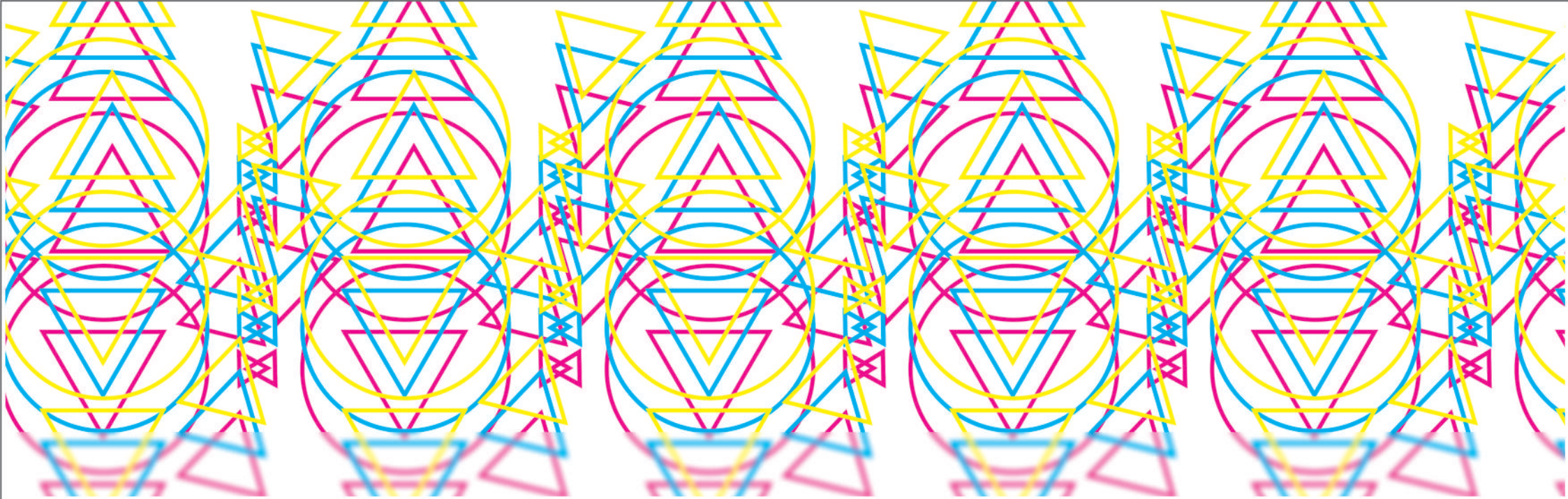
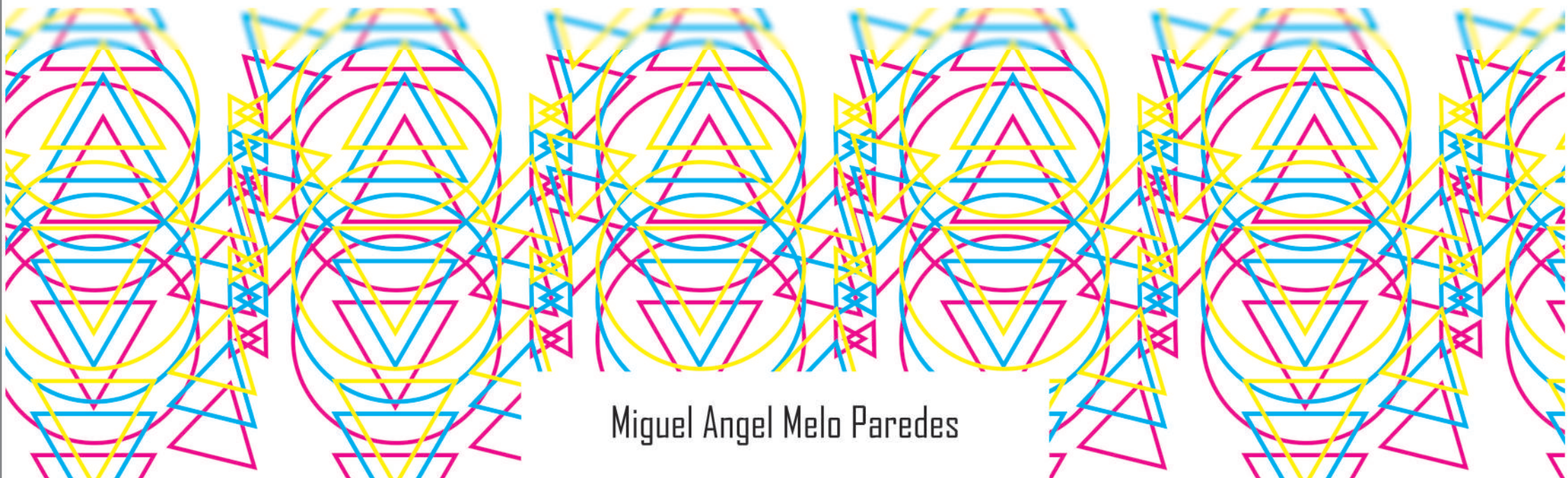




Ilux – Proyecto de Iluminación natural y sostenible para la Biblioteca Mario Carvajal
Universidad del Valle – Sede Meléndez



Miguel Angel Melo Paredes

Nota de Aceptación

Aprobado por el Comité de Programas en cumplimiento de los requisitos exigidos por el
Departamento de Diseño de la Universidad del Valle.

Mauricio Chemas
Jurado Diseñador

Sergio Andres Cardona
Jurado Asesor

Javier Ruiz
Jurado Especialista

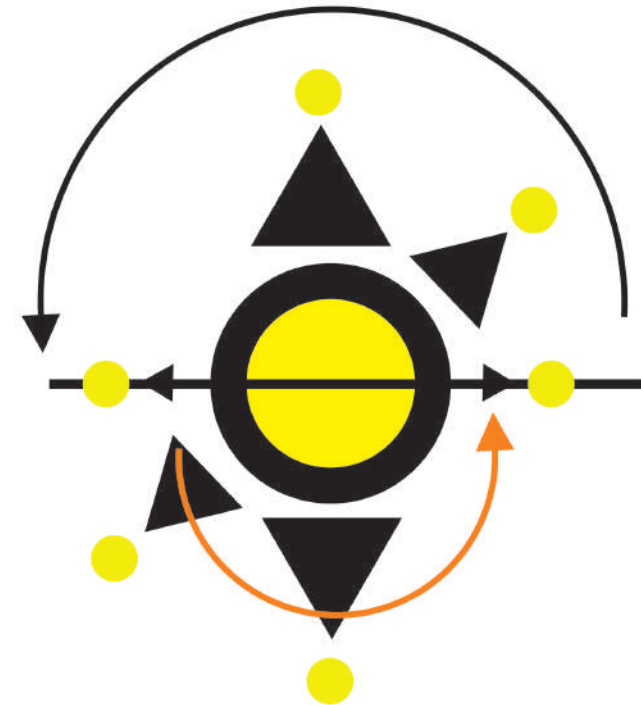
Byron Iram Villamil
Director del Proyecto

Santiago de Cali, 11 de Septiembre de 2012

Agradecimientos

Infinitamente a mis Padres, Elba Ines Paredes y Vidal Melo; por el inmenso acompañamiento, por las palabras de sabiduría y la incesante comprensión de un esfuerzo que construimos alrededor de largas jornadas. Infinitamente a ellos, ofrezco cada gratitud del corazón. A mi familia que estuvo cercana en este proceso, como espectadores pacientes, alegres y comprensivos. A compañeros y amigos que me ofrecieron mas que una mano, un aliento de conocimiento para fortificar este camino que aun empieza. Al Profesor Byron I. Villamil por acompañar y aportar en este gran esfuerzo. A todas las personas que en alguno momento estuvieron presentes en este recorrido y que perduraran siempre en mi mente.

A la vida por otorgarme el placer de conocer sus inmensidades. (2070)



Representación Grafica de la luz solar sobre la tierra, indicando su recorrido.
“Espacio, luz y orden. Esas son las cosas que los hombres necesitan tanto como el pan o el lugar para dormir.” Le Corbusier

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCION

MARCO TEORICO

El sistema Natural

- 2.2.1 Las funciones ambientales
- 2.2.2 Contaminacion del ambiente
- 2.3 El sub-sistema economico

MARCO CONCEPTUAL

- 3.1 el concepto de sostenibilidad
 - 3.1.1 El escenario historico
 - 3.1.2 Definicion del concepto (desarrollo sostenible)
 - 3.1.3 Dimensiones del desarrollo sostenible
 - 3.1.4 Sostenibilidad debil
 - 3.1.5 Sostenibilidad fuerte
- 3.2 Universidad y sostenibilidad
 - 3.2.1 El concepto de universidad
 - 3.2.2 Insercion del concepto de sostenibilidad en la universidad
 - 3.2.3 Organizaciones y pronunciamientos frente a la relación sostenibilidad-formación universitaria
- 3.3 Uso eficiente de la energía
 - 3.3.1 Iluminación eficiente
 - 3.3.2 Aspectos de la iluminación
 - 3.3.3 Luz natural

MARCO DE REFERENCIA

- 4.1 Universidades sostenibles
 - 4.1.1 Ecopuma, estrategia de universidad sustentable de la unam
- 4.2 Estado de la tecnica
 - 4.2.1 Biblioteca central, universidad nacional de colombia
 - 4.2.2 Biblioteca el tinal
 - 4.2.3 Escenario copper box: juegos olimpicos londres 2012

MARCO CONTEXTUAL

- 5.1 Universidad del valle y sostenibilidad
- 5.2 Acciones por la sostenibilidad en la universidad del valle
- 5.3 Situacion ambiental de la universidad (problematicas)
- 5.4 Recurso energetico en la universidad del valle - sede melendez
 - 5.4.1 Iluminación en el campus meléndez

PLANTEAMIENTO TEORICO

- 6.1 Planteamiento problema
- 6.2 Justificación
- 6.3 Objetivo general
 - 6.3.2 Objetivos específicos

8	6.3.3	Pregunta de investigación	53
	6.4	Requerimientos	53
	6.5	Determinantes	53
10		OBSERVACION Y EXPLORACION	
10	7.1	Iluminacion en la biblioteca mario carvajal	55
11	7.1.1	Iluminación de los espacios de la biblioteca	55
12	7.1.2	Disposición arquitectónica	57
	7.1.3	Iluminación natural del edificio	59
	7.1.4	Características de la iluminación en los espacios de la biblioteca	63
16	7.2	Estudio de iluminación biblioteca mario carvajal – universidad del valle sede meléndez	66
16	7.3	Conclusiones	73
17		PROPUESTA DE DISEÑO	
18	8.1	Descripción de la propuesta	76
18	8.1.1	Criterios de eleccion	79
19	8.2.2	¿Como funciona?	80
20		Sistema ilux características	82
20	8.2.3	Diagrama de las piezas	
21	8.2.4	Proceso de instalacion	
22	8.2.5	Ahorro energetico	85
24	8.3	Zona de aplicación de ductos de luz natural - ilux	87
26	8.3.1	Sala jose celestino mutis	88
27	8.3.2	Sala A de lectura	89
	8.3.3	Sala B de lectura	91
	8.3.4	Sala de lectura hemeroteca	92
34	8.3.5	Sala A,B – estanterias (colección general)	94
34	8.3.6	Cuarto piso – salas de lectura	95
35	8.4	Control de iluminacion	
36	8.5	Comprobacion	99
37		Trabajo de comprobacion	99
		Descripcion	99
40		Ejecucion del elemento de comprobacion	99
40	8.5.1	Resultados	100
43		Tabla de costos	102
45	8.6	Planos y medidas	103
47		9	
		CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
51		10	
52		REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	116
53			
53			

Referencias Bibliograficas

Conclusiones y Recomendaciones

Propuesta de Diseño

Observación y Exploración

Planteamiento teórico

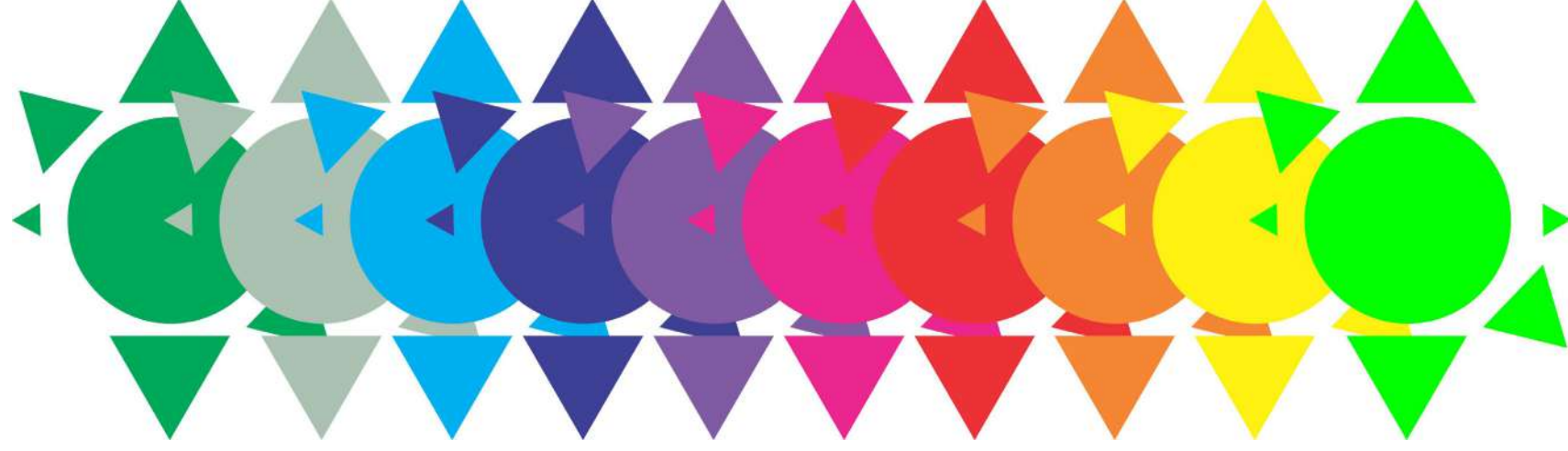
Marco Contextual

Marco de Referencia

Marco Conceptual

Marco Teórico

Introducción



I INTRODUCCION

En el desarrollo de un proyecto donde sus principales implicaciones están centradas en el medio ambiente y sus problemáticas están sustentadas en la función, relación y sostenimiento del mismo, es importante conocer las dinámicas en tres pilares principales que propone el concepto de la sostenibilidad: la sociedad, el ambiente y la economía. A partir de la adecuada y consciente relación de estos tres ejes de acción se contemplan diversas posibilidades para crear nuevas alternativas en relación de la vida del ser humano con el entorno. En la actualidad existe la preocupación incesante por un quiebre rotundo de estos tres pilares, donde el ser humano se ha puesto en la cima de las demás esferas y ha transformado a su manera la relación sistemática entre ellas. De acuerdo a estas transformaciones el entorno natural ha cambiado de tal forma que sus funciones primordiales se han modificado y van originando impactos ambientales negativos que se ven reflejados en la ausencia, la extinción y el detrimento de las funciones vitales de la biosfera.

El siguiente documento se desarrolla estructuralmente conociendo las características, las relaciones y los conceptos que actualmente demarcan el sostenimiento del medio ambiente; en efecto para abordar el siguiente proyecto, en primera instancia se hace un análisis teórico de propuestas y nociones que describen de qué manera se conoce el entorno natural y realiza sus funciones en el planeta. Seguidamente se realiza un análisis de la sostenibilidad, como eje primordial temático, y de qué forma éste se ha convertido en herramienta para crear nuevas visiones y generar una eficiente relación entre la naturaleza y el desarrollo humano.

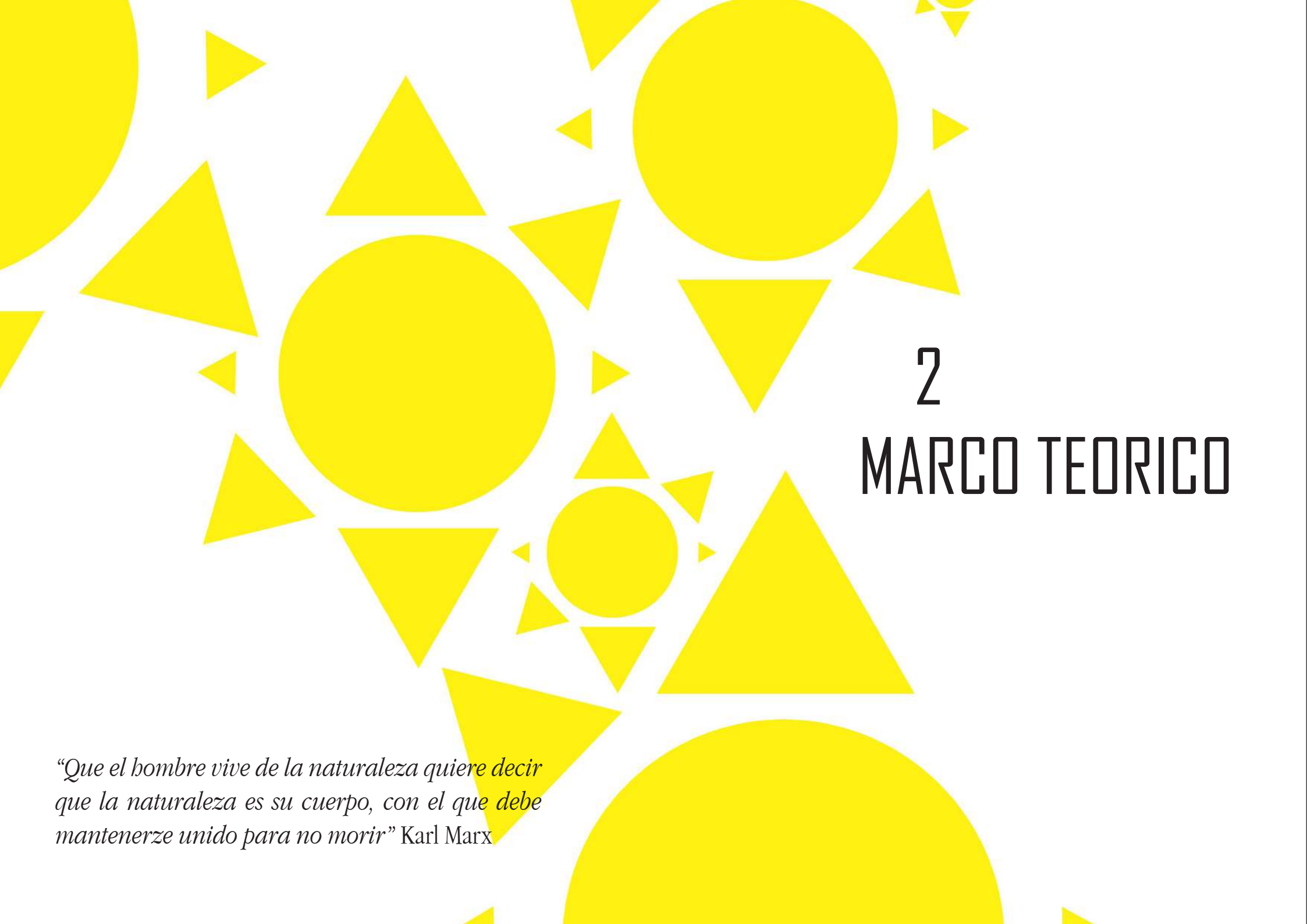
De acuerdo al planteamiento teórico en esta primera parte, se conjugan los conocimientos adquiridos en relación a un tema determinado en la construcción sostenible desarrollado con base a la iluminación. Esta variante del desarrollo eficiente de la energía hace parte de las nuevas alternativas sostenibles que proponen generar espacios mejor acondicionados generando aparte de un ahorro económico; un beneficio ambiental. Por consiguiente se realiza un análisis del comportamiento de la iluminación en edificaciones y las posibilidades de generación para iluminación eficiente.

En relación a estos conceptos y prosiguiendo con el orden estructural del documento, se ubica un centro estratégico de estudio en un lugar determinado. En este caso como epicentro de análisis: la Universidad del Valle, se convierte en el espacio que presenta múltiples y adecuadas características para desarrollar un proyecto de iluminación de criterios sostenibles y eficientes, todo por supuesto contemplado sobre dinámicas que dentro de la universidad promueven el desarrollo de estas iniciativas por convertir a mediano y largo plazo la institución en un campus sostenible. En relación a los fenómenos estudiantiles e iniciativas académicas que buscan convertir los espacios de la universidad en espacios de conciencia ambiental, este proyecto se enmarca en dichos lineamientos buscando conjugar las ini-

ciativas actuales y aquellas que se buscan construir con relación al análisis en diferentes espacios de la universidad, trazando que posibilidades se pueden vislumbrar para generar una universidad sostenible en el manejo de los recursos.

De esta forma se describen diferentes posibilidades para generar espacios con iluminación eficiente y de criterio sustentable, que respondiendo al estudio de diferentes zonas se puede concretar cuales tienen las mayores incidencias en un aprovechamiento natural. La Biblioteca Mario Carvajal, elemento insigne de la Universidad del Valle, se describe como la arquitectura más representativa del campus, no solo se puede describir por su significado en cuanto a fuente de conocimiento, sino que además estructuralmente es un espacio que propone unas ventajas muy especiales. De acuerdo a su relación con el entorno y su representación en lo académico, en el siguiente proyecto se realiza un análisis que deja en evidencia como puede generarse un cambio significativo de acuerdo a criterios sostenibles, con el fin de configurar la búsqueda en el concentramiento de espacios con iluminación mas ambiental que puedan generar una relación dinámica del entorno y el usuario. De acuerdo a esta configuración en un espacio con posibilidades de replicación en la iluminación, se concentra el estudio del siguiente proyecto, tomando en cuenta cada aspecto primordial en el diseño de sistemas que puedan aportar una iluminación más dinámica, sistemática y cercana a lo natural.





2 MARCO TEORICO

*“Que el hombre vive de la naturaleza quiere decir
que la naturaleza es su cuerpo, con el que debe
mantenerse unido para no morir” Karl Marx*

2.1 EL SISTEMA NATURAL

Para llegar a la comprensión del comportamiento de los sistemas naturales es necesario poner de manifiesto que como sistemas hacen parte de una organización con jerarquías que demuestran que al momento de hablar de la naturaleza y sus implicaciones se necesita conocer cómo funciona, como se transforma a medida que evoluciona o en determinados casos como se interviene. Un sistema o dicho de otro modo, un conjunto funcional, tiene propiedades que no pueden ser inferidas desde sus partes. Sus partes tienen diversidad e individualidad y están internamente relacionadas, pero el sistema influye sobre sus elementos (Bermejo, 2005: 43). Es importante por lo tanto reconocer que los sistemas naturales son sistemas auto organizados, lo que significa que el desarrollo del sistema no está totalmente determinado sino que se produce adaptándose a su medio (Bermejo, 2005: 44). Esto es lo que se conoce como auto adaptación. Para el desarrollo sostenible es necesario comprender este concepto debido a que las implicaciones ambientales hacen parte de un conjunto que no se puede desligar de las nociones sociales, económicas y de los seres que las componen.

La concepción de ambiente, decimos que, el significado común o vulgar — la vulgata del ambiente se reduce a una equivalencia con la realidad no humana. Es decir el conjunto eco sistémico no antrópico y sus partes: aire, agua, minerales, suelos, fauna y flora y subconjuntos como el clima y energía (Carrizosa Umaña, 2005: 16). Por consiguiente de acuerdo a este apartado es necesario comprender una y otra vez que las sociedades hacen parte del sistema natural y de acuerdo a las configuraciones que nuestro planeta físicamente ha desarrollado a través del tiempo, la especie humana es una pieza más del gran rompecabezas natural. *Para poder analizar el problema del desarrollo sostenible, es necesario partir de una perspectiva ambiental que permita entender al hombre como parte integral de la naturaleza.* (Pérez Rincón, et. Al., 2010: 55).

Observando hasta aquí el concepto del hombre como parte integral natural, es relevante entrar a analizar como son los sistemas naturales, de qué manera funcionan, cuáles son sus componentes etc. Y de esta forma llegar a reconocer cuales son las verdaderas problemáticas ambientales y cuál es la forma más adecuada de abordarlas.

La naturaleza está formada por multitud de sistemas complejos adaptativos: células, individuos, ecosistemas, la biosfera, etc. los ecosistemas constituyen un modelo para las sociedades por ser la primera unidad básica autónoma. (Bermejo, 2005: 44). En primera instancia se debe reconocer que el ser humano vive en un espacio específico, conformado por miles de especies y de acuerdo a su carácter auto organizativo cada una de ellas cumple una función especial y cada vez que se transgrede en su desarrollo se transgrede todo el sistema. Por lo tanto es necesario identificar el valor del ecosistema como espacio fundamental que reúne infinitudes de individuos y relaciones.

Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades biológicas que interactúan como una unidad funcional ofreciendo bienes y servicios ambientales para beneficio del hombre el cual hace parte integral de esta unidad biológica (Pérez Rincón, et. Al., 2010: 58). Podríamos reconocer varios puntos primordiales en la caracterización de las funciones naturales y la forma en cómo se transforman. Entre ellas se reconoce la manera cómo hacemos uso del medio natural, por lo tanto se habla de las funciones ambientales, aquellas que permiten al hombre perpetuar por ejemplo el subsistema económico, o el sistema social.

2.2.1 LAS FUNCIONES AMBIENTALES

Para comprender como se comporta el hombre en el medio natural, es importante el análisis de las funciones ambientales que en determinado caso demuestran cual es el foco de atención durante determinada ineficiencia ambiental. Las funciones ambientales son servicios que el ambiente presta y que posibilita el desarrollo de las actividades socio-económicas (Pérez Rincón, et. Al., 2010: 92). Aunque otros autores describen las funciones ambientales como: abióticas y bióticas, en este caso se hará referencia a tres funciones sistemáticas que reflejan de manera más clara y de acuerdo a las formas como se les transgrede, posibilitan la observación del funcionamiento natural basado en la acción de los seres humanos. Aquellas funciones ambientales son las siguientes:

- **Función Abastecedora.**
- **Función Receptora.**
- **Función de Soporte de Vida.**

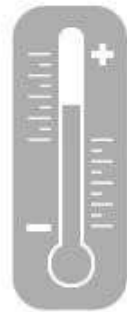
La primera de ellas; la función abastecedora, comprende reconocer el sistema de recursos; son aquellas funciones que posibilitan las dinámicas económicas o sociales al tomar de la naturaleza los materiales que produce o aquellos que nuestro planeta posee y son transformados para un bien determinado. Para desglosar cómo funcionan los recursos y de qué manera son utilizados, por lo general se habla de varias categorías, entre estas se reconocen a los RECURSOS RENOVABLES, RECURSOS NO RENOVABLES, RECURSOS CONTINUOS. De estas categorías, por lo general se centran una de las problemáticas más preocupantes, debido a que no existe una **comprensión de los límites**. Es muy fácil que un recurso natural desaparezca si el ritmo de extracción excede el ritmo de reproducción (Pérez Rincón, et. Al., 2010: 94). Las funciones abastecedoras se caracterizan por una gran explotación pero por la más mínima devolución de lo que se ha extraído (proceso lineal).

La función receptora, se reconoce como, la capacidad para recibir, asimilar y tratar aquellas transformaciones del entorno natural, que a su vez se transforman en desechos producidos por la actividad natural o humana, para de nuevo entregarlos al entorno natural y hacer uso de los mismos. Este servicio sistémico por lo general se afecta en mayor parte por el accionar económico y las formas de producción realizadas en gran parte por la fuerza industrial o empresarial alrededor del planeta. Todas las actividades económicas, tanto en sus esferas de producción como de consumo y las actividades

Cómo cambió el mundo desde la Cumbre de la Tierra de 1992

La temperatura media de la Tierra aumentó

0,4°C



Los diez años más calientes desde 1880, se registraron después de 1998

Imagen 1. Impactos desde la Cumbre de la Tierra realizada en Rio 1992.

Fuente: http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2012/06/120619_rio_cumbre_medioambiente_graficos.shtml

sociales generan diversos tipos de impactos ambientales (Pérez Rincón, et. Al., 2010: 91). En este caso es importante reconocer aquellas actividades que generan impactos negativos y por consiguiente comprender que la capacidad receptora natural al igual que la abastecedora tiene límites determinados. Por último se encuentra la función de soporte de vida, aquella que facilita las condiciones físicas para mantener la existencia de los seres vivos en el planeta. Esta función corresponde a los procesos naturales que mantienen el funcionamiento de la biosfera o, en otras palabras, el soporte de la vida facilita las condiciones físicas, químicas y biológicas para que se desarrolle y mantenga la vida en la Tierra; genera equilibrio en los ecosistemas; mantiene la composición de la atmósfera y tiene la capacidad de regular el clima (Pérez Rincón, et. Al., 2010: 94).

De acuerdo al conocimiento de las funciones ambientales y como se transforman cada una de acuerdo a las actividades humanas o acciones sobre el medio podemos relacionarlas de la siguiente manera:

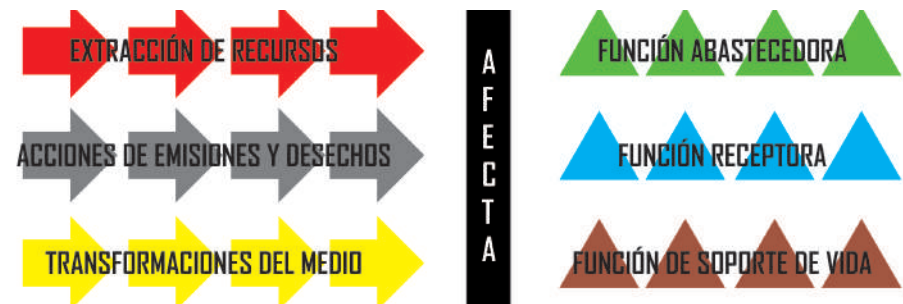


Imagen 2. Diagrama del sistema de utilización del medio ambiente y sus consecuencias

2.2.2 CONTAMINACION DEL AMBIENTE

Para conocer de qué manera se estudia o aborda una determinada problemática ambiental, por lo general se basa en un contexto determinado y se analizan las fuentes que han originado el problema de acuerdo a las acciones negativas dentro de las funciones del sistema natural. Para comprender como se determina en nuestro sistema biofísico la crisis ambiental es necesario visualizar de qué forma

los expertos determinan las características de determinadas acciones negativas sobre el medio.

Cabe entender que la contaminación es un producto del desarrollo de las actividades naturales o antropicas, es decir, en nuestro medio, la naturaleza con sus dinámicas de origen, reproducción y evolución genera absorción de recursos al igual que la creación de desechos que de igual forma son transformados para ser devueltos de manera positiva o negativa al ecosistema. De igual forma las acciones de la sociedad generan las mismas dinámicas, con la diferencia que en muchos casos estas actividades no poseen los limites necesarios, conllevando así a un detrimento de las funciones ambientales.

Tabla 1. Acciones sobre el medio ambiente. (Basado en Folchi, 2004)

Acciones sobre el medio (causa)	Funciones de la biosfera	Impactos ambientales (efectos)
Extracción de recursos (de organismo, energía o materiales)	ABASTECEDORA	Agotamiento y sobreexplotación de los recursos.
		Alteración de los ciclos naturales de nutrientes y energía.
		Perturbación de las cadenas tróficas y de la regularidad de los ecosistemas.
		Interrupción de los flujos de materiales (agua, sedimentos, etc.)
Emisiones y descargas (contaminación) (físicas, químicas u orgánicas)	RECEPTORA	Enfermedad o muerte de organismos (vegetales, animales o seres humanos) por intoxicación.
		Bioacumulación (Incorporación de sustancias nocivas a los organismos y a las cadenas tróficas).
Transformaciones del medio (del relieve o del paisaje y sus elementos)	SERVICIOS AMBIENTALES Y SOPORTE DE VIDA	Alteración de la dinámica del paisaje.
		Cambio o interrupción de los flujos de materiales (agua, sedimentos, etc.) o energía (calor, etc.).
		Alteración de las condiciones de habitabilidad del medio (temperatura y humedad).

Por lo tanto de acuerdo a las actividades del hombre como ser integrado al sistema natural, las operaciones realizadas dentro de nuestro medio generan consecuencias tanto positivas como negativas. Con base en la ley de la conservación de la materia se tiene que cualquier actividad económica que implique extracción de recursos, conversión de materia prima o producción y uso de bienes elaborados, tendrá intrínsecamente una generación de agentes contaminantes cuya naturaleza es física, química o biológica (Pérez Rincón, et. Al., 2010: 101). Este tipo de actividades, producto de las relaciones económicas con el sistema natural generan tres tipos de desechos: Emisiones gaseosas (EG), Desechos Líquidos (DL), Desechos Sólidos (DS), cada producto de la economía en mayor o menor medida tiene efectos en las funciones lógicas y sistemáticas de los ecosistemas. Por lo tanto podemos decir que: *“la contaminación ambiental se convierte efectivamente en un problema cuando la magnitud o la naturaleza de dicha contaminación exceden la capacidad autodepuradora del ecosistema o medio abiótico receptor”* (Rincón, et. Al., 2010: 102).

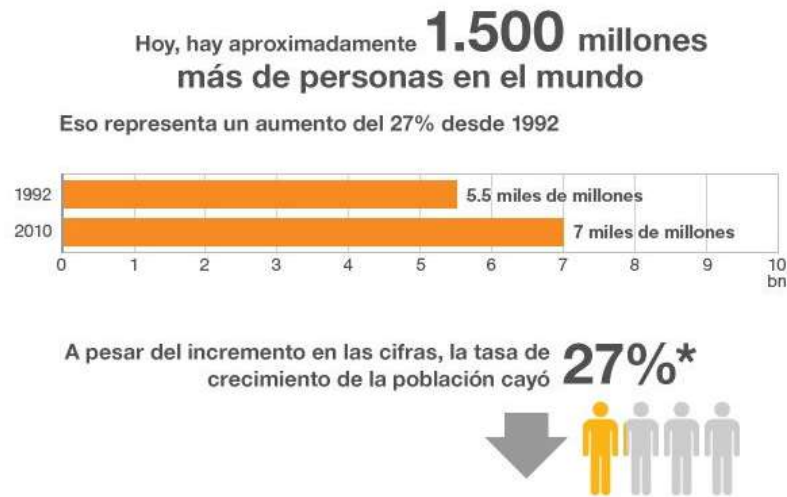
Por lo dicho anteriormente la contaminación ambiental en primera instancia degenera las funciones receptoras del ambiente, pero en su proceso de crisis afecta las funciones abastecedoras al igual que las que soportan la vida. (Ver tabla 1)

Otra vertiente del tema de la contaminación ambiental tiene que ver con el concepto de la transformación del medio, esta problemática puede definirse de la siguiente manera: *“cualquier alteración, irrupción o penetración antrópica en el medio natural puede ser vista como la transformación del medio natural, aquel que subsiste sin intervención humana.”* (WCED, 1987). Sin embargo ante esta definición podríamos analizar que la especie humana podría ser concebida como una transformación del medio. De acuerdo a esto podemos decir que existen transformaciones naturales, compuestas por todas las alteraciones creadas por el medio natural, como la desaparición de bosques, de especies o modificaciones originadas de la evolución de los mismos sistemas naturales. Por otro lado se pueden considerar transformaciones no naturales a aquellas que se generan producto de las actividades humanas, como la construcción de viviendas, de bienes y demás servicios para el desarrollo óptimo de la especie humana.

2.3 EL SUB-SISTEMA ECONOMICO

Para comprender como se relacionan las dinámicas ambientales, especialmente cuando se habla de la incompatibilidad del sistema económico y el manejo de los recursos naturales, por lo general se hace síntesis del proceso que la economía ha conformado para que se originen estos sucesos. Las razones para comprender la actividad económica como factor decisorio aunque no definitivo de los impactos negativos en el ambiente, se basa en que a través de estas dinámicas se ha configurado un sistema que determina un aprovechamiento de las funciones naturales de los ecosistemas sin contemplar los límites de cada recurso. La visión del *homo economicus* (un ser que actúa exclusivamente para maximizar su bienestar, identificando éste con la posesión de una cantidad creciente de bienes y servicios) es la de un ser que tiene deseos infinitos, lo cual determina una economía que tiene que crecer ilimitadamente. Pero esto es imposible de realizar en un medio que no crece y que es cada vez más limitado, en la medida en que esta economía lo va destruyendo (Bermejo, 2005: 54). En efecto el sub- sistema económico se muestra en gran parte incompatible con el sistema natural y presenta múltiples incongruencias que se podrían modificar, sin embargo muchas de las soluciones deben tomar en cuenta que como sistemas se derivan jerarquías y muchas veces las soluciones se realizan en las más bajas categorías del sistema obteniendo resultados poco productivos.

Cómo cambió el mundo desde la Cumbre de la Tierra de 1992



*De 1992 a 2010

Fuente: "Seguimiento a nuestro cambiante medio ambiente", UNEP 2011

Imagen 3. En 1992 cuando la Cumbre de la Tierra se llevó a cabo en Rio de Janeiro, la guerra fría acababa de terminar y Europa estaba en proceso de firmar el Tratado de Maastricht que significó la base de una nueva y fortalecida Unión Europea. Al mismo tiempo la agenda ambiental cobró fuerza y se convirtió en un polémico tema de conversación.

Fuente: http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2012/06/120619_rio_cumbre_medioambiente_graficos.shtml

Convencionalmente la economía es observada exclusivamente como un proceso de producción y circulación de bienes y servicios fabricados por el hombre, para satisfacer las necesidades del hombre mismo (Rudas Lleras, 2001: 125). Si se desea ubicar un espacio y tiempo concreto de cómo estas relaciones se desarrollaron con mayor trascendencia problemática y por tal hoy en día vivimos el resultado de ello, se puede ubicar *la revolución industrial*, como uno de los escenarios primigenios, de la masificación de la producción, sobreexplotación de recursos, por consiguiente la generación magna de desechos. Esta revolución trajo consigo un desarrollo extenso de todas las esferas económicas, sociales y políticas, agotando la capacidad del planeta de soportar los procesos socio-económicos amenazando con ello la calidad de vida de la gente y la exitosa carrera del ser humano como especie dominante (Pérez Rincón & Rojas, 2010: 29).

Por lo tanto, desde esta nueva perspectiva, la economía es concebida como un subsistema artificial con una doble relación con el ambiente: toma materia y energía del medio natural y genera desechos que descarga nuevamente al mismo medio natural (Rudas Lleras, 2001: 126). Desde los hogares se

proporciona el trabajo y el capital, que lo transforma las empresas tomando recursos del ambiente y entregando de nuevo productos y servicios para las familias, por lo tanto este sistema se convierte en un desarrollo cíclico. (Ver imagen 4)



Imagen 4. La economía como un sistema aislado, Fuente: Daly (1994)

El aparato económico toma del medio natural recursos renovables y no renovables para emplearlos como materias primas.

Las materias primas son transformadas para generar bienes y servicios, los cuales se suministran finalmente a los hogares para satisfacer sus necesidades.

El circuito económico no termina con el consumo: durante la producción y después del consumo se generan desechos.

Parte de los desechos generados son reincorporados directamente al proceso productivo a través de actividades de reciclaje. El resto tiene que ser retornado nuevamente al medio natural.

(Rudas Lleras, 2001:130) (Ver imagen 5)

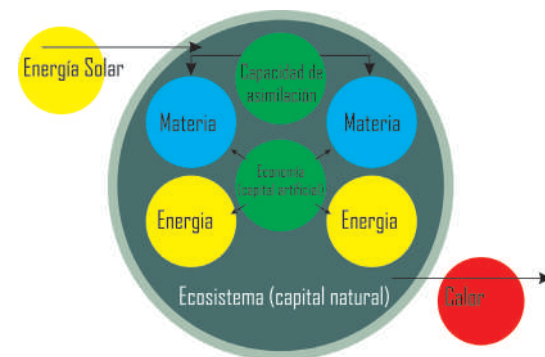


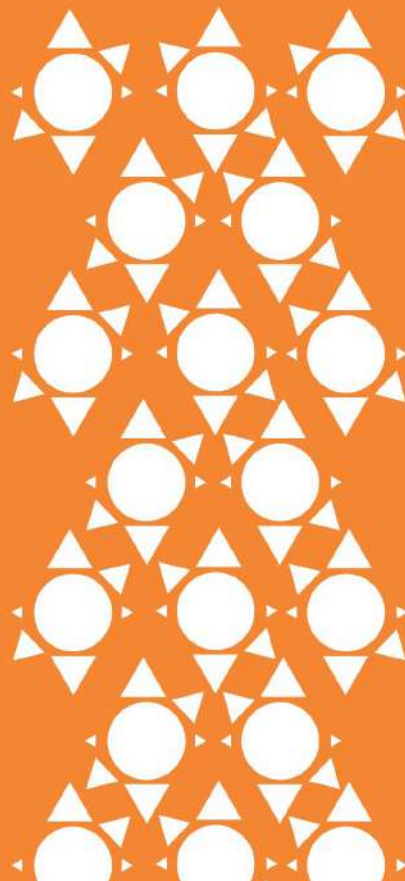
Imagen 5. La economía como un subsistema abierto, dentro de un ecosistema, Fuente: Adaptado de Daly (1994)

En definitiva estas relaciones de la economía y el sistema natural poseen ciertas características que han dado como resultado efectos nefastos tanto en el espacio social, ambiental y demás sectores que intervienen dentro de estas actividades. El hecho de que el aparato económico genere tantos impactos negativos se concentra en una ausencia de regulación en las maneras como se utilizan los recursos y se devuelven a la biosfera o en determinados casos se pierde la cualidad de conservarlos. Para identificar un hecho particular del cómo se manifiestan estas transformaciones, se puede identificar al mercado como el espacio particular donde se generan múltiples diferencias productivas y comerciales. En algunos casos se le nombra como mercado desregulado, ya que posee ciertas características que lo conforman como un proceso desmedido e incontrolable. Los ritmos de cambio en la economía de mercado son muy rápidos y crecientes, al contrario de los ritmos sociales y naturales, lo cual genera muchos problemas ecológicos y sociales (Bermejo, 2005: 56).

En efecto comprender y aún más intervenir en el sistema económico de manera vital, con resultados a futuro abordando todas las implicaciones de sus dinámicas, comprende una transformación total del sistema de entendimiento de la economía. El crecimiento económico debe hacerse compatible con la dinámica de crecimiento de los bienes naturales renovables y el desarrollo de recursos y fuentes energéticas alternativas que posibilita las sostenibilidad de los renovables (Pérez Rincón & Rojas, 2010: 42).

3

Marco Conceptual



“Si no cambiamos hacia la sustentabilidad, seguramente nuestros hijos y nietos dirán a las generaciones pasadas ¿En qué estaban pensando?” Al Gore.

3.1

EL CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD

Al realizar una observación acerca del concepto del desarrollo sostenible y entrar detalladamente en el análisis de su origen, las maneras como se ha transformado y finalmente las situaciones que implican su inserción, por lo general se adentra en una discusión en cuanto a las definiciones del concepto mismo. De esta manera antes de realizar una descripción de esta noción es necesario dejar en claro pues, cuáles son sus vertientes. Actualmente la discusión del concepto de sostenibilidad y su definición establece diferencias sobre el uso de “sostenible” o “sustentable”; y si se debe decir “desarrollo sostenible” o simplemente sostenibilidad. Algunos argumentan que el concepto de sostenibilidad es inútil debido a que aún no puede ser definido de manera clara (Boada, 2004). Así mismo, el significado de “Sostenibilidad” o de “Desarrollo Sostenible” cambia de autor en autor y ha sufrido modificaciones a lo largo del tiempo (Constanza, 1996). De acuerdo a esto, por ejemplo en algunas Universidades como la U. Externado de Colombia donde se difunde y practica el Desarrollo Sostenible como una asignatura en particular se invita al estudiante a visualizar este concepto como una noción compleja que se hace integradora de igual forma de otros conceptos como lo “verde”, “ecológico”, “amigable con el ambiente” pero también sin dejar de lado el sistema económico y social al cual debe ser inmerso esta noción. *Asumir el concepto de sostenibilidad únicamente de manera ambiental, no es sólo una visión parcial e incompleta sino también errada (Rocchi, 2002).* Por consiguiente, *“... si no somos capaces de enfrentar las urgencias sociales y ambientales, si no trabajamos por obtener mayor justicia social, si no preservamos los sistemas ecológicos que garantizan la existencia de la vida; no habrá estabilidad política y, sin estabilidad política, ninguna estrategia económica servirá para procurar un entorno que garantice el crecimiento económico y el desarrollo de las empresas”* (Babette, 2004).

3.1.1 EL ESCENARIO HISTORICO

La primera conferencia en temas ambientales a nivel global, que trae como resultado la aleación organizacional de diferentes estamentos de la sociedad encargados de abordar este tema, se origina desde la ONU *La Primera Conferencia Mundial Sobre Medio Ambiente* en 1972, buscando enlazar gobiernos y ambiente en un solo espacio, al igual que como tema de proyección, la inclusión de la educación como eje de acción para el desarrollo de este tipo de iniciativas ambientales dentro del sociedad. Este tipo de escenarios son importantes porque hacen parte de organizaciones que se han preocupado en el tema al igual que se han encargado de regir las políticas o incluso normativas que han impulsado en diferentes contextos la inserción de este tipo de preocupaciones a nivel de aprendizaje o aplicación. (Ver Tabla 2).

Aunque de cada escenario se pueden extraer diferentes conceptos en la construcción de una preocupación global para los inminentes sucesos negativos del medio ambiente, en este caso es impor

AÑO	EVENTO
1972	Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente en Estocolmo (1972) (ONU)
1980	Estrategia Mundial para la Conservación (IUCN-UNEP-WWF, 1980)
1983	Comisión Mundial de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (CMNUMAD)
1987	Informe Bruntland (ONU: WECD, 1987)
1992	Cumbre Mundial sobre Ambiente y Desarrollo de Rio de Janeiro (1992) (ONU)
2002	Cumbre Mundial sobre Ambiente y Desarrollo de Johannesburgo (ONU)
2005	Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (ONU)
2007	IV Reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático - IPCC (2007)

Tabla 2. Eventos Relevantes a Nivel Mundial sobre Medio Ambiente, Fuente: Pérez Rincón & Rojas (2010)

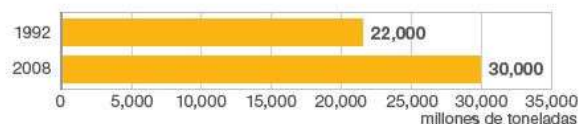
tante hacer referencia a varios escenarios importantes en la definición de ideas precisas del modelo de desarrollo sostenible. El primero y por lo general se hace más referencia cuando se va hablar de desarrollo sostenible, es el Informe de la *Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo de Naciones Unidas* (CMMAD, 1987), conocido como el Informe Bruntland que dicta lo siguiente en cuanto al desarrollo sostenible: ***“El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”***. Regularmente se puede abrir una discusión en cuanto a la definición y los ideales de esta interpretación, debido a su ambigüedad y generalidad, pero este no es el caso de estudio en esta investigación, por lo tanto para tal fin se tendrán en cuenta las siguientes conclusiones. Resumiendo el concepto de desarrollo sostenible del IB en donde establece que: *se refiere solo a las satisfacción de las necesidades esenciales: solo es necesario crecer para satisfacerlas; la sostenibilidad se refiere exclusivamente a la dimensión ambiental; es necesario transformar de forma radical el actual modelo de producción y consumo para conseguirla; y; por último, esto requiere un marco de planificación estratégica* (Bermejo, 2005: 26).

Para continuar definiendo en un marco preciso este concepto podemos referenciar dos sucesos importantes en la construcción del desarrollo sostenible como un tema planetario donde se hace parte el compromiso de todas las naciones. En 1992 en Rio de Janeiro (BRASIL) se celebra *La Primera Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo*. Esta cumbre constituyo un hito en la toma de conciencia pública de la problemática ambiental. Significó una apuesta por una nueva forma de contemplar el futuro, inseparablemente ligado a la suerte de los ecosistemas de la Tierra, originando una serie de acuerdos dentro de los que se destacan el *Convenio Macro sobre Cambio Climático, el Tratado sobre la Biodiversidad y la Agenda 21* para promocionar el desarrollo sostenible a nivel

Cómo cambió el mundo desde la Cumbre de la Tierra de 1992

Las emisiones de CO2 aumentaron

36%*

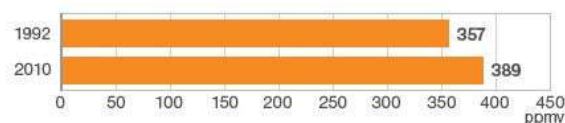


Los países emergentes registraron un aumento de 64% en las emisiones de CO2 desde 1992; en los países desarrollados el incremento fue de 8%.*

Sin embargo, en los países desarrollados aún se registra la mayor emisión per capita.

La concentración de CO2 en la atmósfera aumentó

9%**



*De 1992 a 2008
**De 1992 a 2011

Fuente: "Seguimiento a nuestro cambiante medio ambiente", UNEP 2011

Imagen 6. Durante el año 2012 se celebra una nueva reunión en Río de Janeiro (Río + 20). Quienes participan en Río + 20 se enfrentan al desafío de producir un documento final con objetivos concretos y un impacto duradero, pues no existe un consenso internacional sobre temas importantes, como las emisiones de efecto invernadero. Hasta ahora las negociaciones por reemplazar el protocolo de Kioto, que expira en 2012, están estancadas.

Fuente: http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2012/06/120619_rio_cumbre_medioambiente_graficos.shtml

local. Diez años después se celebra en Johannesburgo (2002) *La Segunda Conferencia Mundial sobre Ambiente y Desarrollo*, donde se afirma que no tuvo el mismo impacto ni la misma dimensión que Río 92, sin embargo para afrontar estos hechos, lo importante era reconocer cuáles son las principales problemáticas ambientales que aquejan nuestro planeta. Allí entonces surge dos eventos importantes: *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (2001 – 2005) y el *IV Informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático* (2007), la preponderancia de estos eventos recaen en la calidad de las investigaciones aportadas por un centenar de científicos, además de las conclusiones y resultados de sus indagaciones, de acuerdo a esto, se reconoce lo siguiente: “los seres humanos están cambiando sustancialmente e irreversiblemente la diversidad de la vida sobre la Tierra, cambios que se reflejan en una pérdida de biodiversidad, mostrando la insostenibilidad del desarrollo, siguiendo los planteamientos de la economía de mercado (MEA, 2005)”.

3.1.2 DEFINICION DEL CONCEPTO (DESARROLLO SOSTENIBLE)

Para definir el término en esta investigación es conveniente comprender la variedad de defi-

niciones que múltiples autores han desarrollado en seguimiento de una aplicación sensata y efectiva del término tanto a nivel social, empresarial, político y ambiental. Gestionar el desarrollo sostenible es considerarlo una oportunidad de progreso profesional y empresarial en la que la producción de bienes y servicios debe ser ambientalmente favorable, socialmente conveniente, económicamente rentable y tecnológicamente factible (Camacho Delgado, 2005: 187). Este tipo de definiciones dejan muy en claro la capacidad integradora del sistema que habitamos, en efecto es imprescindible determinar que la sostenibilidad está inmersa en diferentes dimensiones: *la ambiental, la social, la económica*. Reconocer este tipo de dimensiones y como se relacionan hace parte del estudio y desarrollo de problemáticas ambientales que definen la forma adecuada de ser abordadas.

Por consiguiente relacionamos el término de la siguiente manera:

“El desarrollo sostenible puede ser entendido de manera global como el mantenimiento o el mejoramiento de las “condiciones de calidad” del sistema de interrelaciones sociedad-naturaleza. Para que estas relaciones sean sostenibles deberá definirse en la práctica qué es lo que se pretende sostener: si el nivel de desarrollo de la sociedad (independientemente del impacto ambiental que se genere, pues la riqueza material proveerá los recursos para la protección ambiental), o la base ecológica, a través del respeto a las leyes de la naturaleza, como condición para mejorar la calidad de vida de la sociedad y de los mismo ecosistemas” (Pérez Rincón & Rojas, 2010: 37).

Definiendo las intenciones puntuales en cuanto el concepto de sostenibilidad, se puede de igual manera sostener que en su aplicación práctica el concepto puede partir de un carácter adaptativo. *La sostenibilidad puede entenderse como el equilibrio dinámico que debe mantenerse entre la búsqueda del desarrollo socioeconómico y la preservación del sistema natural y sus funciones ambientales* (Pérez Rincón, et. Al., 2010: 57). De acuerdo a estas nociones es posible hacer visible varios objetivos en cuanto el proceso y aplicación, el carácter de comprender a la sostenibilidad como un equilibrio a través del mejoramiento de las relaciones de diferentes dimensiones espaciales tanto ambientales, como económicas y sociales, teniendo como objetivo la adaptación de estos sistemas comprendiendo su funcionamiento y relacionándolos de manera que exista una adecuada interacción respetando las funciones del sistema natural, sin interrumpir el progreso de las generaciones actuales ni las futuras. Dicho esto se puede generar dos vertientes del concepto cada una con una aplicación diferente de acuerdo al contexto instanciado.

Es importante reconocer estas dos teorías acerca de la sostenibilidad, debido a que en cada una de ellas se encuentran diferentes formas de crear políticas públicas y la forma de medir su aplicación y progreso en determinados contextos. Sin embargo antes de comprender estos conceptos, es importante analizar cuáles son las dimensiones que lo comprenden. Al hablar de sostenibilidad se debe tener en cuenta diferentes sistemas que lo componen tanto en su estudio como en su aplicación, para tal caso podemos citar lo siguiente: *En el Valle del Cauca, Colombia, existe el conflicto alrededor de la construcción de un puerto de aguas profundas en Bahía Málaga, en la costa pacífica. Desde el punto*

de vista ambiental-ecológico se argumenta que la zona representa un ecosistema de extraordinaria riqueza que debe ser protegido. Desde el punto de vista económico se dice que el puerto es necesario para aumentar la competitividad y facilitar el acceso a los mercados de Asia. Desde el punto de vista social se enfatiza en los ingresos del eco-turismo que reciben los habitantes de la zona por la visita de las ballenas en sus costas. Para poder discutir y decidir en este tipo de conflicto es necesario disponer de criterios en un nivel más elevado que pueda cubrir todas las dimensiones a la vez. Es imprescindible hacer referencia a valores normativos, con base en criterios filosóficos o éticos, porque sólo así se pueden tomar decisiones argumentadas en caso de conflictos entre objetivos en diferentes dimensiones. La referencia a valores éticos o filosóficos es necesaria porque el desarrollo sostenible no se puede verificar y comprobar con los métodos de las llamadas “ciencias exactas”. No es como una “ley física”; El desarrollo sostenible es un “ideal”, una visión del estado deseado de una sociedad, de un país o del mundo entero. (Moller, 2010). Con este caso de estudio se puede revelar la capacidad de interacción que se debe y debería ser tomada en cuenta al momento de realizar cualquier tipo de intervención en cualquier ecosistema, aun mas cuando las funciones de esté influyen en otros aspectos. De igual forma se evidencia la importancia de las dimensiones del desarrollo sostenible

3.1.3 DIMENSIONES DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

La importancia de conocer las diferentes dimensiones en que se inserta la sostenibilidad aclara la importancia del trabajo interdisciplinar que se debe realizar cuando se propone incluir un sistema adaptándolo a un entorno bio-físico determinado. Es por esto que, cualquier intento de integrar sosteniblemente las dimensiones económicas, sociales, independientemente del entorno biofísico no tendrá los resultados esperados. Por mucho que se trabaje en la definición de conjuntos sofisticados de requisitos de sostenibilidad socioeconómica, aunque lleguemos a unas sociedades desarrolladas y con una alta integración social, nada se sostendrá si se deteriora el medio biofísico (Bermejo, 2005: 30).

Para tal efecto podemos definir las dimensiones de la siguiente manera, aunque sus características, nociones y comportamientos en nuestro sistema, han sido detalladas más ampliamente, estas son características importantes en la aplicación de la *sostenibilidad fuerte y débil*.

- **La dimensión social**, hace referencia al sistema humano al cual está inserto la aplicación de las necesidades humanas como factor y objetivo primordial del desarrollo sostenible. En el centro del enfoque se encuentran los bienes sociales básicos que son vistos como imprescindibles para una sociedad justa. Entre ellos se encuentran bienes individuales, como la vida misma, la salud, la satisfacción de las necesidades básicas (alimentos, vestido, vivienda, derechos políticos elementales), y recursos sociales, como son la tolerancia, la solidaridad, la capacidad de integración social, la orientación hacia el bien común, el sentido de derecho y justicia y las condiciones para una vida digna individual; son descritos ampliamente como derechos humanos. La satisfacción de las condiciones básicas de la vida permitiría al individuo desarrollar sus capacidades para diseñar activa y productivamente una vida segura, digna y autónoma (Kopfmüller, et. Al. 2001). También se puede hablar de sistema social, como un grupo de gente que interactúan durante suficiente tiempo como para crear un conjunto de visiones y

normas capaces de integrar la acción, los modelos de dominio y distribución de recursos. Estos grupos van desde las familias hasta las naciones. Pero a diferencia de los sistemas naturales, los sociales tienen características únicas: *intencionalidad, comunicación y tecnología* (Bermejo, 2005: 62).

- **La dimensión ambiental**, hace referencia al sistema natural y sus funciones sistemáticas en el planeta, *las funciones abastecedoras, receptoras y de soporte de vida*. En la dimensión ambiental es importante reconocer como es el funcionamiento de los ecosistemas, debido a que su comportamiento debería replicarse jugando un papel importante la tecnología para desarrollar la adaptación de dichos sistemas a los propios de la sociedad. La dimensión ambiental juega un papel importante debido a la capacidad de aprendizaje que se puede tomar de ella, la importancia de reconocer entonces, las actividades humanas como pertenecientes a un entorno específico y no el pensamiento errático de considerarse propietarios de los recursos naturales del planeta.

- **La dimensión económica**, puede ser reconocida como un sub-producto, debido a que su desarrollo depende de un sistema más amplio como lo es el sistema natural, la dimensión económica por lo tanto está inserta en las dinámicas que ofrece la naturaleza como recurso para desarrollar las funciones económicas. El sistema económico es uno de los sistemas parciales de la sociedad. Está compuesto por los actores principales (hogares, empresas, él y Estado). Su objetivo y función es la producción de bienes y servicios, de permitir con los ingresos la satisfacción de las necesidades materiales de los miembros de la sociedad, de asegurar la existencia de una sociedad y de contribuir al bienestar de la población y de la sociedad como un todo. El proceso económico es determinado por las condiciones y normas de un sistema económico específico (economía de mercado o planificada, por ejemplo), la combinación de los factores de producción (trabajo humano recursos naturales, capital creado por el hombre, conocimientos), la distribución de los recursos e ingresos entre los actores y las condiciones específicas del tamaño de la población (geográficas y climáticas de un país o de una región). (Moller, 2010)

3.1.4 SOSTENIBILIDAD DÉBIL

Conociendo por lo tanto de que se tratan las dimensiones que comprenden el concepto de desarrollo sostenible podemos hablar de sus vertientes aplicativas. La sostenibilidad débil, tienen el carácter de ser lineal, antrópica, utilitarista tomando como concepción principal el crecimiento económico como fuente de desarrollo para dirigir y desarrollar un sistema sostenible determinado. El objetivo final de la sostenibilidad débil es la plena integración de los sistemas natural, social y económica (pensamiento lineal). Esto puede ser logrado a través de la aplicación de una serie de metas (cada una con su propia jerarquía de subtemas y fines) para cada sistema (Pérez Rincón & Rojas, 2010: 38). La característica fundamental de la sostenibilidad débil se basa en la percepción que se tiene de la función del sistema natural y la posición jerárquica en que se encuentra. La naturaleza, bajo esta concepción, es vista casi exclusivamente como recurso económico. Luego, si se tala una área selvática y se desarrolla un proyecto agrícola que genere un valor monetario por lo menos igual al dado al bosque, probablemente tasado

solo con madera, los defensores de la “sostenibilidad débil” dirán que esta actividad es sostenible (Guhl, 2008b). La idea de este concepto por lo tanto es la rentabilidad económica antes de incluir una percepción exacta de los factores fundamentales del sistema natural.

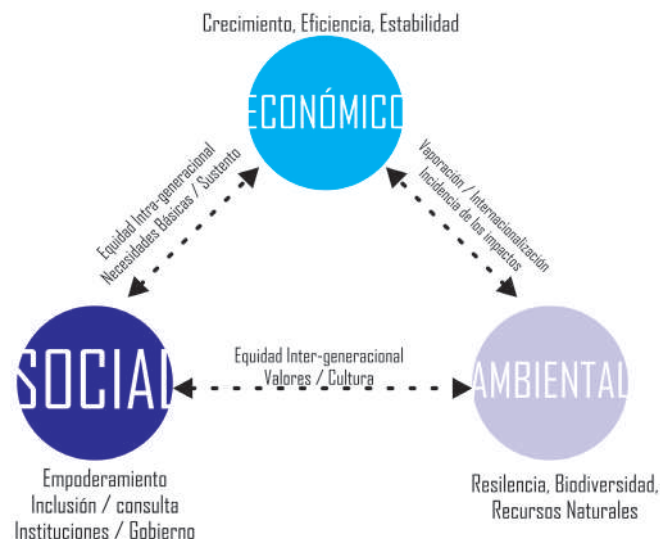


Imagen 7. Elementos Claves del Desarrollo sostenible débil y sus interconexiones, Fuente: Munasinghe (1993)

3.1.5 SOSTENIBILIDAD FUERTE

Por otro lado la sostenibilidad fuerte, refuerza y se basa en comprender los límites del sistema natural, el sistema económico se conceptualiza como una parte integrante de las dimensiones que conforman la sostenibilidad. El aparato económico por lo tanto está inmerso, dentro de sistemas que lo influyen en su desarrollo (la naturaleza y la sociedad). Bajo este modelo, lo que debe sostenerse es la capacidad el ambiente para soportar los patrones de desarrollo que se quieren alcanzar; es decir la base ecosistémica que soporta el desarrollo socioeconómico (Pérez Rincón & Rojas, 2010: 41). **Se trata entonces de aplicar el crecimiento económico como compatible con las dinámicas de las funciones de la naturaleza respetando la capacidad de recurso y recepción.** Otra de las características fundamentales de la sostenibilidad fuerte son sus herramientas de aplicación, de acuerdo a esto se plantea la concepción de relacionar las problemáticas ambientales como funciones sistémicas de orden jerárquico y con diferentes componentes alrededor de las actividades de un ecosistema determinado. **Este enfoque nos dice que el universo, en general, y el cosmos económico y social, en particular, nunca han sido, ni serán, sistemas separados del sistema natural; hay que concebirlos integradamente.** (Pérez Rincón & Rojas, 2010: 42). Por consiguiente las funciones ambientales tienen la más alta preponderancia ya que están soportan los demás entornos y generan el desarrollo de las unidades sociales y económicas. Entendiendo de esta manera este tipo de sostenibilidad y como lo propone Pérez Rincón & Rojas

(2010) se puede decir que para este contexto es el ejemplo ideal de apropiación de este modelo: *“finalmente, dado que bajo la óptica de la sostenibilidad fuerte lo que resulta necesario sostener es la base natural con sus respectivas funciones ecosistémicas, las políticas públicas que plantea este documento hacen referencia específica a políticas ambientales en su interrelación con los subsistemas social y económico. Además, puesto que el análisis es sistémico, independiente del campo de entrada, siempre se abordaran los problemas en forma interrelacionada entre los sistemas natural ambiental, económico y social, aspecto que se podrá observar en el análisis de las causas y efectos de las problemática ambiental colombiana.”*

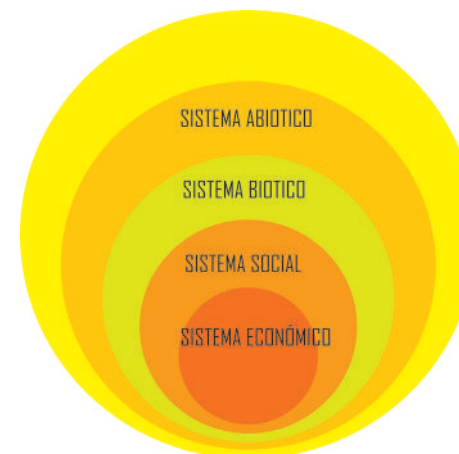


Imagen 8. Cosmovisión Sostenibilidad Fuerte, Fuente: Pérez Rincón & Rojas (2010)

De acuerdo a esto, la trascendencia particular reside en la sostenibilidad, en especial la sostenibilidad fuerte el enfoque se da a los temas ambientales como problemas sistémicos, debido a su importancia en cuanto a la aplicación en un problema determinado. Cabe entender la magnitud de los problemas ambientales, algunos por lo general requieren la aplicación de soluciones a nivel práctico y unidisciplinar, sin embargo otros requieren la atención de varias disciplinas. Por tanto se puede llamar “investigación interdisciplinar” a aquel análisis que requieren estos “sistemas complejos”. Ello requiere, definir primero el objeto de estudio para luego abordar la manera de estudiarlo. (Rosúa Campos, 2005: 253). Esto trae como conclusión que los problemas ambientales no tienen una única salida o solución y como ya se ha nombrado con anterioridad no son parte inminente de soluciones propuestas por las ciencias exactas. Se hace necesario “articular” las diversas disciplinas implicadas a fin de obtener unos resultados “íntegros”. Pero el reto real en este proceso es la formación de investigadores en este campo que piensen de otra manera los problemas ambientales (Rosúa Campos, 2005: 253). Estos planteamientos implican la adecuación de las metodologías y herramientas de diferentes disciplinas, conjugándolas para realizar soluciones más efectivas y aplicadas.

Finalmente en la sostenibilidad se reconoce que es una herramienta ideal que propicia el cambio de los paradigmas actuales, que es consciente que los sistemas económicos reinantes, de abastecimiento y producción ilimitada son incompatibles con las dinámicas del sistema natural finito que habitamos; Y que por consiguiente este sistema biofísico posee unas funciones determinadas en las dinámicas económicas y sociales, que se basan en *la toma de recursos naturales, en la recepción de desechos y en el soporte de vida de las dinámicas naturales*, que al ser modificadas de manera negativa por actividades antrópicas (generalmente siendo siempre así) se generan problemáticas ambientales dando como resultado impactos deficientes y preocupantes en las funciones del sistema natural mismo y en esta misma ruta, alterando la actividad económica al no poseer sus fuentes de abastecimiento ni recepción, para dar como resultado final la ausencia de los productos y servicios destinados al desarrollo de las actividades humanas. Este fenómeno se convierte en un sistema cíclico de efectos negativos que afectan el desarrollo fortuito de las dimensiones ambientales, sociales, y económicas. Es allí entonces donde el desarrollo sostenible indaga, conoce y propone nuevas formas de adaptación integral, buscando el equilibrio de estos tres pilares, conociendo de antemano que estas están insertas en el espacio natural, que es jerárquico y proporciona las bases para las demás dimensiones.

3.2

UNIVERSIDAD Y SOSTENIBILIDAD

“El desarrollo sostenible implica la adhesión a principios profundos que conllevan a la modificación del comportamiento.” Clemencia Camacho Delgado, Directora Carrera Administración de Empresas Agropecuarias. Politécnico Grancolombiano.

Los ideales que persigue el desarrollo sostenible, no solo están basados en actividades meramente dirigidas al ámbito económico para todas sus esferas, ni solamente al desarrollo de iniciativas ambientales dirigidas al cuidado y equilibrio del ecosistema natural. En efecto la construcción de lineamientos sostenibles dentro de nuestra sociedad buscan de una y otra forma cambiar el pensamiento que se tiene al realizar cualquier actividad diaria; que al estar inserta en sociedades organizadas deben corresponder desde los niveles más bajos, convirtiéndose así en modelos de vida sostenibles. De esta forma, en el campo del conocimiento, el desarrollo sostenible exige instituciones que reformulen epistemológicamente el objeto de conocimiento, desde la comprensión de la complejidad de los sistemas ecológicos y sociales en interacción, de tal forma que se demanda la investigación interdisciplinaria y el diálogo con otros saberes y experiencias, de tal forma que se traduzcan en generación de nuevo conocimiento a través de la investigación participativa (Escobar Jaramillo, 2008).

Para acceder a este tipo de iniciativas, existen varias vertientes dentro de la sociedad para abordar el paradigma de la sostenibilidad como espacio de reflexión y conducta, en este caso particular las Institu-

ciones de Educación Superior (IES) conforman un ambiente amplio, complejo y dinámico que pueden aceptar, desarrollar y difundir la sostenibilidad como estrategia de educación, además de convertirse en un modelo para los profesionales del futuro. Ante este panorama se puede plantear la siguiente pregunta **“¿Y cómo podría la Universidad permanecer ajena a una formación de ciudadanos conscientes ambientalmente, máxime cuando sus aulas, laboratorios o bibliotecas, deben salir los ciudadanos de los que dependerán las tomas de decisión más importantes, la investigación científica, el diseño de las políticas económicas o la planificación de las actividades?”** (Rosúa Campos, 2005: 248). Esta es la inquietud generalizada ante la cual se plantea la inserción del desarrollo sostenible como una herramienta de educación que tiene como tarea modificar el pensamiento tradicional, por una especie de racionalización más consciente de las problemáticas ambientales que están por orden lógico en contextos muy específicos como la ciudad o zonas rurales de los departamentos y que deben ser modificadas desde todos los panoramas que las componen. Por consiguiente es importante conocer la universidad como un espacio organizado que a través del tiempo se ha transformado en instituciones consagradas con leyes y normas particulares.

3.2.1 EL CONCEPTO DE UNIVERSIDAD

Históricamente, las universidades no fueron diseñadas de acuerdo con alguna idea o concepto predefinido, sino que fueron evolucionando a lo largo del tiempo y definiendo en este proceso sus características, valores, principios y objetivos (Gonzales, 1997). Actualmente, la investigación constituye su razón de ser, dado que es la base primordial de la docencia y la esencia misma de la proyección social (Hernández, 2007). La Universidad corresponde al tipo de iniciativas de la sociedad por la generación del conocimiento de manera dirigida y organizada, por lo tanto es en este tipo de espacios donde se encuentran los mayores esfuerzos para cambiar el comportamiento hacia la sostenibilidad.

Podemos por lo tanto decir del surgimiento de las universidades lo siguiente: *“la generación y transmisión de conocimientos de tipo superior tiene historia tan larga y diversificada como las civilizaciones (...) la universidad surgió como una corporación de gentes dedicadas a actividades académicas, agrupó a todos los maestros y estudiantes de una misma ciudad. Luchó con apoyo papal, real o imperial por conquistar su autonomía frente a otros poderes locales, laicos, episcopales.”* (Arocena, 2001: 52). Esto demuestra que la universidad como espacio del conocimiento ha evolucionado desde sus inicios, pero lo más importante de estas transformaciones es la influencia que ha tenido las dinámicas sociales que la rodean, por consiguiente desde sus inicios donde se manifestaba como un espacio meramente influenciado por criterios religiosos, los ideales de las universidades en primera instancia en el continente Europeo se fueron transformando conformando cada vez más la profesionalización y la investigación como sus bases de inserción dentro de la sociedad en cuanto a esto y como lo plantea Muller (en Arocena, 2001) describe la universidad y su evolución de la siguiente manera:

Hace dos siglos la emergente edad de la razón comenzó a transformar la institución universitaria en el mundo occidental a la antigua y venerable: La universidad del S. XVIII permanecía dedicada

primariamente al estudio y transmisión del conocimiento que la humanidad había acumulado a lo largo de la historia (...) de acuerdo con la naturaleza humana, también la curiosidad y el espíritu de indagación estaban presentes pero la norma prevaleciente era la ortodoxa religiosa (...) la edad de la razón produjo entonces la indagación racional y el método científico que exigía que la verdad de las cosas fuera demostrable a través de prueba. La universidad de la fe se transformó así misma en la universidad de la razón, la universidad de la razón se ha transformado recientemente en la universidad del descubrimiento, argumentare que en los albores del S. XXI la universidad está nuevamente en un proceso de transformación al cual a falta de mejor nombre llamare la universidad del cálculo.

Estas perspectivas demuestran la alta preponderancia que tienen todos los niveles sociales, culturales, económicos y políticos dentro de la conformación de las instituciones universitarias como lugares fuente de conocimiento y transmisión del mismo. No se puede dejar de lado que estas influencias exteriores, convierten los lineamientos de la institución universitaria en prioridades para la sociedad, de esta forma nacen las profesiones como respuesta a las necesidades de la sociedad de acuerdo a temas específicos que requieren especial atención. Por lo tanto estas se convierten en razones primarias para la inserción de la sostenibilidad como insignia predominante de las universidades del mañana. Así se convierte en eje clave de su comunidad, promoviendo proyectos que apoyen el desarrollo del aprendizaje y logrando una natural relación de los equipos y de los miembros de las diversas comunidades universitarias (Muñoz, 2004).

3.2.2 INSERCIÓN DEL CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD EN LA UNIVERSIDAD

En esta sección del documento se hará énfasis en la importancia que han revelado diferentes movimientos y organizaciones alrededor del mundo, al igual que iniciativas, que surgen debido a la preocupación de los problemas ambientales que aquejan nuestro planeta y que buscan ser dirigidos en iniciativas dentro de la Universidad como eje de participación investigativa y aplicada. De igual forma es importante reconocer las razones y causas que soportan el hecho de comprender la IES como una fuente principal de la inserción de la sostenibilidad como eje primordial de sus actividades.

En cuanto lo siguiente se puede decir: “Las instituciones de educación superior que se comprometan con el concepto de sostenibilidad deben reconocer que existe una verdadera escasez de pensadores y profesionales formados para asumir este reto. Las universidades reconocen que son parte del problema ya que han educado a la mayoría de las personas que desarrollan y rigen las instituciones sociales.” (Muñoz, 2004), este es el primer paso hacia la sostenibilidad basado en el reconocimiento de las problemáticas y aún más en las ausencias en cuanto a insertar los temas ambientales como un lineamiento particular en la enseñanza, la investigación y la docencia. Sin embargo ya son más las universidades que se han acoplado a este compromiso, tanto así que se insertan en todo el ámbito curricular, como es el caso de la mayoría de universidades Europeas.

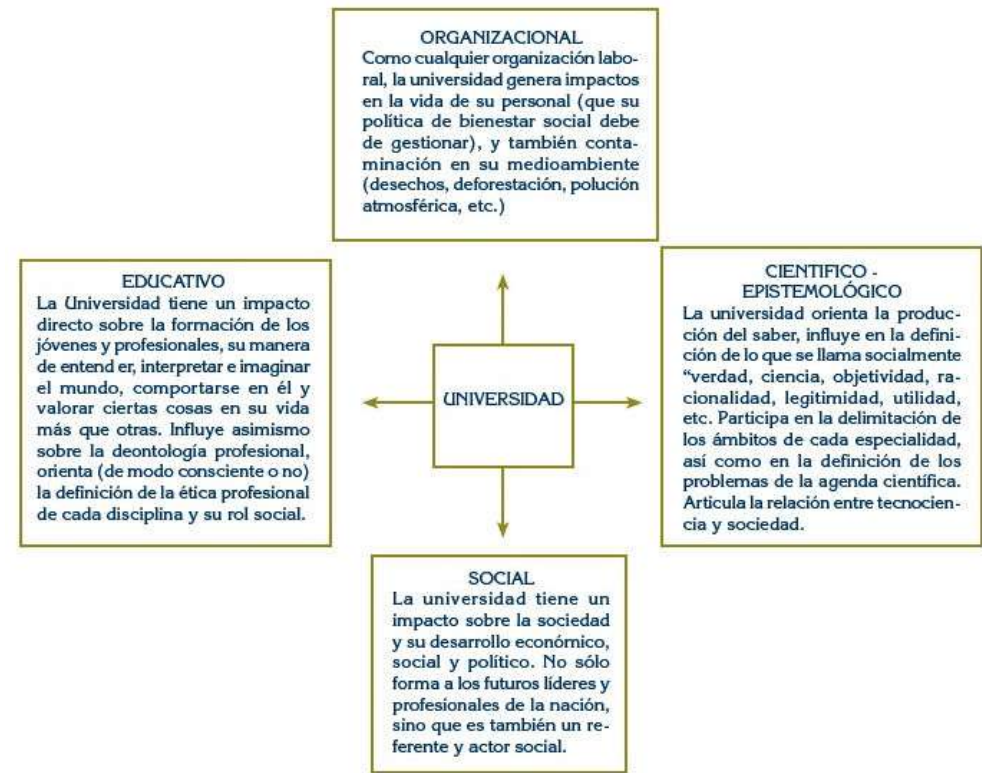


Imagen 9. Ámbitos de Influencia directa de la Universidad y su correspondiente responsabilidad.

Fuente: Con base en Valley, François (2005) Responsabilidad social universitaria: de la teoría a la práctica. Pontificia Universidad Católica del Perú. Junio 2005.

Respondiendo a esto Enrique Leff (1993), considerado reconocido investigador en el tema ambiental en la educación superior plantea lo siguiente en cuanto las razones de introducir la temática ambiental como base primordial de la educación e investigación: “(...) **no es posible responder a los complejos problemas ambientales, ni revertir sus causas, sin transformar el sistema de conocimientos, valores y comportamientos que conforman la actual racionalidad que los genera. En ese sentido, es necesario pasar de la conciencia social sobre los problemas ambientales a la creación de nuevos conocimientos, nuevas técnicas y nuevas orientaciones en la formación profesional, lo que constituye uno de los grandes retos para la educación superior en la última década del siglo.**”

En cuanto a las formas de cómo proceder y realizar estas modificaciones Leff plantea lo siguiente:

(...) En este contexto, las universidades deben realizar esfuerzos para ir configurando los ejes temáticos que orienten el desarrollo del conocimiento y la producción de un nuevo saber ambiental, capaz de ser amalgamado a los paradigmas y disciplinas tradicionales. Este proceso se da a través de un trabajo teórico y de investigación del que destacan, (entre otros), dos aspectos fundamentales. Uno de ellos es la necesidad de abrir espacios de investigación interdisciplinaria, orientada a problemáticas ambientales específicas por medio de estudios de caso concretos. Otro aspecto es la necesidad de abrir a las universidades hacia un proceso de investigación participativa con las propias comunidades y poblaciones en las que se dan los problemas ambientales, captando los problemas desde las bases (...)

Estos planteamientos reflejan el interés además de un desarrollo bien direccionado de lo que podría ser la universidad con “criterios sostenibles”, es reconocible también que estos trazados tienen una cronología particular, lo que demuestra que este tipo de preocupaciones no son tan actuales, pero de igual forma en este espacio empiezan poco a poco a despertar como prioridades. De acuerdo a este mismo tipo de iniciativas también es importante describir aquellas que se han creado oficialmente y que soportan de manera probablemente reglamentaria y sistemática, las actividades del desarrollo sostenible dentro de la universidad.

3.2.3 ORGANIZACIONES Y PRONUNCIAMIENTOS FRENTE A LA RELACIÓN SOSTENIBILIDAD-FORMACIÓN UNIVERSITARIA

Para abordar este tema es importante empezar por reconocer que existen diversos y numerosos pronunciamientos entre los cuales los más importantes son aquellos en los que diversas universidades se han basado para construir sus programas de sostenibilidad. Por orden de importancia cronológica cabe destacar los resultados de la Agenda 21 en la Conferencia Rio 92, la importancia de estos resultados en dicho encuentro mundial se basan en la aplicación de diferentes capítulos que operacionalmente pueden ser inscritos dentro de campus universitarios. Para hablar puntualmente de su aplicación se puede hacer referencia al Capítulo 35 donde se señala el rol de: “*la ciencia al servicio del desarrollo sustentable*”, que plantea diferentes soluciones al igual del cómo abordarlas. “*Es exigido un fortalecimiento de las bases científicas de una economía sustentable una profundización del necesario entendimiento de la relación ecológica y la capacidad de carga de la tierra, así como una mejoría de los procedimientos, de evaluación de su estado actual y las tendencias en el área ambiental y del desarrollo. Es propagada una fuerte orientación de las exigencias de un desarrollo sustentable, una interdisciplinaria y multidisciplinaria cooperación, así como un mejoramiento de las estructuras de comunicación entre las instituciones participantes y los grupos de actores (investigación pública, investigación privada, tomadores de decisiones en la política, la economía y la administración pública). También son mencionados como objetivos de acción general, el mejoramiento del acceso a las informaciones, la instalación de sistemas e información, así como una mejor divulgación de los resultados de investigación en la sociedad*” (Michelsen, 2003: 157).

Posteriormente se puede referenciar como tipo de iniciativas de la misma índole, diferentes organizaciones que han luchado por desarrollar las mismas causas, de igual forma como otro tipo de iniciativas en cuanto el tema ambiental, estas han surgido en el contexto europeo, donde las sociedades del antiguo continente se han adentrado con mayor importancia en estos temas. Un primer intento, por trasladar la discusión sobre la sustentabilidad al nivel de las universidades, lo han emprendido la Conferencia Europea de Rectores de Universidades (CRE), ahora European University Association (EUA). La CRE/EUA está dedicada desde 1994 a las preguntas de cómo poder integrar los principios del “desarrollo sustentable” en el trabajo de las universidades. Han formulado el correspondiente programa COPERNICUS (CO-operation Programme in Europe for Research on Nature and Industry through Coordinates University Studies) (Michelsen, 2003: 158). Este programa es importante nombrarlo debido a que las universidades han acogido sus principios como base fundamental en la operacionalización de la sostenibilidad universitaria. De acuerdo a esto aquí están sus principios:

- Implementar la perspectiva de la sustentabilidad en todo el sistema universitario;
- Estimular y coordinar proyectos de investigación interdisciplinarios;
- Acercar los resultados de investigación a los tomadores de decisiones en el área de la economía y la política; y
- Acercar a las universidades a otros sectores de la sociedad (en el marco local, nacional y toda Europa)” (Michelsen, 2003: 158).

Prosiguiendo en el orden de acontecimientos que han regulado y justificado la sostenibilidad como una dirección que deberían tomar las universidades en sus directrices de desarrollo, se puede hablar de un acontecimiento muy particular debido también a la declaración suscitada como resultado de diferentes investigaciones.

De esta forma, en octubre de 1990 la Asociación de Líderes Universitarios para un Futuro sustentable (ULSF) promueven la Declaración de Tolloires, en la que 22 rectores de diferentes universidades del mundo se comprometen a:

- a) Que las universidades se comprometen en la educación, investigación, formación de políticas e intercambio de información sobre población, ambiente y desarrollo para moverse hacia un futuro sustentable.
- b) Que se establezcan programas para producir capacidades profesionales en el manejo ambiental, el desarrollo económico sustentable, los estudios poblacionales y campos relacionados, para asegurar que los egresados sean ciudadanos letrados y responsables en materia ambiental.
- c) Que se fije un ejemplo de responsabilidad ambiental por medio del establecimiento de programas de conservación de recursos, reciclamiento y reducción de basura en los campus universitarios, lo que comprometió a las instituciones a ser no sólo participantes sino agentes y gestores del cambio.”

(Escobar Jaramillo, 2008).

Por último cabe resaltar acontecimientos posteriores enmarcados en los ideales propuestos a corto plazo y largo plazo, desarrollados en las propuestas de las Naciones Unidas, específicamente En proyectos complejos como la “Educación para el desarrollo sostenible 2005 – 2014”. Que aunque este tipo de iniciativas tienen también problemas al insertarse y muchas veces no cuentan con el apoyo necesario, muchos investigadores proponen que estos temas son necesarios en este tipo de escenarios debido a la proyección que se revela en las sociedades.

Para este tipo de iniciativas es común encontrar los planteamientos hechos por Clugston (2004), en el marco del Decenio para la Educación del Desarrollo Sostenible que citan las siguientes propuestas del cómo debería ser este tipo de prospectos:

- Interdisciplinaria, Holística y compleja: El entendimiento y formación sobre desarrollo sostenible debe estar inmerso en todo el currículo y no ser tratado como un elemento separado.
- Orientado por valores: Valores y principios compartidos que son la base de la sostenibilidad.
- Pensamiento crítico y orientado a la solución de problemas: Debe dar confianza en el enfrentamiento de los dilemas de la sostenibilidad.
- De métodos múltiples: Los métodos de todas las disciplinas del conocimiento y las artes hacen parte de la educación para el desarrollo sostenible.
- Participación en los procesos de decisión: Los involucrados participan en las decisiones de su propio aprendizaje.
- Relevancia de lo local: se deben estudiar tanto problemáticas locales como globales, usando el lenguaje más cercano y usado por los estudiantes.

En este mismo orden de ideas se planteó por parte de Clugston y Calder (1999) siete principios fundamentales de las tareas y actividades que deben presentarse en la universidad para que sea un ejemplo de sostenibilidad.

1. Las declaraciones escritas de la Misión y el propósito de una institución y de sus varias unidades expresan sus filosofías y compromisos. La descripción de los objetivos de aprendizaje y los materiales impresos destinados a relaciones públicas de las diferentes facultades, departamentos, programas y/o oficinas deben expresar de manera predominante y explícita la preocupación por la Sostenibilidad.

2. La universidad debe incorporar los conceptos de sostenibilidad en todas sus disciplinas, artes, y requerimientos de educación profesional, así como en las investigaciones hechas por estudiantes y académicos. De esta manera, un desarrollo profundo del concepto en las disciplinas básicas acompañado por capacidades de pensamiento complejo y crítico es esencial para que la universidad contribuya al alcance de un futuro sostenible. Algunos de los cursos que se dictan en las universidades de hoy

tienen nombres como: “globalización y desarrollo sostenible”; “filosofía ambiental”; “entendiendo la naturaleza”; “la ética de la tierra y la agricultura sostenible”; “justicia Social y ecología urbana”; “población, mujer y desarrollo” y “producción y consumo sostenible”; entre muchos otros. Nótese el carácter interdisciplinario e integrador que expresan los títulos de estas asignaturas.

3. El mayor cambio en el actual paradigma académico está en una consciente reflexión del rol de la institución en su sistema social y ambiental. Los estudiantes aprenden de valores y prácticas institucionales de acuerdo con este contexto. Por ejemplo, los estudiantes deben entender:

- a. Como el campus funciona en el ecosistema (flujos de materia y energía entrantes y salientes) y su contribución a una economía y sociedad sostenible.
- b. Como la institución trata a sus empleados y miembros, como los envuelve en la toma de decisiones, gestión de carreras, beneficios, etc.
- c. Los valores básicos y los presupuestos fundamentales presentes en el contenido y los métodos de las disciplinas académicas.
- d. El pensamiento complejo es un requisito imprescindible para el entendimiento de la sostenibilidad. La formación en procesos de pensamiento que permitan al estudiante aproximarse al sistema múltiple de variables que determinan sostenibilidad no es tarea fácil, máxime cuando un análisis de sostenibilidad avanzado y profundo de nuestra sostenibilidad genera contradicciones y conflictos (Malaska, 2004).

4. La investigación y la docencia son propósitos inherentes de las instituciones académicas, el conocimiento de la sostenibilidad es una preocupación crítica en el inicio, mantenimiento y promoción de sistemas, En este orden de ideas se esperaría que la institución:

- a. Premie las contribuciones al desarrollo del concepto de sostenibilidad por parte de sus profesores en investigación, docencia y actividades intra e inter campus.
- b. Provee una plataforma de recursos financieros y académicos apropiada para el fomento del entendimiento, la docencia, la investigación y la extensión en sostenibilidad.

5. La institución tiene “una huella ecológica”. En su producción y consumo en materia y energía la institución sigue políticas y prácticas de sostenibilidad. Por ejemplo, políticas de compras sobre productos locales para reducir transporte, variables ambientales y sociales en la formulación y evaluación de proyectos de inversión, incorporación de elementos de bioclimática en sus edificaciones, etc.

6. El apoyo institucional y los servicios a los estudiantes hacen especial énfasis en ciertas prácticas como:

- a. Orientación estudiantil, becas, pasantías, y consejería laboral relacionada con servicio comunitario, justicia, equidad, y sostenibilidad.
- b. La creación de un comité o instancia institucional encargado de designar un coordinador o una oficina dedicada a la promoción del concepto de Universidad Sostenible.
- c. Hacer periódicamente auditorías ambientales y sociales a la institución y a sus unidades.
- d. Brindar especial importancia a eventos relacionados con la sostenibilidad.

7. La institución se interesa y compromete en alianzas locales y globales de sostenibilidad. La universidad promueve modelos de comunidades sostenibles y modelos de negocios que fomenten prácticas de sostenibilidad. La institución busca cooperación internacional para aproximar y proponer soluciones en problemas de justicia, equidad y medio ambiente. Esto se realiza a través del intercambio de expertos, estudiantes, conferencias, seminarios, etc.

Dado hasta aquí diferentes reflexiones que justifican el estudio de esta materia como un proceso importante en las futuras IES, el hecho particular es encontrar las herramientas adecuadas para su aplicación, que dentro de ellas se encuentran las iniciativas nombradas anteriormente. Sin embargo estos mismos expertos reconocen que es un esfuerzo continuo que debe comprometer a toda la universidad como tal, al igual que medir sus resultados y fortalecer las actividades de los mismos. Por consiguiente como se ha dicho con anterioridad, en cuanto a la sostenibilidad nada está escrito pero el camino es diverso pero necesario.

3.3

USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

El uso de los recursos en nuestro planeta depende de los servicios que el ser humano en condición de habitante transforma para sostener el transcurso de la vida humana. A través del tiempo y en virtud de la misma evolución de la tecnología, se ha transformado las maneras en las cuales el hombre se abastece de los recursos provistos de la naturaleza. En periodos anteriores la humanidad y sus principales fuentes de energía eran renovables (tracción animal, humana, hidráulica) con lo cual el incremento en el uso de otros recursos finitos no era amenazante ambientalmente. (Ver imagen 11)

De acuerdo a esto y a partir de la evolución de las fuentes energéticas, resulto convirtiéndose en una explosión inminente en la utilización de recursos no renovables. La obtención de energía a partir de minerales o especialmente el petróleo ha llevado consigo, transformaciones en el medio ambiente, acusando la minimización y la desaparición inminente en otro tipo de espacialidades ambientales; para tal caso se soporta la deducción que: *a mayor población, mayor necesidades energéticas, mayor extracción de recursos, mayor contaminación del ambiente.*

El concepto de energía se envuelve por lo tanto dentro de una visión basada en el servicio. La energía no representa un fin en sí mismo sino un medio para conseguir algo (un servicio) por lo que en realidad la demanda de energía enmascara otra demanda, la de los servicios que la energía nos puede proveer: comida caliente, ropa limpia, iluminación, transporte de personas y mercaderías, elevación de agua para irrigación, fuerza motriz en fábricas, calor de proceso, etc. A partir de esto se entiende por *servicio energético* (o uso final de la energía) a aquella prestación, provista naturalmente o por un dispositivo, que utiliza energía para satisfacer una necesidad humana (Tanides, 2002: 7). Por lo tanto para la futura optimización eficiente de los servicios energéticos es importante reconocer cuales son, como se comportan y de qué manera se utilizan. Ver tabla (3).

Usos Finales de la energía Eléctrica
Transporte
Movimiento de Materiales
Procesos mecánicos
Enfriamiento
Calefacción
Iluminación
Manejo de la Información
Transformación física/química

Tabla 3. Uso finales de la energía, fuente: (Tanides, 2002: 7)

Equipo	Consumo kWh/mes/hogar en cada ciudad			
	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Pasto
Iluminación	36.2	25.0	24.8	34.3
Televisor	8.2	7.8	11.7	6.9
Nevera	44.1	55.0	60.0	29.0
Plancha	10.7	9.4	9.0	7.7
Licuadaora	1.2	1.0	1.9	1.7
Lavadora	12.7	12.7	3.8	5.2
Ducha electrica	63.1			62.8
Ventilador			42.7	
Total	176.2	111.0	153.9	147.6

Imagen 10. Consumo promedio mensual de energía estratos 1, 2,3.

Fuente: Determinación del consumo final en los sectores residencial urbano y comercial y determinación de consumo para equipos domésticos de energía eléctricay gas. Resumen ejecutivo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Dpto. de Física 2006.

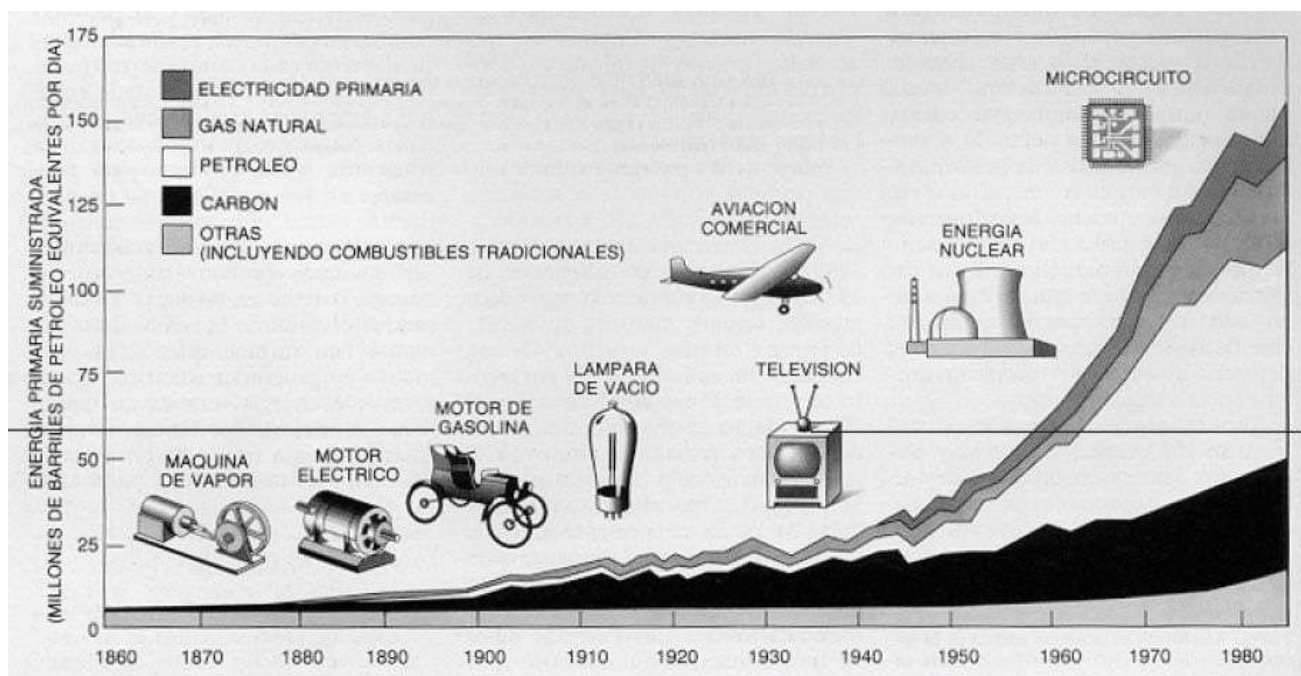


Imagen11. Uso de la Energía a través de las décadas, Fuente: (Davis: 1990)

El recurso energético en el campo de la energía eléctrica, es uno de los temas más agravantes debido a la forma como se produce este recurso alrededor del mundo y la manera como se utiliza. En la siguiente tabla se puede observar los usos de energía eléctrica para algunas ciudades dentro de los hogares de Colombia.

Particularmente en Colombia la mayoría de la generación de la energía eléctrica se produce por termoeléctricas, por consiguiente adaptar condiciones y estrategias que contemplen un uso eficiente de la energía comprendería una reducción en el uso del carbón y por consiguiente de los riesgos ambientales que cada vez atentan con la calidad de vida de los seres humanos. Particularmente el Ministerio de Minas y Energía de Colombia, en la Unidad de Planeación Minero Energética, propone un concepto de difusión pública donde se establece la intención del ahorro energético dentro de las edificaciones, hogares y demás espacio públicos o privados en el país. De acuerdo a su guía desarrollada se propone el URE (Uso Racional de Energía). *“URE es uso racional de la energía esto significa aprovechar al máximo la energía sin perder la calidad de vida que nos brindan, los servicios que recibimos de ella, podemos seguir utilizando el computador, el automóvil o cualquier cosa que requiere energía para funcionar, pero debemos reducir el desecho de energía y la producción de desechos contaminantes.”* (UPME y Universidad Nacional, 2007: 4). Entre algunas de las actividades que se proponen

como acciones eficientes para el recurso energético se encuentran:

- *Hacerle mantenimiento regular a los electrodomésticos, maquinaria o instalaciones eléctricas, si las mantenemos en el mejor estado posibles, trabajarán como si fueran nuevas.*
- *Apagar los equipos que no se estén utilizando, energía que no se usa es energía que no se tiene que pagar.*
- *Separar los desechos del papel reciclable del resto basura.*
- *Adquirir productos recargables y evitar los productos de un solo uso. Como los vasos desechables.*

Primordialmente en las edificaciones públicas o privadas, u hogares como se apreció en la imagen (11), de los mayores usos en el consumo energético reside en la iluminación. Este servicio energético desde el URE, propone un recambio en la forma como se iluminan los espacios, principalmente la iluminación incandescente por el cambio a iluminación fluorescente, que determinadamente corresponde a un cambio bombillas representadas en el consumo en Watts. Este es uno de los aspectos más representativos en la iluminación de diferentes espacios. La iluminación eficiente es un concepto que se propone para desarrollar una calidad en el uso y el desuso de las luminarias. Este concepto no se basa

solo en el recambio de bombillas, también está basado en comprender el espacio y sus actividades, de esta forma proponer una iluminación con ahorro y calidad.

3.3.1 ILUMINACIÓN EFICIENTE

El componente primordial en la iluminación de cualquier espacio es la luz, para entender la iluminación es necesario conocer de qué manera se necesita y de esta forma reproducirla en determinada área. La luz es un componente esencial en cualquier medio ambiente ya que hace posible la visión del entorno, pero además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y ambientación y afectar el rendimiento visual, estado de ánimo y motivación de las personas. El diseño de iluminación requiere comprender la naturaleza (física, fisiológica y psicológica) de esas interacciones y además conocer, manejar los métodos y la tecnología para producirlas, pero fundamentalmente demanda una fuerte dosis de intuición y creatividad para utilizarlas (Raitelli: 2002). Planificar la iluminación no solo se basa en ubicar luminarias y llenar de luz un área sin de antemano detallar que tipo de personas u objetos van a rodear el espacio o qué tipo de actividades se van a desarrollar y en este mismo orden de ideas, la iluminación, especialmente la iluminación eficiente debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Usar al máximo posible la luz natural
- b) En todo diseño se debe buscar obtener las mejores condiciones de iluminación usando fuentes luminosas de la mayor eficacia disponible, conjuntos eléctricos de alta eficiencia y luminarias con la fotometría más favorable en términos de factor de utilización.
- c) En los proyectos nuevos o remodelaciones de sistemas de iluminación de avenidas, grandes áreas o parques deportivos, donde se tienen altos consumos de energía, se debe considerar la posibilidad, de reducir los consumos en las horas de baja circulación de personas o vehículos, mediante la instalación de tecnologías o prácticas apropiadas de control.
- d) En zonas donde se instale alumbrado con bombillas, que no permitan cambios de tensión como método de reducción de potencia, se deben prever los circuitos eléctricos necesarios o la foto controles temporizados, para controlar el encendido de las bombillas. (Ministerio de Minas y Energía Colombia, RETILAP, 2010: 34)

Teniendo en cuentas estos aspectos se puede comprender la iluminación eficiente como una alternativa de innovación y colaboración con el medio ambiente. ***Un sistema de iluminación eficiente es aquel que además de satisfacer necesidades visuales, crea también ambientes saludables, seguros y confortables, posibilita a los usuarios disfrutar de atmósferas agradables, emplea apropiadamente los recursos tecnológicos (fuentes luminosas, luminarias, sistemas ópticos, equipos de control, etc.) hace un uso racional de la energía para contribuir a minimizar el impacto ecológico y ambiental; todo esto por supuesto dentro de un marco, de costos razonable, que no solamente debe incluir las inversiones iniciales sino también los gastos de explotación y mantenimiento*** (Raitelli : 2002).

La iluminación por lo tanto es uno de los usos finales que mayores beneficios traen para el ahorro energético, para este caso también existen organizaciones y normas que han apoyado tanto a la arquitectura como a la ingeniería dotando de herramientas que posibiliten contemplar la iluminación como un elemento vivo de una edificación determinada. Generalmente en algunos países es un aspecto que se viene desarrollando con mayor intervención, primordialmente en la utilización de bombillas ahorradoras, sin embargo más allá de las bombillas o las luminarias, existen tecnologías de control que permitan el uso sistemático de la iluminación advirtiendo su utilización por ejemplo durante la presencia de personas en la habitación. Desde una perspectiva global una iluminación planificada concierne gastos económicos significativos, que se verán reflejados a largo plazo con el uso y desuso de un sistema de iluminación eficiente especialmente en las facturas de cobro.

Por consiguiente trabajar en un proyecto de eficiencia en la iluminación implica varios aspectos, tanto el arquitectónico, el social, y el psicológico etc. Cuando se desarrolla no solo una zona bien iluminada sino bien utilizada se llega a concluir las siguientes cualidades:

1. El potencial de ahorro para este uso final demuestra ser muy elevado.
 2. Algunas alternativas de eficiencia en iluminación no representan costo adicional alguno y en otros casos el uso eficiente de la energía eléctrica en la iluminación es una medida altamente rentable.
 3. Debido a su alta coincidencia con la demanda pico vespertina de electricidad, una reducción en el consumo energético se reflejaría también en una disminución en la demanda de punta, permitiendo importantes ahorros en las inversiones necesarias para suministrar dichos picos.
- En particular para el sector residencial
4. Pocos puntos luminosos de la residencias concentran la mayor parte del consumo, lo que permite un gran aprovechamiento del potencial del ahorro cambiando pocas lámparas.
 5. Debido a la corta vida útil, al bajo costo de las lámparas a reemplazar (incandescentes) y a que la tecnología para efectuar el cambio se halla disponible en el mercado, la substitución puede realizarse, en plazos relativamente breves. (Raitelli : 2002)

Factor psicológico e iluminación

El ser humano tiene una relación muy fuerte con la disposición de la luz, teniendo en cuenta que en gran parte de las culturas existe una concordancia fisiológica con los estados de iluminación alrededor del día. La posición del sol ha llevado en gran parte de las civilizaciones a crear y planificar sus sistemas de vida. Por consiguiente esa relación sincroniza un orden de actividades en gran parte de la humanidad; las horas de despertar y dormir, los momentos de trabajo y descanso, y sin dejar a un lado las connotaciones psicológicas en el estado de ánimo. Conociendo este tipo de implicaciones es recurrente hablar de la calidad de la iluminación, como aspecto importante en las actividades que necesiten ser iluminadas.

Si se necesita hablar de iluminación con calidad se puede describir de qué forma modifica las interacciones del usuario con el espacio. Boyce (1998) plantea como alternativa superadora de esta discusión

que la calidad de la iluminación puede ser definida en forma más general como el grado por el cual la instalación logra los objetivos propuestos y se ajusta a las restricciones impuestas por el cliente y el diseñador. Dependiendo del contexto los objetivos pueden incluir resultados deseados facilitadores, como por ejemplo mejorar el rendimiento en la realización de tareas relevantes, crear impresiones específicas o generar patrones de comportamiento esperado tanto como asegurar un medio visual confortable (Colombo, O ´ Donell, Kirschbaum, 2002: 4).

El rendimiento visual es lo único que se puede afectar directamente si se cambian las condiciones de iluminación, y en consecuencia, el efecto de la iluminación sobre el rendimiento de la tarea depende de la estructura de la tarea y específicamente del rol de la componente visual con relación a la componente cognitiva y motora. Las tareas en las cuales la componente visual es grande serán más sensibles a los cambios en condiciones de iluminación que aquellas tareas donde la componente visual es pequeña. Por ejemplo, tareas para la corrección de textos son muchos más sensibles a los cambios de luz, que tareas de lectura que solamente impliquen comprensión (Colombo, O ´ Donell, Kirschbaum, 2002: 9). Esto indica la importancia que se debe tener al momento de acondicionar un espacio, es ocurrente encontrar de igual forma espacios donde la iluminación puede alterar los estados de ánimo y ocasionar bajas en el rendimiento de las tareas. En el siguiente diagrama se puede analizar tres aspectos que se deben tomar en cuenta para realizar una iluminación de calidad.



Imagen 12. Diagrama de las tres componentes que participan en la definición de la calidad de la iluminación.
Fuente: (Colombo, O ´ Donell, Kirschbaum : 2002)

Al conjugar estos aspectos es imprescindible adoptar una estrategia en la instalación de la iluminación que juegue con la arquitectura y con el usuario. La conclusión es conseguir confort visual que optimice

las tareas a desarrollar. Aspectos por ejemplo, que pueden truncar una tarea, son el deslumbramiento causado por brillos en superficies o luminarias con mala disposición, al igual que una mala disposición del puesto de trabajo, en un caso determinado, pueden imperfeccionar la relación de las actividades y no generar un ambiente de trabajo agradable. Por lo tanto la disposición del usuario y sus aspectos fisiológicos en el espacio son tan importantes como la selección de las luminarias o la disposición de las ventanas en dicha área. Las entradas de luz comprometen al diseñador a generar un ambiente de confort donde se contemplen horarios, climas, cantidades, formas, etc. Todo esto conjugado a la iluminación eficiente pero de calidad.

3.3.2 ASPECTOS DE LA ILUMINACIÓN

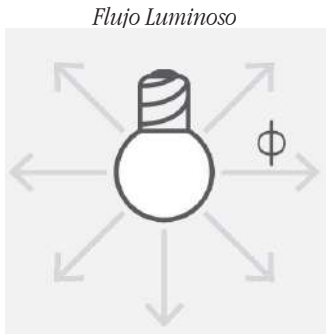
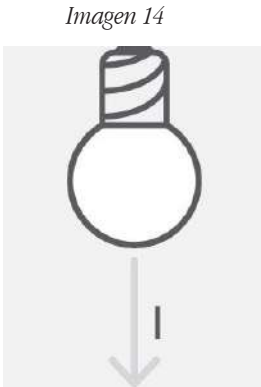


Imagen 13

Describe la cantidad de luz percibida en potencia total, emitida por una fuente luminosa, en forma de radiación a la que el ojo humano es sensible. Símbolo: Φ Unidad: Lumen (lm)



Intensidad Luminosa

Describe la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente luminosa en una dirección definida.

Símbolo: I - Unidad: Candela (cd)

Iluminancia

Describe la cantidad de flujo luminoso de una fuente luminosa que incide sobre una superficie por unidad de área. **Símbolo: E - Unidad: Lux (lx)**

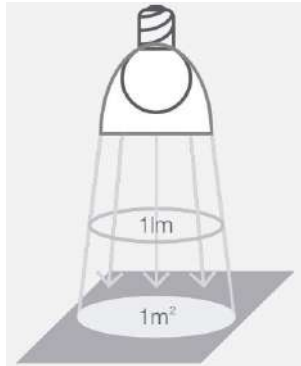


Imagen 15

Luminancia Describe la cantidad de flujo luminoso que atraviesa o emerge de una superficie proyectada verticalmente a la dirección de irradiación. **Símbolo: L - Unidad: Candela-metro cuadrado (cd m²)**

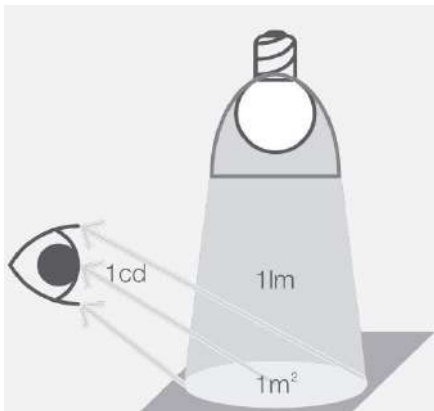


Imagen 16

Deslumbramiento

Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficiente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad. Existe deslumbramiento cegador, directo, indirecto, incomo-

do e incapacitivo.

Nota: la magnitud de la sensación del deslumbramiento depende de factores como el tamaño, la posición o la luminancia de la fuente el número de fuentes y la luminancia a la cual los ojos están adaptados.

Índice de Reproducción Cromática

Determina la fidelidad de la reproducción de los colores bajo una iluminación dada. El grado de la infidelidad cromática se indica mediante el índice de reproducción cromática %Ra, donde un 100%Ra significa que todos los colores se reproducen perfectamente.

Temperatura de Color

Designación del color de luz de una fuente de luz. En los proyectores térmicos, equivale aproximadamente a la temperatura efectiva del filamento espiral de la bombilla en grados Kelvin (°K). En las bombillas de descarga se indica la temperatura de color más similar. Es la temperatura a la que un proyector térmico emite luz de un color comparable.

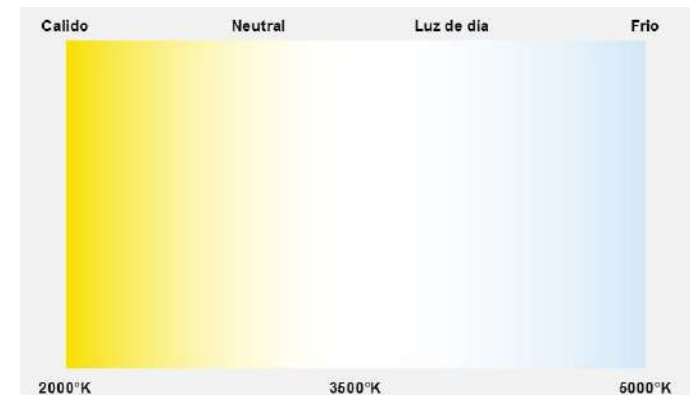


Imagen 17. Designación de colores de acuerdo a las temperaturas de la bombilla.

Niveles de Iluminancia

En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia adaptados de la norma ISO 8995 “principle of visual ergonomics – the lighting of indoor work systems.” El valor medio de iluminancia, relacionada en la cita tabla, debe considerarse como el objetivo de diseño y por lo tanto esta será la referencia para la medición en la recepción de un proyecto de iluminación. En ningún momento durante la vida útil del proyecto la iluminancia promedio podrá ser superior al valor máximo o inferior al valor mínimo establecido en la tabla. En la misma tabla se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento (UGR).

Almacenes				
<i>Iluminación general:</i>				
En grandes centros comerciales	19	500	750	1000
Ubicados en cualquier parte	22	300	500	750
Supermercados	19	500	750	1000
Colegios y centros educativos.				
<i>Salones de clase</i>				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
<i>Salas de conferencias</i>				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Talleres de ensamble				
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	25	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de	22	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	16	1000	1500	2000

Tabla 3. Algunos Índices de UGR máximo y niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades. Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

La iluminación, en muchos casos implica, implica el mayor costo que se paga por consumo de energía en una edificación, por esta razón debemos pensar en iluminar bien y en hacerlo ahorrando energía, para ello debemos seleccionar adecuadamente el tipo de bombilla que se usa en cada espacio (UPME y Universidad Nacional, 2007: 14).

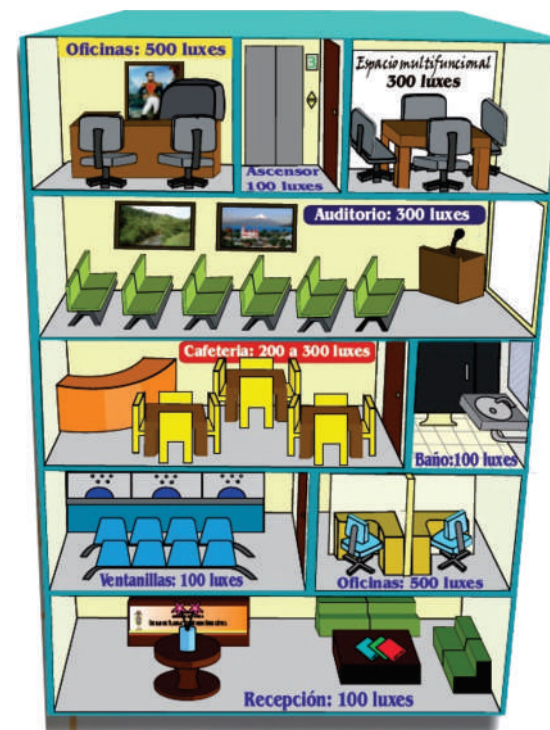


Imagen 18. Valores de luxes recomendados de acuerdo al tipo de espacio. Fuente : (UPME y Universidad Nacional, 2007)

3.3.3 LUZ NATURAL

“El sol es la gran fuente de iluminación en nuestra vida. Debería utilizarse como tal en el diseño de cada casa.” F.L Wright

La iluminación natural como proceso de diseño en la edificación, es una solución viable y sostenible que juega con las condiciones naturales del entorno, aparte de significar un ahorro energético en niveles representativos. Para confirmar esta idea es importante observar de qué manera el ser humano ha desarrollado sus actividades y de qué forma las distribuye en zonas determinadas, es decir, muchas de las tareas que realiza el hombre, las desempeña en las horas del día, donde se encuentra una disposición de luz natural del 60% - 90% durante el día en casi todas las regiones del planeta. Por lo general cualquier actividad que se realice necesita la consideración de estar muy bien iluminada. Ahora bien,

si la mayoría de actividades que se desarrollan, se ejecutan en horas de presencia de luz natural en determinado espacio; ¿por qué no considerar la luz natural, como fuente de iluminación?, aunque en la actualidad, este tipo de consideraciones van llamando aún más la atención, se encuentra cierto recelo por desarrollar este tipo de iniciativas; por ende, la iluminación artificial ha suplido de manera eficiente pero discutible el proceso de iluminación de los espacios.

Sin embargo ante la preocupación creciente de los efectos climáticos y ambientales que amenazan y aquejan el planeta, se han tomado consideraciones acerca del tema. En una primera etapa como iniciativa de diferentes organismos y gobiernos alrededor del mundo, se ha efectuado el cambio de bombillas incandescentes por iluminación fluorescente, sin embargo aunque es una solución significativa, no ha representado el fin de los problemas ecológicos, considerando el manejo final de las bombillas fluorescentes y sus residuos, la recolección del mercurio y otros elementos representa una preocupación que podría traer consigo nuevas amenazas al ambiente natural.

De acuerdo a esto el aprovechamiento óptimo de la luz natural podría convertirse en una alternativa (que ha estado siempre presente) para el desarrollo de la iluminación, teniendo en cuenta sus características y el manejo adecuado de la misma. De acuerdo a Pattini (2002) Estas son algunas ventajas que presenta su uso:

- *Es provista de una fuente de energía renovable.* La iluminación natural es provista por la energía radiante del sol, en forma directa o a través de la bóveda celeste.
- *Puede implicar ahorro de energía.* Una iluminación natural bien diseñada puede cumplir con los requerimientos de iluminancia de un local interior donde se realicen tareas visuales de complejidad media entre de un 60-90% del total de horas natural, lo que tiene un potencial de ahorro en energía eléctrica hasta el 90% en edificios de uso diurno, como por ejemplo escuelas, oficinas, industrias y edificios residenciales.
- *Pueden proporcionar niveles de iluminancia más elevados en las horas diurnas,* para una considerable parte del año, que los obtenidos con luz eléctrica mediante instalaciones económicamente sustentables. Se puede mediante la iluminación natural, obtener una iluminancia homogénea interior de alrededor 1000 lux.
- *La luz directa introduce menos calor por lumen que la mayoría de las fuentes de iluminación eléctrica.*
- *Tiene la particularidad de ser dinámica:* está continuamente cambiando a lo largo del día y de los meses del año. En este sentido es importante destacar que la visión humana está desarrollada de manera que evidencia cierta adaptación a las características de la luz natural y de sus cambios. Además, sus continuos cambios son favorables como efecto estimulante.
- *Integra otros elementos que favorecen la satisfacción de necesidades biológicas y psicológicas y ritmos naturales.* Por ejemplo haciendo visibles el entorno asegura una conexión con el ambiente exterior, las radiaciones externas y las condiciones de cielo, efecto que en general es muy bien recibido por el usuario de la iluminación.
- *La adecuada provisión de luz natural a una vivienda o local puede incrementar el*

valor comercial de ellos.

Iluminación y clima

Este tipo de consideraciones disminuyen ciertos mitos y diferencias que pueden poner en duda la realización de proyectos que consideren la iluminación natural como fuente lumínica principal. De igual forma para sostener estas afirmaciones es conveniente ubicar precisiones en cuanto a su uso. Por ejemplo para zonas tropicales se toman en cuenta otro tipo de características que podrían también intervenir en dichos proyectos. Para zonas del país colombiano, ubicadas sobre el Ecuador, es importante reconocer disposiciones geográficas y de relieve, ya que son las pautas primordiales que rigen el concepto de iluminación natural. En los trópicos existen tres características principales que le hacen diferenciarse de las demás zonas climáticas: no hay estaciones, el sol incide de manera directa sobre las fachadas durante casi todo el día y todo el año, las variaciones en los climas locales dependen del relieve. Entre las variaciones climáticas presentes en las zonas tropicales se encuentra el clima cálido, en el cual se hace necesario, controlar la incidencia de radiación directa en los espacios para evitar recalentamientos. Aproximadamente el 80% del territorio colombiano presenta estas condiciones (Henriques & Pérez).

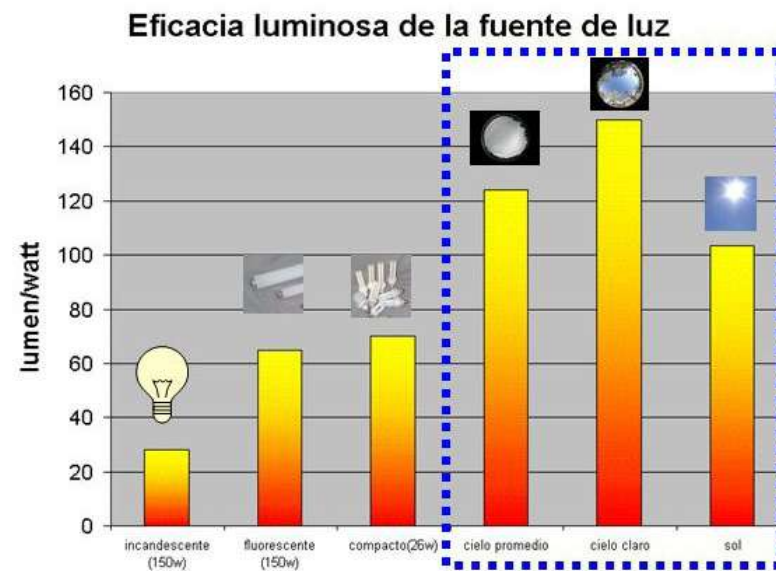


Imagen 19. La proporción luz/calor de las fuentes de luz natural es mejor que las fuentes eléctricas más eficientes. Fuente: "La iluminación natural y su influencia en la calidad de vida". Pattini (2007)

Aunque la consideración climatológica es fuente principal del proyecto de iluminación natural, anteriormente se describió sus incertidumbres en cuanto a las formas de utilizarla efectivamente, debido por ejemplo a concepciones de temperatura, sin embargo un proyecto bien planificado tiene en cuenta

este tipo de controles al igual que sus efectos sobre el usuario. Cabe resaltar que de acuerdo a esto la siguiente tabla compara la eficiencia de la iluminación natural y artificial.

Fuentes de luz natural

El clima de cada región corresponde a interacciones naturales que se reflejan con la disposición del sol y cada periodo del año, de esta forma las luminarias naturales se convierten en el sol y el cielo que proporcionan la iluminación a un local determinado, estos dos fenómenos (el sol y el cielo) son cambiantes y dinámicos, además que se ven afectados por el mundo artificial que lo rodea. De acuerdo a esto la iluminación natural no depende solo de la disposición del sol durante el día, sino que además su afectación está condicionada por las plantas, los edificios alrededor, las superficies terrestres, etc. Este tipo de características hacen que la disposición del alumbrado natural juegue de manera dinámica con el entorno. Es un hecho característico que las superficies que rodean a una edificación modifican el accesos de luz natural o en otros casos el follaje de las plantas intervenga en la utilización. Así Como la iluminación artificial tiene diferentes tipos de bombillas con características muy diferentes, de igual forma el cielo posee ciertas condiciones que deben ser tomadas en cuenta, ya que son la razón primordial del diseño de iluminación natural. Debido a esto se cita una clasificación que describe sus ventajas climáticas. De acuerdo a esto Pattini (2002) describe la siguiente clasificación:

- Se llama **luz solar directa** a la porción de luz natural que incide en un lugar específico proveniente directamente desde el sol.
La luz directa se caracteriza por:
 - Su continuo cambio de dirección.
 - Su probabilidad de ocurrencia.
 - La iluminación que produce en una superficie horizontal no obstruida.
 - Su temperatura de color.
- La **luz solar indirecta** es la que llega a un espacio determinado por reflexión generalmente en muros, pisos y cielorrasos. En los climas soleados la luz natural indirecta, constituye un verdadero aporte a los sistemas de iluminación natural, mediante uso de superficies reflectoras que dirigen la luz directa por ejemplo al cielorraso aumentando la cantidad de luz natural disponible y mejorando su distribución.
- La **luz natural difusa** es aquella que tiene aproximadamente la misma intensidad en direcciones diferentes (la luz proveniente de la bóveda celeste sin considerar el sol).

Para aplicaciones de iluminación natural de edificios, lo que caracteriza la cantidad de luz natural disponible es la iluminación en una superficie horizontal exterior no obstruida.

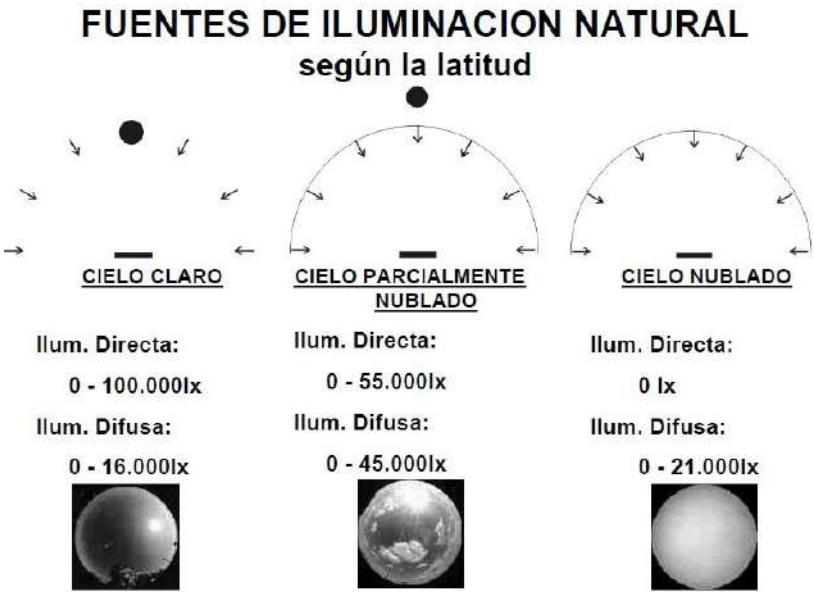


Imagen 20. Fuentes de iluminación natural

Para completar este tema, es primordial comprender que la luz directa del sol deber ser evitada dentro de cualquier espacio, debido a su incidencia calórica y su posible producción de deslumbramientos. Por lo tanto las fuentes de luz considerada, proviene de la bóveda celeste (el cielo) sin considerar la iluminación del sol directo es aquella que debe aportar para la iluminación natural, teniendo en cuenta también la forma como se distribuye en determinadas zonas. La siguiente grafica corresponde a una tipificación de cielos que poseen características muy específicas.

Para aprovechar de manera óptima la luz natural se ha dejado claro que tipo de condiciones se deben tomar en cuenta al momento de proponer un proyecto de iluminación natural. De este tipo de relaciones efectivas se puede lograr objetivos claros dentro de la edificación. De esta forma y para reforzar el concepto de aprovechamiento de luz natural, se deben tomar en cuenta factores tan decisivos como lo propone Assaf (2002):

- Factores determinantes del **potencial** de aprovechamiento de la luz natural:
 - 1) La cantidad de luz natural disponible en el sitio de emplazamiento del edificio, dependiente de factores, geográficos, atmosféricos, climáticos y estacionales.
 - 2) La cantidad de luz natural que es admitida en el interior, propiedad intrínseca del edificio,

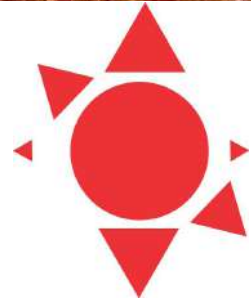
dependiente de su orientación y entorno, la geometría del local, formas, dimensiones y permeabilidad luminosa de las aberturas.

- Factores determinantes del aprovechamiento **real** de la luz natural:

1) Los dispositivos de control del sistema de iluminación eléctrico, para permitir la remisión parcial o total de la luz eléctrica.

2) En el control manual, la voluntad de los usuarios, respecto al ahorro de energía.

Este tipo de factores influyen en la disposición sistemática de un diseño de iluminación natural, en conjunto cuando se toman en cuenta todas estas disposiciones se pueden optimizar las características del edificio. De acuerdo a esto se pueden describir una serie de herramientas que posibilitan el análisis y la proyección de la iluminación natural.



4

MARCO DE REFERENCIA



4.1

UNIVERSIDADES SOSTENIBLES

El tema de la sostenibilidad dentro de los espacios universitarios, es una meta propuesta y realizada a nivel mundial por las IES, como fin, se ha trazado convertir los campos universitarios en aulas del conocimiento frente a los problemas ambientales, al igual que espacios de investigación que promuevan los resultados para la aplicación de soluciones dentro de nuestras sociedades. Según este tipo de visiones son muchas las universidades que han conseguido trabajar frente a este interés, entre ellas se destacan diferentes instituciones que a nivel mundial tienen reconocimientos por sus trabajos y aportes significativos.

4.1.1 ECOPUMA, ESTRATEGIA DE UNIVERSIDAD SUSTENTABLE DE LA UNAM



La Universidad Nacional de México, una de las más importantes universidades de Latinoamérica posee dentro de sus actividades curriculares, la incorporación de una estrategia muy desarrollada en cuanto el tema de la sostenibilidad. Para enfrentar estos problemas, la universidad cuenta con el Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA), creado desde 1991, ha generado sistemas que ha ayudado al adecuado manejo de los recursos de tan extensa y compleja institución.

EcoPUMA Estrategia de Universidad Sustentable

Por qué una estrategia de universidad sustentable.

- La crisis ambiental mundial demanda un cambio de paradigma.
- Las instituciones de educación superior tienen una gran responsabilidad en la construcción

de un futuro justo y sustentable.

- La sustentabilidad debe ser un eje que atraviese todas las funciones de la Universidad.

Objetivos

- Incorporación de la dimensión ambiental en todos los quehaceres de la Universidad.
- Formar profesionistas con una clara identificación con los temas del desarrollo sustentable
- Reducir el impacto ambiental de las actividades de la operación universitaria.



Este proyecto tiene una gran organización y dentro de sus lineamientos, se encuentra una página web, donde se demuestran cuáles son sus actividades. Son importantes los logros que ha alcanzado esta institución debido a su trascendencia en el ámbito universitario latinoamericano. Para lograr estos objetivos se iniciaron diferentes tareas como afirma una de sus investigadoras: “Para ello, un grupo de investigadores diseñaron acciones como qué tipo de medidas son necesarias. Para ello, se convocó a especialistas de facultades, institutos y centros de esta casa de estudios para abordar, en conjunto, este asunto, señaló la

coordinadora del Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA), Mireya Imaz.” ([www. http://www.puma.unam.mx/?p=ecopuma](http://www.puma.unam.mx/?p=ecopuma)).

Dentro de sus objetivos y líneas de acción, se encuentran propuestas alternativas frente al: Agua, Energía, Residuos, Movilidad, Áreas Verdes, Consumo Responsable, Construcción sustentable, Administración Sustentable e3. En cuanto esto algunos de los avances más significativos son:

- PUMAGUA
- Sistema PUMABÚS en CU
- Sistema BiciPuma
- Macroproyecto: La Universidad y la Energía
- Planta de composta
- Algunas compras verdes
- Separación de residuos
- Sustitución de luminarias en inmuebles
- Sustitución de luminarias circuitos vehiculares
- Sustitución de alumbrado del Estadio Olímpico

Para sus líneas de acción, el PUMA de la UNAM, demuestra a la comunidad universitaria dentro de sus logros los siguientes desarrollos en estas líneas de acción. Estos son algunos de las actividades logradas hasta el momento.

Agua

Objetivos

- Reducir el 50% el consumo de agua potable.
- Mejorar la calidad del agua potable y ampliar la red de agua potable.

Algunas líneas de acción

- Disponer de agua potable en las tomas de la Ciudad Universitaria.
- Reemplazar el mobiliario y equipo en sanitarios por sistemas de bajo consumo.
- Instalar micro medidores en cada inmueble y en las redes de distribución.
- Detectar y suprimir fugas oportunamente en inmuebles y en la red de distribución.
- Mejorar la disponibilidad de agua en los campi donde hay problemas de abasto

Energía

Objetivos

- Reducción en el consumo de energía.
- Medición permanente del consumo.
- Reforzar la investigación en tecnologías de energías renovables.

Algunas líneas de acción

- Sustitución de tecnologías de alto consumo energético.
- Lámparas más eficientes en edificios, pasillos, corredores y en circuitos exteriores.
- Sensores de presencia y/o de intensidad lumínica
- Calentamiento de albercas mediante energías alternativas.

4.2 ESTADO DE LA TECNICA

4.2.1 BIBLIOTECA CENTRAL, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

El proyecto de remodelación de la Biblioteca central, hizo parte de un desarrollo total que buscaba reunir diferentes cambios y concentrar la información de diferentes bibliotecas dentro de la universidad y reunir las en cuatro grandes bibliotecas. En primera instancia los cambios consistían en reforzar arquitectónicamente en cuanto a la sismo resistencia de este edificio, sin embargo conforme se hicieron las modificaciones, la iluminación de los espacios interiores hizo parte de la transformación total de la edificación.

El concepto de mediateca desarrollado en esta tradicional biblioteca generó espacios mejor iluminados, gracias al aprovechamiento de la luz natural y un detallado esquema de iluminación artificial, así

como eficientes sistemas de ventilación, automatización y control.



Imagen 21. Iluminación Natural en la Biblioteca Central. Fuente: Iluminación + Redes: Materiales & sistemas No 5, 2010.

Para el caso de la iluminación natural los sistemas originales de quiebra soles en concreto del cielo raso – que controlaban la luz solar directa, pero oscurecían las salas, obligando a encender las luces todo el día - fueron modificados, reemplazándolos por vidrio serigrafiado al 90%. Como el edificio original de volumen amplio y cerrado, hacía que sus alrededores se convirtieran en espacio residual, se optó

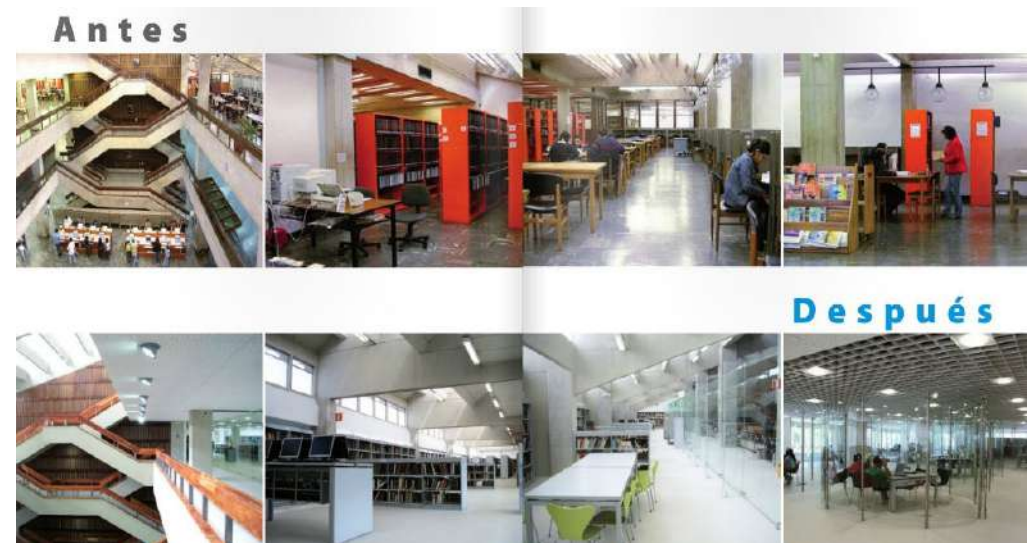


Imagen 22. Imágenes antes y después de la transformación de los espacios de la mediateca. Fuente: Iluminación + Redes: Materiales & sistemas No 5, 2010.



Imagen 23. Entrada de luz natural al interior del edificio

Fuente: http://3.bp.blogspot.com/_ODHz5sVgxxM/TK49f7opkvI/AAAAAAAAAOc/jl_JT4XbYWQ/s1600/image_10.jpg



Imagen 24. Desarrollo de los ventanales

Fuente: <http://www.corona.com.co/2010/files/uploads/corona/swf/internas-remodelacion/Un-edificio-sano-para-%20los-lectores-y-los-libros/grandes/img12.jpg>

por abrir las fachadas por completo en el primer piso, antes el más extenso y oscuro, lo que propicio la mejora sustancial, tanto en el nivel de iluminación como en la optimización de la relación activa entre el interior y el campus. (Iluminación + Redes: Materiales & sistemas No 5, 2010).

Para esto el diseño bioclimático realizó una modelación que buscaba que los rangos efectivos fluctuaran entre los 500 y 800 luxes, que se consideran ideales para iluminación de bibliotecas. Aunque la intervención puede generar valores superiores a los recomendados, en algunos momentos del día el 90% del edificio funcionara sin luz artificial (Iluminación + Redes: Materiales & sistemas No 5, 2010).

4.2.2 BIBLIOTECA EL TINTAL

El proyecto de la Biblioteca el Tintal tiene la particularidad de convertirse en un ejemplo de edificación natural posterior, debido a que esta construcción fue diseñada en una edificación ya existente, además de considerarse en sus inicios como un basurero. Es así como esta biblioteca es un ejemplo de desarrollo de iluminación natural al tomar en cuenta conceptos básicos de la luz. Su arquitecto Daniel Bermúdez desarrollo una serie de conceptos en cuanto a la iluminación que destacan la arquitectura y aprovechan este recurso de manera notable.

Los rangos interesantes de esta edificación, se encuentran en unos “bolsillos de luz” que reflejan la luz cenital y la transportan al interior evitando la radiación directa y ahorrando energía en iluminación artificial durante el día. Además las claraboyas que posee en la parte superior completan el adecuado diseño de iluminación eficiente, tomando en cuenta la arquitectura del edificio y sus posibles usos.



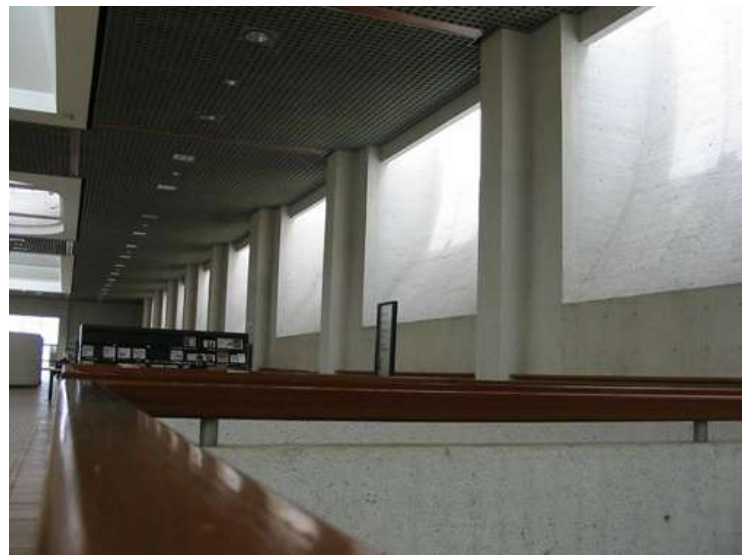
Imagen 25. Biblioteca el Tintal.

Fuente: <http://www.bogota.gov.co/portel/libreria/jpg/bibliotecaeltintal.jpg>

Daniel Bermúdez describe de qué manera trabaja la arquitectura en el interior de este espacio: “Entonces surgió la idea de lo que Hernán Sandoval el calculista, bautizo como los bolsillos de iluminación de El Tintal, que se calcularon con muchísimo cuidado, en ese tiempo solo sabíamos que el



*Imagen 26. Iluminación natural dentro de la edificación.
Fuente: (Iluminación + Redes: Materiales & sistemas No 1, 2008)*



*Imagen 27. Bolsillos de luz desde el interior de la edificación; reflejan la luz hacia las salas.
Fuente: (Iluminación + Redes: Materiales & sistemas No 1, 2008)*



angulo de entrada era igual al de salida, pero no que si la superficies es lisa hay un porcentaje de refracción. La idea del bolsillo resulto después de 4 o 5 ensayos importantes y solo después de pensar que tenían que reflejar la luz y no dejar entrar el sol, que en esta biblioteca entra todos los días del año pero a las zonas de circulación.

La máquina de luz más importante de la Biblioteca el Tintal es la luz cenital de cuatro grandes claraboyas orientadas lo más al norte que se pudo, pues el edificio existía y no lo podía mover, sobre las claraboyas se colocaron persianas permanentes que ayudan al control solar, a pesar que en ciertos momentos del año y a las 5 de la tarde el sol llega a uno y puede molestar un poco. "Fuente: (Iluminación + Redes: Materiales & sistemas No 1, 2008).

Imagen 28. Luz natural reflejada sobre las paredes de las estanterías

4.2.3 ESCENARIO COPPER BOX: JUEGOS OLIMPICOS LONDRES 2012



Imagen 29. Copper Box, escenario de los juegos olímpicos Londres 2012.

Fuente: <http://www.betisweb.com/attachments/otros-deportes/11473d1335652573-juegos-olimpicos-londres-2012-london2012bandballarena.jpg>

En los juegos olímpicos de 2012, la mayoría de los escenarios de deportes se han construido con criterios sostenibles, donde se buscan obtener buenas prácticas y ahorros en el mantenimiento de dichas edificaciones. Es el caso del escenario donde se practicaron los juegos de las rondas preliminares y cuartos de final de balonmano y después de estas competiciones se convirtió en el escenario donde se practicó el esgrima.



Imagen 30. Escenario al interior, donde se observan como sobresalen los ductos de luz.

Fuente: http://www.betisweb.com/attachments/otros-deportes/11475d1335652576-juegos-olimpicos-londres-2012-1253381_m01.jpg

Particularmente en esta edificación se construye en cobre reciclado dándole un aspecto que a través de la intemperie ira transformando su estética. Acorde a esta descripción en el interior estará iluminado por 100 ductos de luz que evitaren el uso de luz artificial en gran parte del día, estos ductos de luz transportan la luz cenital al interior del espacio, mediante cilindros de aceros que aprovechan la reflexión de la luz y la distribuyen a través de los espacios del interior.



Imagen 31. Iluminación natural por ductos de luz.

Fuente: <http://www.informador.com.mx/deportes/2012/359611/6/los-benjamins-del-parque-olimpico.htm>



Imagen 32. Funcionamiento de un ducto de luz.
Fuente: http://espaciosolar.com/img_v1/ES_tubos_fq_1.jpg



5

MARCO CONTEXTUAL



5 MARCO CONTEXTUAL

5.1 UNIVERSIDAD DEL VALLE Y SOSTENIBILIDAD

Conocer cómo se comporta una de las universidades con los campus más extensos en Colombia en cuanto a sus dinámicas ambientales y las actividades en pro de la construcción de un espacio dedicado a tales fines, es una labor que viene sucediendo y que se ha incrementado en los últimos años como una necesidad para seguir consolidándose como una de las mejores instituciones del país. En cuanto a este tema en particular, se ha venido desarrollando diferentes manifestaciones que han hecho mella en las decisiones administrativas e institucionales por reconocer el tema ambiental como un problema de toda la comunidad universitaria.

La Universidad del Valle se convierte entonces en el contexto específico para abordar el tema de la sostenibilidad dentro del campus universitario. Antes de encontrar cuáles son sus dinámicas, es importante conocer como está integrada esta institución y cuáles son sus disposiciones frente al tema.

La Universidad fue creada por la Ordenanza #12 de 1945 (junio 11) de la Asamblea Departamental del Valle del Cauca, con el nombre de "Universidad Industrial del Valle del Cauca". Este nombre fue cambiado posteriormente (en 1954) por la Ordenanza #10 al que actualmente tiene: "Universidad del Valle". El contexto en el que fue creada la Universidad estaba determinado internacionalmente por la coyuntura económica de la posguerra, y nacionalmente por el comienzo de una segunda fase de desarrollo industrial, caracterizada por la producción de bienes intermedios y por la inversión extranjera, especialmente en el eje metropolitano Cali – Yumbo. Dicho contexto explica, al menos en parte, la orientación tecnocrática de la Universidad durante sus primeros años (www.univalle.edu.co). Reconociendo a grandes rasgos como se conforma la Universidad del Valle, surge por lo tanto, al igual que numerosas iniciativas por mejorar la calidad de la educación y el desarrollo fortuito de todas las actividades dentro de la institución, una preocupación en cuanto a las problemáticas ambientales que aquejan nuestro planeta y que como centro de reflexión educativa deben ser preocupación de la institución como tal. Para centrarse en este tema se pueden reconocer varias iniciativas propuestas por aquellos interesados por los cambios ambientales con preocupaciones y repercusiones dentro del campus universitario.

5.2 ACCIONES POR LA SOSTENIBILIDAD EN LA UNIVERSIDAD DEL VALLE

En primera instancia estas iniciativas surgen de un hecho particular que trasciende como interés de los implicados del tema ambiental “univalluno”. De acuerdo a esto se plantea como foco de preocupante de atención: *“Como Institución del Estado y con la responsabilidad de transformar el conocimiento,*

la universidad, tiene un compromiso con las necesidades de conservación y preservación del medio Ambiente, sin embargo, es pertinente tener en cuenta, que a pesar de ser una preocupación general de la sociedad, a la hora de diseñar el plan estratégico de Desarrollo 2005 - 2015, titulado “Una Universidad regional con perspectiva global”, de mayo de 2005, no incluyó de manera específica, el eje ambiental, lo que dejó un gran vacío en este tema para la Institución. Es necesario tener en cuenta que en la construcción de este plan, participaron estructuras administrativas, académicas y los estamentos, sin embargo, se pasó por alto que dicho documento contiene los elementos fundamentales sobre los cuales la comunidad académica reflexiona en la tarea de definir alternativas futuras de crecimiento y desarrollo, hoy con la realidad existente se hace ineludible incluir la temática ambiental en este plan estratégico.” (Escobar Jaramillo, et. Al., 2010)

Es importante reconocer que este escenario no se convierte en la única justificación para insertar criterios sobre sostenibilidad dentro de la universidad, pero si hace parte de reconocer la problemática y sus orígenes, por lo tanto en cuanto a la Universidad del Valle se trata, es de carácter fundamental que como Institución Universitaria Pública dentro de sus opciones de crecimiento y desarrollo académico, incorporar preceptos sostenibles dentro de sus actividades es una herramienta plausible para conseguir la perpetuación eficiente de toda las actividades estudiantiles, administrativas y hasta financieras.

Para responder a esta primera preocupación en vista de las ausencias del Plan Estratégico nombrado, en el año 2005 a través de resoluciones se ha dado respuesta a esta temática y se inició este compromiso, con la creación del Grupo Administrativo de Gestión Ambiental y Sanitaria (GAGAS), donde se emiten reglamentaciones y manuales para el manejo de residuos peligrosos, Reglamento de Aseo y algunos Planes para el manejo de residuos sólidos en algunas instancias de la universidad, sin embargo estos aportes muchas veces no son suficientes ante el reto de la institución que busca la construcción de un Sistema de Gestión Ambiental Integral que busque la interacción de la comunidad y de los demás estamentos para conseguir un equilibrio ambiental, social y económico. Ante lo dicho y como lo expone el documento **“Construcción de la política ambiental en Univalle. Cultivando el reto de hacer Universidad”** lo define de la siguiente manera:

La Invitación entonces, es a pensarnos en un Sistema de Gestión Ambiental Integral en la Universidad del Valle, que se ajuste a la realidad y logre un impacto en la sociedad, esto pasa por lograr concretar una política acertada que tenga como perspectiva un sistema de gestión Ambiental Integral, en el cual se deben incluir los órganos de Gobierno en donde se toman las decisiones de la Universidad y los diferentes actores que inciden en su dinámica, para lograr afectar el currículo. Debe pasar por la socialización y discusión del documento presentado por el PUMA en espacios de reflexión y debate, se incluyan los temas que hacen falta y se piense en las diferentes rutas que nos conduzcan a la universidad que queremos, para que, finalmente lleguemos a un espacio de construcción de acuerdos.

También como respuesta a la preocupación por estas temáticas, surge el PUMA (Plan Univer-

sitario de Medio Ambiente) que busca concentrar todas estas iniciativas en un espacio de reflexión determinado dentro de la universidad. De acuerdo a esto el Docente Luís Alfonso Escobar Jaramillo, PhD. Ex-Director del EIDENAR Universidad del Valle, propone en el documento “PROPUESTA PARA LA FORMULACION DEL PLAN UNIVERSITARIO DE MEDIO AMBIENTE (PUMA) DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE” (2008), la siguiente percepción frente al tema: *“Si bien la Universidad del Valle viene desarrollando muchas actividades y proyectos para la gestión del Campus (principalmente de Meléndez), adolece de una política institucional coherente que de línea general para la integración de todos los actores sociales que de una u otra manera realizan y promueven acciones ambientales dentro del campus. Por ello creemos pertinente proponer la formulación de un Plan Universitario de Medio Ambiente -PUMA, que debe partir por reconocer que somos una Ciudad Universitaria de más de 25 mil personas (representada por la población estudiantil, trabajadores y empleados, profesores y directivos), con una dinámica de convivencia propia de las actividades universitarias, en un espacio de 100 hectáreas, en las que se producen múltiples actividades en oficinas institucionales, salones de clase, biblioteca, centro de deportes universitario, cafeterías, restaurantes y negocios varios, que ofrecen la oferta de bienes y servicios propios de una ciudadela universitaria, que al igual que un poblado de similares dimensiones, es más que pertinente identificar y resolver; de manera integral los problemas ambientales que aporta a su entorno inmediato.”*

Este Plan Universitario de Medio Ambiente de la Universidad del Valle, sede Meléndez, se convierte por lo tanto en la mayor iniciativa para comprender esta problemática dentro de la universidad, debido a su compromiso y el carácter sistemático que ha configurado para lograr a futuro una universidad sostenible, que respondiendo a esto, tiene como objetivos los siguientes aspectos:

1. **Socializar y concienciar a la comunidad universitaria sobre las consecuencias ambientales de sus propias actividades.**
2. **Definir y promover estrategias para corregir o mitigar los conflictos ambientales generados en el CUM (Campus Universitario Meléndez).**
3. **Contribuir a la sociedad con individuos formados integralmente en la reflexión y preocupación por los conflictos ambientales derivados de las actividades cotidianas.**

Continuando con la proyección de este tipo de iniciativas alrededor del eje ambiental en de la universidad, específicamente cuando se quiere integrar la sostenibilidad como una herramienta para lograr resolver diferentes problemáticas pertenecientes al campus, se ha generado por lo tanto con más rigor múltiples manifestaciones en cuanto al tema. Una de ellas fue la celebración del Seminario Taller “*Acordemos la Política Medio Ambiental de la Universidad del Valle*”, realizada el 2 de Diciembre de 2010, donde contó con la participación de diferentes interesados en el tema y donde una vez más se buscaba congregar los esfuerzos por desarrollar el tema ambiental como eje fundamental de la universidad. Uno de los personajes más adscritos al tema es el Profesor Luis Alfonso Escobar, y dada la relevancia del aporte en cuanto a su exposición “*El Sistema de Gestión Ambiental en la Universidad del Valle, Enfoque, Principios y Articulaciones*”, se invita a reconocer cuales deben ser las iniciativas a llevar,

aparte de reconocer los problemas para llevar a cabo este tipo de actividades. Finalmente este tipo de manifestaciones nos llevan a comprender de qué manera se está abordando el desarrollo sostenible como una vertiente viable para la construcción de la universidad misma. Cabe destacar de igual forma que en este caso, el seminario-taller estaba enfocado en una parte importante en las maneras como se deben realizar las iniciativas de cambio para la universidad sostenible.

Es importante por lo tanto nombrar como iniciativas puntuales los ejes temáticos propuestos dentro de soluciones sostenibles, para tal caso se proponen los siguientes:

- *Recursos Hídricos*
- *Atmosfera y Cambio Climático*
- *Paisajismo y Espacio*
- *Recursos Energéticos*
- *Residuos Sólidos*
- *Biodiversidad*

Estos seis ejes temáticos buscan en cada tema ser insertados como problemática y solución en la Universidad del Valle. Cada uno de estos ejes temáticos será reconocido por la comunidad y -llegados a acuerdos- asumido colectivamente, expresando una manera de vivir su interpretación en la Universidad del Valle. Estos acuerdos se expresaran en la identidad de Líneas de Acción Estratégica y Proyectos que fundamenten nuestro “modelos de desarrollo sostenible” (Escobar Jaramillo, et. Al., 2010).

De cada eje temático estas son algunas de las iniciativas propuestas dentro de su marco de desarrollo:

Recursos Hídricos

- Valoración económica y social del agua
- Disminución de consumos
- Modelos alternativos de consumo
- Movilización de actores sociales en torno a los recursos hídricos
- Innovación y desarrollo tecnológico

Atmosfera y Cambio Climático

- Valoración de otras formas de locomoción
- Disminución de consumos
- Los modelos de bienestar y las nuevas tecnologías
- El nuevo mapa y sus incidencias culturales y sociales

Paisajismo y Espacio

- Acuerdos públicos sobre el campus: límites y fronteras
- Zonificaciones: legal, legítima, tensionada y la individual

- Los usos y los Hitos: mapas en común
- Universidad y Ciudad: matrimonio inevitable, compromiso ineludible

Residuos Solidos

- Adelantar procesos de tratamiento y aprovechamiento de los desechos, estimulando la selección en la fuente, acompañada de la aplicación curricular de prácticas de producción limpia, educando con el ejemplo hacia la cultura de la no basura.

Recursos Energéticos

- Energías alternativas
- Innovaciones tecnológicas
- Uso sostenible

Biodiversidad

- Áreas Protegidas, ¿de qué?
- Sensibilidades y objetos de estudio: la ética del conocer
- Producción y BIO-Diversidad, ¿habrá reconciliación?
- Comunidades ECO, intentos de movilización

Estos ejes de actuación y las ideas para la elaboración planteados por el PUMA, como estrategia de inmersión del concepto de sostenibilidad dentro de la Institución, plantean la siguiente visión: “En el 2026 la Universidad del Valle será una institución educativa reconocida como un modelo para el desarrollo sostenible, basado en la educación con el ejemplo, donde su responsabilidad con la sociedad, la cultura y el territorio se expresa en prácticas, valores y principios ambientales que definen la identidad univalluna.” (Escobar Jaramillo, et. Al., 2010). Para ampliar la visión en cuanto los ejes temáticos expuestos anteriormente, se puede visualizar la siguiente tabla en cuanto a las actividades que se deben realizar al respecto.

Tabla 4. PROPUESTA PARA LA FORMULACION DEL PLAN UNIVERSITARIO DE MEDIO AMBIENTE (PUMA) DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE. Fuente: Escobar, Luis Alfonso (2008)

Programas	Objetivos	Actividades
Contaminación del aire y cambio climático	Disminuir los niveles actuales de emisión de CO2 a la atmósfera ocasionados por la movilidad universitaria.	Promoción del transporte público.
		Promoción del transporte y uso de la bicicleta
		Disminución del número de vehículos privados que acceden a CUM
	Disminución de la emisión de CO2 en laboratorios e instalaciones.	Promover el cambio de energéticos menos contaminantes.
		Contribución al control de las emisiones de CO2.
	Sustituir, minimizar o eliminar el uso de productos que dañan la capa de ozono.	Inventario de productos que son nocivos a la capa de ozono en laboratorios e instalaciones
Plan de reducción de productos que dañan la capa de ozono.		
Biodiversidad	Conservar y gestionar la biodiversidad vegetal y animal en el CUM.	Inventario vegetal y arbóreo del CUM.
		Inventario faunístico en el CUM.
		Plan de gestión de diversidad vegetal y animal.
		Capacitación en manejo y conservación del patrimonio vegetal y arbóreo.
	Promover la gestión integral de los ecosistemas lagunares.	Inventario de fauna y flora acuática en el espejo lagunar.
		Plan de gestión del espejo lagunar
Paisaje natural y artificial en el CUM	Establecer criterios ambientales en el diseño de nuevos edificios e instalaciones en el CUM.	Sistema de información geográfica del Campus de la Universidad del Valle.
		Aplicación de técnicas arquitectónicas bioclimáticas.
		Incorporación de soluciones energéticas alternativas.
		Selección de los materiales de construcción menos contaminantes, tanto al medio ambiente como a la

Residuos sólidos	Elaborar el plan de gestión integral de los residuos en el CUM.	Plan de recogida selectiva de papel, plástico, latas, vidrio, toners... en las diferentes Facultades e instalaciones del CUM.
		Construcción de centro de acopio transitorio para la comercialización
		Plan de recogida selectiva de los residuos en los servicios de cafetería y restaurantes en el CUM.
		Construcción de planta de compostaje para la transformación de residuos orgánicos, y como laboratorio de prácticas académicas.
	Gestión integrada de residuos tóxicos y peligrosos -RTP-.	Identificación del origen y volumen de RTP.
Energía	Reducir el consumo de energía en el CUM.	Establecer un Plan para la minimización de RTP.
		Establecer un Plan de recogida selectiva y disposición final de los RTP.
		Instalación progresiva de elementos de mayor eficiencia y rendimiento luminoso.
		Creación de plantas experimentales de energías alternativas con miras a la autonomía energética.
		Plan de educación para el ahorro energético.

Agua	Reducir el consumo de agua en el CUM.	Canalización de aguas lluvias para riego y usos sanitarios e institucionales.
		Optimización del riego en las zonas verdes usando agua reciclada.
		Promoción progresiva de la sustitución de los sistemas abiertos de refrigeración en los laboratorios.
		Plan de educación para el ahorro de agua.
	Reducir los vertimientos de aguas residuales en el CUM.	Disponer de plantas autóctonas para el tratamiento de aguas residuales y su recirculación.
Dignificación de servicios sanitarios	Modernizar y hacer funcional todo el sistema de servicios sanitarios en el CUM.	Remodelar los servicios sanitarios del CUM.
		Instalar sistemas sanitarios eficientes en el uso de recursos.
		Plan de educación para el uso adecuado de los servicios sanitarios.
Dignificación de espacios en el CUM	Ordenar funcionalmente las actividades desarrolladas en el CUM.	Establecimiento y dotación homogénea de áreas de estudio en zonas abiertas del CUM.
		Localización y dignificación de zonas comerciales.
		Dignificación de espacios empleados como bodegas o recipientes de inservibles.
Formación y concienciación ambiental	Elaborar un plan de educación para el desarrollo sostenible que ofrezca capacitación a toda la comunidad universitaria.	Crear una cátedra de universidad y medio ambiente
		Crear una cátedra sobre complejidad, medio ambiente y desarrollo humano sostenible.
		Presentar ciclos de conferencias temáticas que permitan concienciar a la comunidad universitaria.
		Aplicación de criterios ambientales en la evaluación de proveedores y empresas de servicios.

Finalmente se puede comprender con este tipo de iniciativas, talleres y documentos las razones por las cuales se puede llevar acabo propuestas como soluciones a las problemáticas ambientales de la Universidad del Valle, comprendiendo las dinámicas curriculares e institucionales que conforman esta institución, de igual forma es reconocible que deben ser propuesto este tipo de cambios en la configuración del sistema, basados en los reconocimientos y mandatos globales que encierran a las IES como ejes fundamentales del cambio al paradigma de la sostenibilidad. Este tipo de cambios hacia un equilibrio de las dimensiones ambientales, sociales y económicas dentro del campus universitario buscan desarrollar un modo de vida universitario más consciente con las dinámicas del planeta que se vea reflejado en los estudiantes, profesores y profesionales logrando ser perpetuado como un modelo aplicado a todos los estamentos de la sociedad.

5.3 SITUACION AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD (PROBLEMATICAS)

De acuerdo a los ejes temáticos que busca el Proyecto Universitario de Medio Ambiente (PUMA) de la Universidad del Valle, basados en: *Recursos Hídricos, Atmósfera y Cambio Climático, Paisajismo y Espacio, Recursos Energéticos, Residuos Sólidos y Biodiversidad*. Es importante por lo tanto conocer la situación real en cuanto a estos lineamientos, describiendo su situación y las formas como se manejan y realizan actividades al respecto, todo con el fin de encontrar en qué situación se encuentran la mayoría

Tabla 7. Resumen de las Emisiones de CO₂

Categoría	Emisiones CO ₂ (Ton CO ₂ /Año)
Consumo de Energía Eléctrica	1.485,19
Consumo de Agua	6,96
Espacio Construido	655,26
Movilidad	2.877,46
Consumo de Papel	70,51
TOTAL	5.095,38

Gráfico 1. Distribución de las Emisiones de CO₂



Imagen 33. Emisiones de CO₂ en la Universidad del Valle – Sede Meléndez.

Fuente: (Agredo Salcedo, 2010: 48)

de problemáticas, déficits o inhabilidades que el Diseño Industrial en su desarrollo pueda ofrecer una perspectiva viable y optima de acuerdo al caso.

Para adentrarse a la situación de la universidad, en cuanto al manejo de recursos, al desecho de los residuos y a las actividades ambientales para conformar la sostenibilidad Integral, se tomará como parte de la investigación, un estudio realizado para la Universidad de Valle, en el campus Melendez. Este trabajo consignado con el nombre de “Aproximación a la huella ecológica de la Universidad del Valle, Campus Universitario Melendez” de la economista egresada Lady V. Agredo, describe una visualización frente a la utilización de los recursos dentro de la universidad enmarcados en el concepto de huella ecológica (HE), que se basa en lo siguiente: *“el área o territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques, ecosistema acuático) necesario para producir indefinidamente los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida”* (Rees & Wackernager 1996:9). Esta investigación toma diferentes ejes que generan impactos ambientales dentro del campus y refleja una aproximación a la HE que generan en nuestro ambiente. De estos temas es importante reflejar sus resultados(ver imagen 33).

De acuerdo a Agredo Salcedo, los resultados de esta investigación describen las siguientes conclusiones:

A la vista de la Tabla anterior (Imagen 33) las emisiones totales de CO2 liberadas, de manera natural, de la Universidad del Valle equivalen a 5.095,38 Toneladas de CO2 en el año 2009. De igual forma, se puede observar que las emisiones no se distribuyen de manera equilibrada entre cada una de las variables analizadas. Se puede afirmar que los hábitos de movilidad son los principales contribuyentes en las emisiones de CO2 de la Universidad del Valle, con un 56% de las emisiones totales. En su orden de importancia, le siguen el consumo de energía eléctrica con un 29%, y las emisiones de CO2 debidas a la construcción de los edificios con 13%.

Esta investigación da una acercamiento a los aspectos particulares para tratar y profundizar, sin embargo inicialmente se deja de lado el interés frente a la movilidad, debido que de acuerdo al estudio de HE, se debería proponer un cambio en el sistema de movilidad de la ciudad.

Aunque la movilidad es una de las variables que más contribuye a las emisiones de CO2, es una variable de baja gobernabilidad para la Universidad del Valle. Sin embargo, es necesario que la política ambiental del Campus Universitario, que está en construcción, contenga en sus lineamientos acciones enfocadas a sensibilizar a todos los actores en torno a la problemática ambiental y social de los automóviles, favoreciendo el uso compartido de los medios de transporte privados empleados para movilizarse hacia la Universidad. El uso de la bicicleta y caminar hasta la universidad también constituyen herramientas muy importantes para contrarrestar el impacto generado por la movilidad (Agredo Salcedo, 2010: 48).

Tabla 8. Otros Indicadores derivados del Consumo de Energía.

Campus Universitario	Consumo Eléctrico 2009 (Kwh)	Consumo Eléctrico (Kwh/Persona/Año)	Emisión CO ₂ (Kg CO ₂ /Persona/Año)
Universidad del Valle, sede Meléndez	5.174.865	346,03 ¹²	99.31

Imagen 34. Otros indicadores derivados del consumo de Energía. Fuente: (Agredo Salcedo, 2010: 56)

Por consiguiente y de acuerdo a los principios que deben regir la universidad, estos aspectos en cuanto a la movilidad deben ser tratados de manera global y no pueden ser interpretados desde una sola mirada. En orden de importancia y vislumbrando la preponderancia ambiental que compone sus efectos, el RECURSO ENERGETICO o CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA es el tema más atenuante de la Universidad del Valle, por encima de las implicaciones en el uso del recurso hídrico, espacio construido o consumo de papel.

En cuanto a esta categoría se puede describir lo siguiente:

la imagen (34), refleja el consumo dentro de la Universidad del Valle en cuanto al gasto de energía eléctrica, de igual forma y de acuerdo al estudio realizado en esta temática se describen las siguientes interpretaciones:

- *Para el consumo de Agua y Energía Eléctrica es posible acceder a información de primera mano a través de los recibos de las empresas prestadoras del servicio, información que es suministrada por la sección de servicios varios de la universidad (Agredo Salcedo, 2010: 36).*
- *El consumo de energía es uno de los factores definitivos para calcular la HE de un campus universitario ya que gran parte de las actividades que se desarrollan en su interior, van acompañadas de un considerable gasto energético (Agredo Salcedo, 2010: 37).*
- *En este apartado hubiese sido interesante poder analizar el consumo de energía por facultad y/o establecimientos comerciales que funcionan al interior de la universidad; sin embargo la disponibilidad en la información no permite abundar en este tipo de análisis. Al revisar los recibos de las empresas prestadoras del servicio fue posible identificar 8 suscriptores pero no fue factible identificar quienes eran (Agredo Salcedo, 2010: 49).*
- *De igual forma queda el sinsabor de no poder conocer el impacto asociado al consumo energético del fenómeno de las ventas ambulantes que se ha proliferado en la universidad los últimos años y cuyos impactos van más allá de solo consumo “ilegal” de energía. (Agredo Salcedo, 2010: 50).*

5.4 RECURSO ENERGETICO EN LA UNIVERSIDAD DEL VALLE - SEDE MELENDEZ

Entre todas las actividades que se realizan dentro de la Universidad del Valle – Sede Meléndez, sobre este campus de alrededor de más de un millón de metros cuadrados que alberga más de 30.000 personas diarias, en todos los escenarios universitarios, se puede encontrar gran diversidad en las actividades que se llevan a cabo en sus espacios. En efecto se pueden encontrar tanto manifestaciones meramente estudiantiles como culturales, deportivas, investigativas, administrativas, etc. La universidad es un espacio heterogéneo a la diversidad cultural y académica, por lo tanto dentro de cada edificio, aunque se puede considerar un grado homogéneo en su arquitectura, no se podría decir lo mismo del uso y actividades dentro del mismo. Sin embargo ante este panorama, el consumo energético de los edificios de la universidad si presenta un rasgo particular.



Imagen 35. Edificios 380 y 382 Universidad del Valle – Sede Meléndez. Similitudes Arquitectónicas.

La mayoría de los edificios del campus se destinan para aulas de clase, otros se convierten también en auditorios, laboratorios de investigación, oficinas de profesores, oficinas administrativas, etc. Tomando en consideración por ejemplo los edificios de los “380s” (Imagen 35), se puede visualizar una coincidencia estructural y arquitectónica, ejemplificando de qué manera se usan estos espacios. Sin embargo sin considerar que su uso original era otro (viviendas para estudiantes), se han acondicionado de tal manera que funcionen en su gran mayoría como aulas de clase. Sin embargo al investigar el consumo energético de cada edificio, cabe la sorpresa de que no tiene una regulación en cuanto a los consumos de energía eléctrica, presentando las siguientes particularidades:

- Ausencia de controles en el recurso energético, estimados en facturaciones o niveles de uso de la energía por edificio.
- Desconocimiento acerca de cuanto consume cada edificio en energía eléctrica u otros recursos.
- Poca información sobre el uso adecuado de la energía o ahorro de la misma.
- Poco control en la iluminación; zonas iluminadas sin la presencia de personas o sin considerar que tipo de actividades se desean iluminar.
- Elementos en mal estado que pueden generar consumos inadecuados al no utilizarse eficientemente (lámparas dañadas, interruptores sin función, tomacorrientes sin disposición de energía eléctrica.)
- Uso de la energía eléctrica sin controles regulados, en gran parte se encuentra aprovechamiento de la energía eléctrica por parte de ventas ambulante o servicios de otro tipo dentro de la universidad.

Estos son algunos aspectos que demuestran de qué manera se aprovecha este recurso, cabe resaltar que la Sección de Servicios Varios es la zona encargada de proveer la facturación en cuanto consumo eléctrico, sin embargo ante esta exigencia y de acuerdo a (Agredo Salcedo, 2010) se encontraron cinco suscriptores (Tabla 5) donde no se tiene el conocimiento a que espacios pertenecen y queda la duda acerca de cómo se regula el consumo de los demás edificios de la universidad.

Entrando más a detalle en el uso de este recurso dentro de las edificaciones de la universidad, es importante conocer en qué tipo de actividades regularmente se utiliza la energía eléctrica. Tomando en

Consumo de Energía - UNIVALLE 2009

Periodo	Suscriptor	Consumo de Energía Activa (kWh)
Ene 01 - Ene 31	1458569	418.860
Ene 01 - Ene 31	1303048	2.520
Ene 24 - Feb 23	1008342	968
Ene 24 - Feb 23	1009239	1.537
Ene 11 - Feb 09	1008339	2.657

Tabla 5. Información de los suscriptores de consumo de energía eléctrica, periodo Enero-Febrero 2009. Información proporcionada por la Sección de Servicios Varios Univalle - Meléndez. (Agredo Salcedo, 2010)

cuenta un edificio particular se puede clasificar que tipo de tareas se realizan por parte de los usuarios, de acuerdo a esto podemos clasificar cierto tipo de actividades que utilizan la energía eléctrica en los edificios, así logrando describir las siguientes: Utilización de Equipos (eléctricos y electrónicos), Aire acondicionado, Iluminación. Se selecciona este tipo de usos finales debido a su repetida incidencia en la mayoría de las edificaciones del campus. Entre la utilización de equipos, se pueden caracterizar el uso en: Computadores, televisores, ventilador, Video Beam, Impresoras, Scanner, Celulares, Equipo de Sonido, etc. En esta categorización no se considera el consumo eléctrico en las ventas o negocios ambulantes que se sitúan en diferentes lugares del campus universitario.

Universidad del Valle Sede Melendez			
Biblioteca Mario Carvaial Segundo Piso			
Objetos que consumen electricidad	Cantidad	Consumo Unidad	Consumo en Watt-hora
Luminarias – Tubos fluorescentes	598	32 W – 75 W	32064 W
Computadores	90	150 W	13500 W
Aire Acondicionado Grande	2	10000 W	20000 W
Fotocopiadoras	2	1500 W	3000 W

Tabla 6. Ejemplo de discriminación en los objetos acerca del consumo eléctrico en los usos finales.

De acuerdo al tipo de objetos analizados, la distribución de consumos finales en los siguientes edificios se representa de la siguiente manera:

Universidad del Valle Sede Melendez	
Edificio 382 Facultad de Diseño	
consumos finales	Consumo en Watt-hora
Iluminación	10985 W/h
Equipos Electricos - Electronicos	18300 W/h
Aire Acondicionado	15420 W/h

Universidad del Valle Sede Melendez	
Edificio 380 Facultad de Arquitectura	
consumos finales	Consumo en Watt-hora
Iluminación	12800 W/h
Equipos Electricos - Electronicos	3900 W/h
Aire Acondicionado	0

Universidad del Valle Sede Melendez	
Edificio 333 Ingenierías Alvaro Escobar Navia (Primer Piso)	
consumos finales	Consumo en Watt-hora
Iluminación	6784 W/h
Equipos Electricos - Electronicos	4900 W/h
Aire Acondicionado	0

Universidad del Valle Sede Melendez	
Edificio 331 Ingenierías (Primer Piso)	
consumos finales	Consumo en Watt-hora
Iluminación	13824 W/h
Equipos Electricos - Electronicos	3800 W/h
Aire Acondicionado	0

Universidad del Valle Sede Melendez	
Edificio Biblioteca Mario Carvaial (Segundo Piso)	
consumos finales	Consumo en Watt-hora
Iluminación	32064 W/h
Equipos Electricos - Electronicos	16500 W/h
Aire Acondicionado	10000 W/h

Tabla 7. Consumos Finales de la Energía Eléctrica en algunos espacios de Edificios de la Universidad del Valle – Sede Meléndez.

De acuerdo a las siguientes tablas se puede empezar a generar diversas conclusiones acerca de la forma como se utiliza la energía eléctrica dentro de la Universidad, cabe de antemano resaltar que los edificios presentan gran cantidad de actividades heterogéneas, que sin embargo en la mayoría, los consumos finales se encuentran relacionados con tres ítems importantes como: la iluminación, funcionamiento de equipos eléctricos y electrónicos y enfriamiento de los espacios o aire acondicionado, el resto de actividades no representan un gasto significativo que puedan balancearse junto con este tipo de actividades.

Es un hecho importante reconocer que de cada espacio donde se presentan salas de computadores, en algunos casos, se encuentra la presencia de aire acondicionado, debido al confort térmico que se debe disponer cuando se manipulan este tipo de equipos. En estos casos el consumo es bastante elevado conociendo de antemano que existen diferentes horarios de uso en diferentes espacios. De igual forma ante este panorama, en los espacios analizados son solo algunos edificios presentan salas de computadores adecuados con aire acondicionado. Este tipo de consumo final aunque puede presentar gastos significativos, se basan en que debe existir un enfriamiento debido al calentamiento de los equipos, por lo tanto y debido a que no en todos los edificios se presenta este tipo de consumos es importante resaltarlo en la ponderación de cuales consumos finales son de atención precisa, inmediata y modificable.

De este rasgo particular también es evidente que la mayoría de edificios y contrastando con la característica climática de la ciudad de Santiago de Cali, no necesitan enfriamiento. El campus Meléndez debido a su riquísima presencia vegetal, con gran presencia de árboles, ayuda crear un confort térmico agradable y natural que podría ser también bien aprovechado en los espacio de las edificaciones. En efecto no todos los edificio de la universidad se enfrían mediante aire acondicionado, solo algunos espacios que presentan manipulación de equipos necesita aireamiento artificial.

Por consiguiente en el análisis del tipo de actividades que consumen energía, la iluminación representa en todos los espacios de la universidad consumos que están presentes en cualquier zona y se convierten en significativos conociendo por lo tanto, los sistemas de iluminación, el tipo de iluminación, los horarios de luz artificial y su representación frente a la iluminación natural.

5.4.1 Iluminación en el Campus Meléndez

La iluminación de los edificios de la universidad, de acuerdo al análisis realizado en el campus, se ha representado en un tipo de iluminación artificial particular. La presencia de tubos fluorescentes en todos los espacio del campus demuestra cuáles son sus características y de qué manera se utiliza este tipo de bombillas.

En la siguiente tabla (8) se puede relacionar la iluminación artificial en cuanto a diferentes espacios de la universidad al igual que su relación con las dimensiones y número de horas de uso. Todo con el fin de analizar de qué manera se están iluminando diferentes zonas de la universidad y determinar qué características poseen.

Universidad del Valle Sede Melendez						
Edificio No	Escuela de Arquitectura (380)					
Piso No	1 y 2					
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Día	Consumo / mes	Dimensiones
1020	Ecolux tubo fluorescente 32W (F32 T8 SP41 ECO)	32	1024 W	6144 W / 6 HRS	122880 W	6.93 mts X 13.86 mts X 2. 30 mts
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Día	Consumo / mes	Dimensiones
2004	Ecolux tubo fluorescente 32W (F32 T8 SP41 ECO)	16	512 W	3072 W / 6 HRS	61440 W	5 mts X 10. 56 mts X 2.30 mts
Universidad del Valle Sede Melendez						
Edificio No	Administración Central					
Piso No	2					
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Día	Consumo / mes	Dimensiones
Programa Editorial 2053	Phillips tubo fluorescente 32W (F32 T8 / TL 855 PLUS 32 W)	8	256W	2560 W / 10 HRS	51200 W	3,30 mts X 7,20 mts X 2. 30 mts
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Día	Consumo / mes	Dimensiones
Direccion Extension en Educacion Continua	Phillips tubo fluorescente 32W (F32 T8 / TL 855 PLUS 32 W)	12	384W	3840W / 10 HRS	76800W	3. 60 mts X 8,10 mts X 3.00 mts
Universidad del Valle Sede Melendez						
Edificio No	Biblioteca Mario Carvajal					
Piso No	2					
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Día	Consumo / mes	Dimensiones
Sala B	Phillips tubo fluorescente 32W (F32 T8 / TL 855 PLUS 32 W)	192	6144 W	92616 W / 15 HRS	1852320 W	20 mts X 28.75 mts X 2.70 mts
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Día	Consumo / mes	Dimensiones
Sala A	Phillips tubo fluorescente 75W	96	7200 W	108000 W	2160000 W	20 mts X 28.75 mts X 2.70 mts
Universidad del Valle Sede Melendez						
Edificio No	Departamento de Diseño (382)					
Piso No	2 y 4					
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Día	Consumo / mes	Dimensiones
2003	Phillips tubo fluorescente 32W (F32 T8 / TL 855 PLUS 32 W)	6	192 W	576 W / 3 HRS	34560 W	5.50 mts X 7.25 mts X 2.30mts
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Día	Consumo / mes	Dimensiones
Oficina Prof. Byron I. Villamil	Phillips tubo fluorescente 75W	2	150 W	600 W / 4 HRS	48000 W	2. 25 mts X 5.28 mts X 2. 30 mts

Universidad del Valle Sede Melendez	
Edificio No	Facultad de Ingenierías (331)
Piso No	1

Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Día	Consumo / mes	Dimensiones
1015	Phillips tubo fluorescente 32W (F32 T8 / TL 855 PLUS 32 W)	12	384 W	3840 W / 10 HRS	76800 W	6.80 mts X 10.60 mts X 2.70 mts

Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Día	Consumo / mes	Dimensiones
1011	Phillips tubo fluorescente 32W (F32 T8 / TL 855 PLUS 32 W)	12	384 W	3840 W / 10 HRS	76800 W	6.80 mts X 6.80 mts X 2.70 mts

Universidad del Valle Sede Melendez	
Edificio No	Facultad de Ingenierías (333)
Piso No	1

Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Día	Consumo / mes	Dimensiones
1015	Phillips tubo fluorescente 32W (F32 T8 / TL 855 PLUS 32 W)	12	384 W	4992 W / 13 HRS	99840 W	6.56 mts X 6.76 mts X 2.70 mts

Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Día	Consumo / mes	Dimensiones
1017	Phillips tubo fluorescente 32W (F32 T8 / TL 855 PLUS 32 W)	12	384 W	4608 W / 12 HRS	92160 W	6.56 mts X 6.76 mts X 2.70 mts

Tabla 8. Principales características de la iluminación artificial de algunos espacios de la Universidad del Valle – Sede Meléndez. Mediciones y datos obtenidos en las visitas hechas por el tesista.

De acuerdo a esta observación gran parte de los espacios del campus están iluminados artificialmente por bombillas fluorescentes, la iluminación proporcionada en la mayoría de los espacios en muchos casos no posee criterios en cuanto al tipo de actividad que se realiza, de acuerdo a esto podemos también describir las siguientes conclusiones:

- En la mayoría de los espacios de la Universidad se encuentran iluminados por tubos fluorescentes por lo general bombillas T8 de 32 Watts, consecuentemente los otros rangos de potencia comunes son de 39 W y 75 W.
- De acuerdo a sus horarios, dimensiones, numero de bombillas y rangos de potencia, los espacios donde se consume un mayor flujo luminoso se encuentran ubicados en la Biblioteca Mario Carvajal.
- En algunos edificios de la universidad debido a su semejanza arquitectónica, de esta forma también se encuentra una homogenización en la iluminación (ejemplos edificios “380s”). sus rasgos particulares se encuentran en aulas iluminadas por tubos fluorescentes, donde se presentan arquitectónicamente aberturas sobre el costado norte, precedidas de antepechos y aleros verticales, que impiden la entrada en su totalidad de la luz natural.
- Presencia en algunos casos bombillas en mal estado o finalizando su uso, al igual que lumi-

narias sin mantenimiento, que ponen en detrimento el uso adecuado de la iluminación en un espacio determinado.

- Como alternativas diferentes a la iluminación artificial, no se encontraron programas de uso adecuado, sistemas iluminación eficiente o sistemas de control en la iluminación en ningún espacio de la universidad.
- De acuerdo a este hecho particular cabe nombrar que se tiene en cuenta el posible aprovechamiento de otras opciones de iluminación, como la precedida por luz natural.

Estas son algunas conclusiones que identifican de qué manera se iluminan las áreas de actividad del campus. Ante estos resultados y conociendo las características que contienen el buen uso y desarrollo de la iluminación, cabe considerar que no existe un estudio de iluminación en los espacios de la universidad, comprendiendo por ejemplo que tipo de actividad se realizan o cuantas personas están presentes en dichas actividades, al igual que tipo de cantidades de luz se necesitan para genera un clima de confort que genere un espacio de iluminación con calidad.



Para ejemplificar este caso, se puede basar en algunas aulas de clase de edificios pertenecientes a los 380's (380, 382, 383., etc) que por su origen se dispusieron en una primera etapa como vivienda y no para iluminación de otro tipo de actividades. Detallando aún más este tipo de fisonomía de los espacios se pueden visualizar características que ponen en contradicción el adecuado uso de la iluminación. En las siguiente fotografías se puede visualizar detalles estructurales que se convierten en problemas específicos del uso del flujo luminoso.

Fotografía 1. Mal Aprovechamiento de la iluminación en zonas donde no transitan personas – escaleras alternas al final de piso edificio 382



Fotografía 2. Mal Aprovechamiento de la iluminación en zonas donde no transitan personas- Salón de Arquitectura Primer Piso.

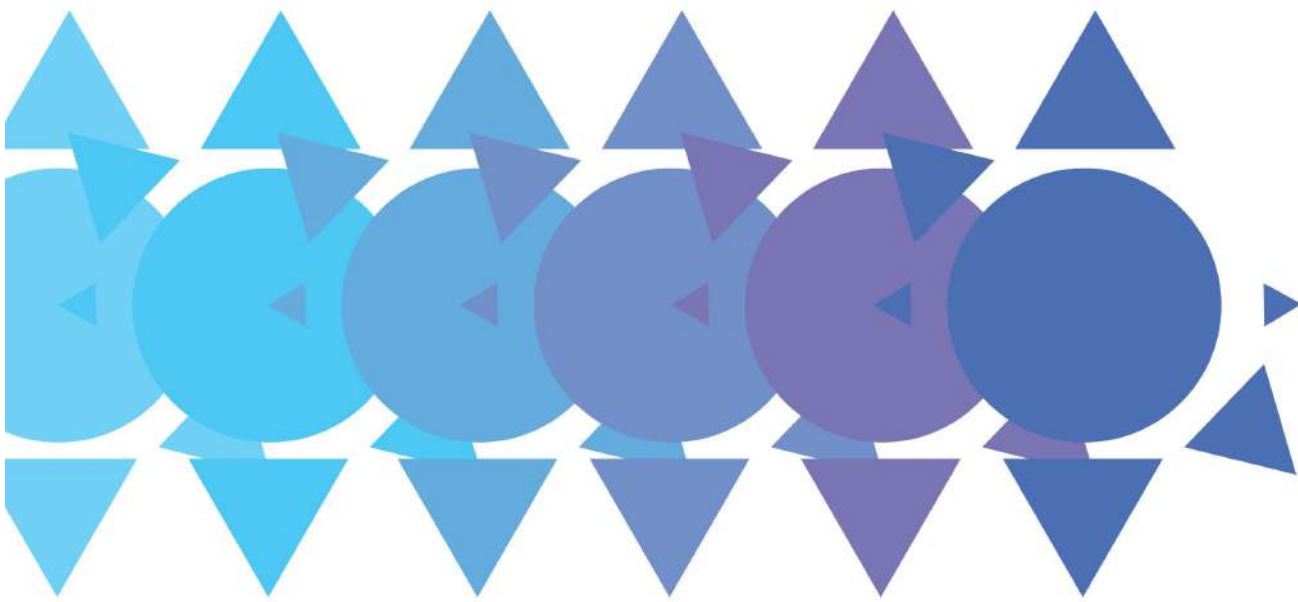


Fotografía 3. Iluminación artificial VS iluminación natural en un mismo espacio. Salón Primer piso, Edificio Ingenierías 331.

Aunque estos son algunos ejemplos de cómo se utiliza el recurso energético en cuanto a la iluminación de los espacios de la universidad, cabe resaltar que la iluminación por tubos fluorescentes también tiene características muy especiales en cuanto a su uso considerando que de acuerdo al tipo de actividad se puede desarrollar sistemas de iluminación diferentes sin necesitar por completa la iluminación artificial.

Por consiguiente y de acuerdo al análisis realizado, se pueden ubicar ciertas ventajas oportunidades y rasgos especiales que podrían convertirse en ventajas para desarrollar un sistema de iluminación eficiente que esté basado en las problemáticas ambientales actuales y corresponda con la preocupación universitaria por convertir el campus en una zona más sostenible y ejemplifique una eficiencia educativa para todos los usuarios de la universidad.

En este orden de ideas, uno de los espacios con mayores usos en el consumo eléctrico, especialmente en la iluminación se encuentra en la Biblioteca Mario Carvajal, debido a su composición estructural y arquitectónica, es uno de los edificios más emblemáticos de la universidad, siendo así un carácter representativo en el cual pueda generarse una nueva alternativa de iluminación. El desarrollo de un sistema de iluminación consciente y que este enmarcado en criterios sostenibles debe estar desarrollado en espacios que sean significativos y tengan un impacto visual por todos los usuarios que pueda replicarse en otras zonas. En efecto la Biblioteca Mario Carvajal, no solo por tener los más altos consumos, las dimensiones más representativas y la mayor incidencia de acceso de personas representan un espacio donde se pueden desarrollar un sistema de iluminación alternativa a la existente y aprovechar al máximo el recurso energético. El impacto inmediato y la trascendencia en su uso, pueden convertirse en claves para un replanteamiento de los sistemas de iluminación existente. Se basa por lo tanto en la calidad del desarrollo y no la cantidad que puede ser lograda intervenir o ajustar. Por consiguiente para comprender de qué manera se puede aprovechar este edificio representativo de la universidad, es importante conocer cómo se comporta en el campus universitario.



6

Planteamiento Teórico

6.1 PLANTEAMIENTO PROBLEMA

La problemática ambiental global generada en la actualidad, se ha constituido en una impaciente preocupación que atañe todos los estamentos sociales, políticos, económicos y culturales, que de una u otra manera, son afectados producto de la inestabilidad en las relaciones de interacción del hombre con la naturaleza. Las fuentes de los preocupantes impactos ambientales en el planeta, en primera instancia se han conformado de manera crucial, producto de dinámicas económicas no congruentes con las integrales dinámicas naturales de las funciones ambientales y por consiguiente de los recursos naturales. En efecto estas actividades reflejan a posteriori un detrimento de todas las funciones que el ecosistema soporta para la perpetuación de la vida en el planeta. Ante este panorama, es importante el compromiso humano por cambiar el paradigma reinante en pro de afianzar sistemas que se adapten al entorno y generen menos impactos en la biosfera, aquí es donde entra la sostenibilidad como ideal y eje temático para la inclusión de nuevos sistemas, rentablemente económicos, socialmente incluyentes y ambientalmente favorables.

Ante esta visión se puede describir un concepto de sostenibilidad que ejemplifique cuáles son sus iniciativas y posibles alcances. El paradigma del desarrollo sostenible no solo promueve una reconfiguración económica, tecnológica y social sino una reorientación cultural de la forma como la sociedad interpreta y se relaciona con el medio ambiente y los recursos naturales (Escobar Jaramillo, et. Al., 2010: 7), donde el desarrollo de estas ideas, como afirma Bermejo, sirve: “Para alcanzar la sostenibilidad es necesario cambiar el modelo de producción y de consumo lo cual supone transformaciones profundas de tipo económico y social” (Bermejo, 2005: 27). Por lo tanto, es necesario dejar en claro que, el desarrollo de la sostenibilidad está inmerso en tres dimensiones, la económica, la social y la ambiental, y solo desde una solución integral, se propone que los resultados serán en mayor o menor grado positivos. Ahora bien, ¿De qué manera se puede incluir el concepto de sostenibilidad dentro de la sociedad y sus instituciones?, de acuerdo a las dinámicas de la sociedad, existen múltiples direcciones donde se pueden vincular acciones que beneficien tanto la utilización de los recursos como las demás dimensiones sostenibles. En un panorama social, las instituciones educativas, son fuente de promoción del conocimiento, siendo así, la educación primaria, secundaria, como la profesional ofrecen espacios de interacción para la vinculación de nuevos paradigmas entre el ambiente y las relaciones humanas. Una de ellas y como instituciones del conocimiento, las universidades reflejan un espacio concreto de reflexión e interacción. Las universidades reconocen que son parte del problema ya que han educado a la mayoría de las personas que desarrollan y rigen las instituciones sociales. Por eso como lo reconoce la Declaración Talloires, las universidades enfrentan profundas responsabilidades para fomentar el conocimiento y la formación de agentes de cambio realmente efectivos para producir tendencias de sostenibilidad. Un primer paso es reconocer cuales son los ámbitos de influencia directa de la universidad y su correspondiente responsabilidad. (Muñoz Ruiz, 2004: 66).

Ante la interrogante de conocer el espacio concreto para contribuir con dinámicas sostenibles dentro de la sociedad, surge en este contexto, la Universidad del Valle, Sede Meléndez, como institución pública generadora de conocimiento y desarrollo social; este escenario comprende diferentes oportunidades, fortalezas al igual que amenazas y debilidades para el desenvolvimiento de un proyecto de carácter ambiental que pueda ser propuesto e inserto tanto en su campus como en la conciencia de todas las personas que interactúan dentro de esta institución pública. Y ¿de qué forma la Universidad del Valle se puede insertar a dinámicas del adecuado manejo de recursos de forma sostenible? Para tal caso se puede evidenciar que dentro de la Universidad existen iniciativas por generar este tipo de propuestas, como caso puntual el PUMA (Plan Universitario de Medio Ambiente), que en sus tareas busca la definición de una política ambiental aplicable a todo el campus, además de generar la gestión ambiental integral de la Universidad. También cabe nombrar iniciativas como El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), que se encuentra en construcción, el Jardín Botánico, Grupos Ambientalistas de la Universidad y los programas académicos de pregrado y posgrado con énfasis de Medio Ambiente.

Sin embargo ante estas propuestas, se puede observar que hasta el momento los esfuerzos van en desarrollo. Como describe Luis F. Escobar, ex - docente EIDENAR, Universidad del Valle: “pese al desarrollo de las iniciativas normativas y esfuerzos institucionales presentados, no sé cuenta con un diagnóstico ambiental del impacto que generan los procesos misionales y de apoyo, de la Universidad del Valle, como tampoco de las múltiples fortalezas acumuladas por el equipo de trabajo de la sección de Servicios Varios y la comunidad universitaria en general, que demandan la formulación de una política institucional en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible. Iniciativa que debe estar orientada a incorporar, los aspectos ambientales en los procesos misionales y de apoyo administrativo de la gestión de la Universidad.” (Escobar & Díaz, 2011: 13). Ante estas y otras situaciones, es relevante generar soluciones sostenibles que afirmen el compromiso de la universidad ante la sociedad de la ciudad y del país. En este orden de ideas y con el carácter de visualizar más concretamente los problemas ambientales que aquejan a la institución, es oportuno analizar para el planteamiento de esta investigación un estudio de tesis realizado sobre la Huella Ecológica (HE) del Campus Universitario Meléndez (Agredo Gonzales, Lady Viviana. Aproximación a la huella ecológica de la Universidad del Valle, Campus Universitario de Meléndez, 2011), que deja en evidencia la incidencia en términos de las emisiones contaminantes de CO₂ en cuanto al control, producción y desecho de diferentes recursos dentro de la Institución, entre ellos, Movilidad, Consumo de Energía Eléctrica, Consumo de Recurso Hídrico, Consumo de Papel y Espacio Construido. La HE es un indicador simple pero bastante amplio que no solo permite estimar los requerimientos mínimos en términos de superficie necesaria para suministrar la materia y energía necesaria requerida por una población determinada, sino que a su vez evalúa la sostenibilidad de las actividades humanas y contribuye a la construcción eficaz de conciencia social, así como la toma de decisiones. (Agredo Salcedo, 2010).

De acuerdo a esta investigación, se refleja que el aspecto de la movilidad ocupa en mayor grado el aporte de emisiones de CO₂ / año, con 2.877.43 ton CO₂/Año. Sin embargo esta categoría es

de difícil control y desarrollo, debido a que en ella intervienen no solo el direccionamiento universitario sino que depende de la operación política de la ciudad. Por lo tanto en el orden cuantificado de emisiones, el consumo de energía eléctrica con 1.485.19 ton CO₂/Año, es el segundo aspecto más relevante dentro del aporte de contaminación ambiental en la universidad. Esta categoría aunque se debe estudiar y observar al igual que conocer cuáles son las dinámicas que la componen, se convierte en un aspecto fundamental para el desarrollo sostenible de la de la Campus Universitario. El consumo de energía eléctrica refleja de qué manera se pueden convertir acciones no sostenibles por actividades más “conscientes”; la utilización de luminarias más sostenibles, el uso de equipos eléctrico y electrónicos de manera eficiente, el control de la utilización del recurso energético en los edificios etc. por lo tanto ante este eje de acción se evidencia problemáticas que se pueden resolver integrando diseño y sostenibilidad.

6.2 JUSTIFICACIÓN

La interconexión entre desarrollo, medio ambiente y universidad, debe partir de un planteamiento muy riguroso de los términos en que se han movido y lo hacen hoy día las relaciones sociedad-naturaleza, en cada espacio concreto (Rosua Campos, 2005: 247). Para comprender estas relaciones es necesario ubicar específicamente donde se generan este tipo de dinámicas, por lo tanto se puede decir que a través de la evolución humana han existido momentos y espacios que han configurado el ambiente tal y como lo conocemos hoy (incluyendo todas las transformaciones positivas y negativas). Para confirmarlo es necesario centrarse en primera instancia como ya se ha dicho, en la influencia de la economía. La dinámica económica del siglo XIX Y XX basada en el individualismo y el utilitarismo permitió consolidar a la economía como una esfera real autónoma, con sus propias leyes e independiente de lo político, social y lo cultural y esto tiene consecuencias serias para la relación sociedad-naturaleza (Pérez Rincón & Rojas, 2010: 31). Por consiguiente es implícitamente necesario justificarse en el interés de las problemáticas ambientales que son el resultado de economías inviables que funcionan como una economía que no posee la conciencia del límite de los recursos, es decir procesos lineales, en vez de circulares. Con respecto al desarrollo sostenible, el principio económico (en la economía de mercado) dice que la producción se debe realizar con el mínimo de insumos y costos; bajo criterios ambientales se debe evitar despilfarros de insumos, un postulado importante conocido como “eco-eficiencia” (Brugger y Lizano, 1992; De O´Roxo, 1992; Kopfmüller et al., 2001). Las dinámicas de las relaciones sociedad-naturaleza han conformado un panorama complejo, con conflictos y paradojas degradando el territorio natural para fabricar objetos, construir ciudades, usar energía y arrojar desechos (Fiori, 2006: 15). Este es el resultado de las formas de abastecimiento, producción y desecho de los sistemas de producción que hasta hoy se conocen y que por lo tanto son los implicados en la generación de conflictos ambientales como destrucción de la capa de ozono, efecto invernadero, destrucción de la biodiversidad, etc.

Sin embargo hasta aquí, las implicaciones económicas que se dan como un proceso de irrumpir, trans-

formar y destruir el ambiente son solo una parte de esta problemática. La verdadera importancia reside en que el tema ambiental es factor trascendental de todas las instituciones sociales, económicas y políticas que lo rodea. En este caso esencial el espacio concreto de análisis es la Universidad, entendida, como semillero de líderes y lugar de experimentación la universidad contribuye con sus acciones y compromisos al desarrollo social económico y político de su entorno (Muñoz Ruiz, 2004). Esto quiere decir que las instituciones de educación superior (IES) también hacen parte activa de cómo se manifiesta la sociedad frente al uso de los recursos que la naturaleza provee. Así, las Universidades en tanto constituyen focos de análisis y reflexión crítica, núcleos de innovación científico tecnológica y foros para el desarrollo cultural, deben actuar como vanguardia tanto en la investigación de los problemas ambientales como en la toma de conciencia profunda sobre la relevancia de las cuestiones ambientales en el diseño de modelos de desarrollo viables a medio y largo plazo, que no reproduzcan pasados y presentes errores en el uso humano de la tierra (Rosua Campos, 2005: 249).

Concretamente, se debe por lo tanto considerar, que las universidades deben ser pilares fundamentales de la inclusión de la sostenibilidad, como base de educación e investigación al igual que desarrollo interpersonal, todo esto debido a la importancia que tienen como fuente de difusión educativa que se ve reflejada a futuro en las acciones de la sociedad. Como describe Muñoz: “Una institución comprometida con la sostenibilidad ayudaría a los estudiantes a entender las raíces de la injusticia social y la degradación ambiental y los motivaría al diseño de herramientas y prácticas que conduzcan al desarrollo sostenible” (Muñoz Ruiz, 2004). Por consiguiente centrándose en la Universidad del Valle, Sede Meléndez, existen dificultades en el conocimiento, manejo y adecuación de sus recursos, que a pesar de existir iniciativas para la inclusión de una política ambiental es concerniente comprender de qué manera se controlan y se usan en un campus con más de 100 hectáreas de expansión. Para tal caso, se desconocen cuáles son los diagnósticos y controles precisos, en el consumo de energía eléctrica o de recurso hídrico, las iniciativas por desarrollar un sistema de separación de residuos sólidos apenas se están vislumbrando, al igual que sistemas de reciclaje, reutilización o reducción sostenibles, todo esto solo por nombrar algunos inconvenientes de tipo ambiental. Pero la real importancia de generar sistemas de uso más sostenibles se basa en la idea de convertir una institución donde se desarrolla y difunde el conocimiento, debe por lo tanto generar operaciones que estén adecuadas al uso sostenible de todas las operaciones de la universidad, desarrollando así, no solo un beneficio financiero o económico, sino una contribución a la problemática ambiental actual. Por consiguiente este tipo de dinámicas sostenibles se insertan en las visiones de los futuros profesionales de la sociedad.

6.3 OBJETIVO GENERAL

Optimizar de acuerdo a criterios de la sostenibilidad, el recurso energético en la Biblioteca Mario Carvajal - Universidad del Valle (Sede Meléndez), mediante el desarrollo de sistemas que aprovechen la luz natural y puedan reemplazar en medida, de acuerdo a horarios y espacios la utilización de luz artificial.

6.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- + Describir el funcionamiento de la iluminación en la Biblioteca Mario Carvajal.
- + Definir la disposición de luz natural a través del tiempo y tipo de espacios, en zonas definidas de la Biblioteca.
- + Identificar las zonas de la Biblioteca con mayor aprovechamiento de luz natural.
- + Desarrollar sistemas que aprovechen la luz natural en el interior de los espacios de la Biblioteca.

6.3.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué tipo de estrategias pueden contribuir a desarrollar sistemas sostenibles del recurso energético para la iluminación, en la Universidad del Valle, Sede Meléndez en un espacio concreto?

6.4 REQUERIMIENTOS

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

- Se debe tener en cuenta la disposición de luz natural para la determinada zona geográfica donde vaya a funcionar el sistema.
- Debe considerarse su uso en las horas del día donde se presente mayor presencia de luz natural.
- La propuesta debe funcionar sistemáticamente con la iluminación artificial del edificio, respondiendo a las horas de uso y las condiciones climatológicas.
- Debe proporcionar los niveles de iluminación óptimos (de acuerdo al RETILAP) para las tareas que se realicen en determinados espacios.
- Mejoramiento del recurso energético en la Biblioteca Mario Carvajal.
- Debe corresponder a los criterios sostenibles que se vienen desarrollando en la Universidad del Valle.
- Debe mejorar la calidad de la iluminación que actualmente se encuentra en el edificio.

REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES

- Contemplar que el sistema de iluminación natural deberá contar con el menor número posible de componentes.
- Las partes del sistema deben adaptarse a la arquitectura ya dispuesta del edificio.
- El desarrollo del sistema debe soportar las incidencias del clima.
- Debe instalarse de manera sencilla, comprendiendo posibles repeticiones en otros espacios con arquitecturas diferentes.
- Se debe tomar en cuenta las dimensiones de los espacios para desarrollar la propuesta.
- Los materiales deben optimizar el uso de la luz natural, al igual que su uso debe estar enmarcado en concepto de sostenibilidad y eficiente uso.
- Deben comprender un mantenimiento sencillo y paulatino que optimice el uso a través del tiempo.

REQUERIMIENTOS FORMALES

- Se debe tomar en cuenta la disposición arquitectónica del edificio, sin transgredir o modificar la construcción.
- Es importante tener en cuenta que pueda conjugarse con la estética del edificio.
- Debe corresponder a formas que agraden a los usuarios de los espacios a intervenir, sin transgredir sus actividades.

6.5 DETERMINANTES

- Disposición arquitectónica de la Biblioteca Mario Carvajal, Universidad del Valle.
- Ubicación geográfica de la edificación.
- Disposición solar y climatológica para la ciudad de Santiago de Cali.
- Disposición de luz natural a través del año para la determinada latitud y longitud de la zona donde está ubicada el edificio.
- Dimensiones al interior y exterior del edificio de la Biblioteca.
- Comportamiento de la luz a través del uso de diferentes materiales.
- Normas dentro de la Universidad del Valle.
- Disposición de materiales en la actualidad y lugar determinado para desarrollar la propuesta.



7

Observación y Exploración

7.1 ILUMINACION EN LA BIBLIOTECA

MARIO CARVAJAL

Antes de comprender de qué manera la iluminación se distribuye y se usa dentro de la biblioteca es importante conocer la disposición espacial y arquitectónica de uno de los edificios más emblemáticos de la Universidad del Valle. La Biblioteca Mario Carvajal fue construida alrededor del año 1970, su diseño arquitectónico fue desarrollado por el arquitecto Diego Peñalosa, su grupo de trabajo fue conformado por el equipo técnico donde colaboraron las siguientes personas, Abdul Hissami, Ramiro Ospina, Nilse Payan, Jaime Cruz, M. Escobar, A. Moreno. Este grupo de profesionales diseñaron este espacio con la premisa que se convirtiera en parte de un conjunto de Servicios de la Información, que junto a los edificios de Centro de Audiovisuales, que actualmente se conoce como el CREE y la Escuela de Ciencias del Lenguaje se transformaran en espacios de centro de acopio educativo provistos para la investigación departamental.

Biblioteca Mario Carvajal Sótanos	Coordinación de Área al servicio al publico
	Paz y salvos, ingresos y actualización de usuarios
	Préstamo Interbibliotecario
	Conmutación Bibliográfica
	Capacitaciones
	Mediateca de profesores
	Sala de lectura y descanso
	Museo Arqueológico Julio Cesar Cubillos
	Baños públicos
Primer piso	Casilleros
	Portería
	Buzón de devolución de libros
	Servicio de información personalizada
	Buzón de sugerencias
	Equipos de consulta
	Sala de exposición Jose Celestino Mutis
	Colección de referencia
	Videoteca y sonoteca
	Maqueteca
	Ascensor
Segundo piso	Colecciones: General, trabajos de grado y reserva
	Mediateca estudiantes
	Hemeroteca: selección de revistas y periódicos
	Salas de lectura
Tercer piso	Mapoteca y diapoteca
Cuarto piso	Colecciones: General, trabajos de grado y reserva
	Mediateca de estudiantes
	Hemeroteca: selección de revistas y periódicos
	Salas de lectura

La Biblioteca se encuentra distribuida en cuatro pisos, cada uno de los cuales especializado en convertirse en espacios para el conocimiento, la consulta, lectura y solicitud de archivos de todas las materias. Actualmente la distribución por pisos corresponde a diferencias en el material solicitado por los usuarios, cabe destacar que la biblioteca cuenta con un gran número de usuarios, no solo aquellos que son estudiantes de la institución, además su consulta es reiterada por estudiantes de otras instituciones al igual que está abierta al público en general. El gran valor del archivo que se encuentra en sus estanterías la convierte en un espacio propicio para la efectiva información y de gran reconocimiento a nivel nacional.

Tabla 9. Distribución por pisos de los servicios de la Biblioteca Mario Carvajal

7.1.1 Iluminación de los Espacios de la Biblioteca

El sistema de flujo lumínico que abastece todos los espacios, está desarrollado para encenderse y apagarse manualmente y su sistema de distribución esta zonificado de acuerdo a los espacios de la biblioteca y sus usos. El sistema está constituido por suiches de acuerdo al tipo de salón que se desea iluminar; el encendido posee horarios comunes de acuerdo a los turnos de vigilancia que operan en el edificio, de acuerdo a esto el encendido de las luminarias empieza desde las 5:30 am hasta el cierre aproximadamente a las 9:00 pm, alterno a estos horarios, el cuarto piso se enciende media hora después mientras se realiza el aseo de este espacio. Por consiguiente el rango de horas de uso en la iluminación de la biblioteca es de 15 horas aproximadamente, debido a su extensa jornada (siendo de las más extensas en uso del flujo lumínico en la universidad) representa un espacio de características muy llamativas entorno a la iluminación que pueden generar principios para desarrollar alternativas nuevas de uso. Ante este panorama también cabe advertir la pluralidad en los usos de los espacios, comprendiendo también que en su mayoría las zonas más extensas métricamente se utilizan para lectura y consulta de diferente tipo de materiales bibliográficos.

Para determinar los consumos en cuanto a la iluminación en la siguiente tabla (10), se realiza una observación acerca de la tipología de las bombillas utilizadas y sus consumos aparentes de acuerdo a los horarios dispuesto en la edificación.



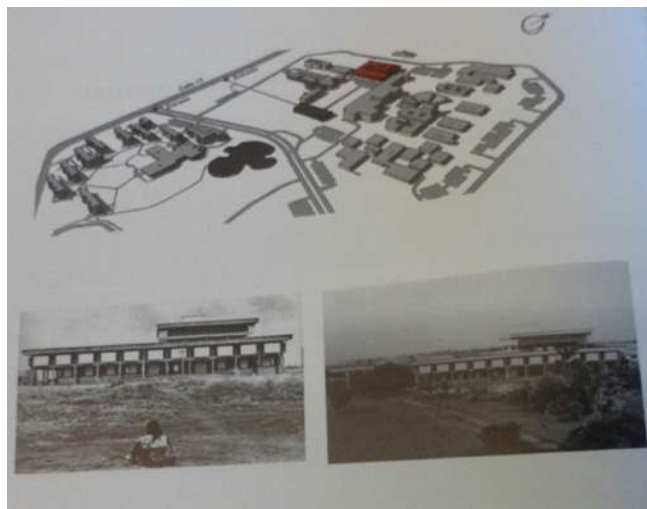
Tabla 10. Observación acerca de la tipología de las bombillas utilizadas y sus consumos aparentes de acuerdo a los borarios dispuestos en la edificación. Mediciones y datos obtenidos en las visitas hechas por el testista.

Universidad del Valle Sede Meléndez						
Edificio No	Biblioteca Mario Carvajal					
Horario de funcionamiento	5: 30 am - 9 pm (15 HORAS)					
Sotanos						
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Pasillos Escaleras	Phillips tubo fluorescente 32W	16	512 W	7680 W	153600 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Salas de Lectura	Phillips tubo fluorescente 32W	24	768 W	11520 W	230400 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Mediateca profesores	Phillips tubo fluorescente 32W	24	768 W	11520 W	230400 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Coordinación de Area al servicio al publico	Phillips tubo fluorescente 32W	24	768 W	11520 W	230400 W	
Piso 1						
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Dirección	Sylvania tubo fluorescente 75 W	36	2700 W	40500 W	810000 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Pasillo de Escaleras	Sylvania tubo fluorescente 75 W	8	600 W	9000 W	180000 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Corredor 1 piso	Sylvania tubo fluorescente 75 W	28	2100 W	31500 W	630000 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Referencia	Sylvania tubo fluorescente 75 W	64	4800 W	72000 W	1440000 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Videoteca - Sonoteca	Sylvania tubo fluorescente 75 W	12	900 W	13500 W	270000 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Sala Jose Celestino Mutis	Sylvania tubo fluorescente 75 W	60	4500 W	67500 W	1350000 W	
Piso 2						
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Pasillo 2 piso	Phillips tubo fluorescente 32W	92	2944 W	41216 W	824320 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Sala B	Phillips tubo fluorescente 32W	192	6144 W	92616 W	1852320 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Sala B Estanterias Libros	Phillips tubo fluorescente 32W	70	2240 W	33600 W	672000 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Sala A	Phillips tubo fluorescente 75W	96	7200 W	108000 W	2160000 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Hemeroteca - estanterias	Sylvania tubo fluorescente 75 W	60	4500 W	67500 W	1350000 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Hemeroteca - Sala Lectura	Sylvania tubo fluorescente 75 W	84	6300 W	94500 W	1890000 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Area Multimedial Mediateca	Phillips tubo fluorescente 32 W	48	1536 W	23040 W	460800 W	
Piso 3						
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Mapoteca	Phillips tubo fluorescente 32 W	96	3072 W	46080 W	921600 W	
Piso 4						
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Salas de Lectura 1 - 2	Phillips tubo fluorescente 32 W	112	3584 W	53760 W	1075200 W	
Salon No	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia	Consumo Horas / Dia	Consumo / mes	
Estanterias Colecciones Especiales	Phillips tubo fluorescente 32 W	180	5760 W	86400 W	1728000 W	

De acuerdo a este tipo análisis en el uso y la tipificación de las luminarias se puede conocer los consumos mayores en iluminación dentro de la biblioteca, al igual que el tipo de bombillas que se utilizan en determinados espacios, de igual forma se puede interpretar que espacios pueden ser proyectados para un recambio en el sistema de iluminación basado solo en sus consumos energéticos. Cabe comprender que existe un uso homogéneo del flujo luminoso al no existir una manipulación por los usuarios en el encendido-apagado de las bombillas. Por consiguiente este análisis previo, toma en cuenta características tan importantes como la distribución en rangos de consumo que posibilitan un análisis posterior de determinados locales. Por ultimo cabe comprender que en las zonas más abiertas y extensas se presenta evidentemente un mayor uso de bombillas, teniendo en cuenta la constante presencia de personas que utilizan estos espacios. Sin embargo existen otras zonas (especialmente estanterías) que presentan un generoso gasto lumínico durante el día, basando su iluminación solo para favorecer la iluminación sobre el material que se dispone en estos espacios y la cantidad de usuarios evidentemente es más limitada.

7.1.2 Disposición Arquitectónica

Arquitectónicamente el edificio tiene características muy particulares que buscan jugar con los niveles del ambiente que lo rodea. Se diseñó la fachada en la parte alta con módulos cerrados proyectados y ventanales laterales y profundos para buscar el control del sol pero capturando la mayor cantidad de luz natural al interior (Buitrago & Kattan, 2011: 175). Este tipo de módulos dispuestos en el segundo piso se conforman como la figura icónica de la arquitectura de la biblioteca, que funcionan como protección solar y aunque en su intención en algunos espacios se cumple medianamente eficiente, en otras zonas de la biblioteca se impiden en gran parte la entrada de luz total comprendiendo que en una primera instancia no se encontraba arborizado de manera significativa el edificio en sus alrededores como en la actualidad.



Fotografía 4. Ubicación espacial de la Biblioteca en el campus. Imagen de la Biblioteca en el principio de su construcción, foto tomada probablemente en 1971.

Fuente: (Buitrago & Kattan, 2011)

Para destacar uno de los aspectos primordiales de la arquitectura de este edificio emblemático se puede resaltar la descripción realizada por Buitrago & Kattan en la colección “Arquitectura para la educación” (2011): “*los balcones cerrados a todo largo del piso superior –la sala principal de lectura– se ha convertido en la principal característica del lenguaje del edificio y la mejor estrategia para el manejo de la luz y la tranquilidad del espacio interior.*”

El cuidadoso manejo de las superficies frontales opacas y las laterales y el fondo transparentes son la estrategia para el control de la luz directa del sol.

En la fachada oriental se ubicaron en dos pisos por la función interna de las salas y porque quizás el sol era más intenso para ellas, sin embargo al paso de las décadas los árboles se han encargado de proteger el edificio, generando más bien una secuencia de visuales sobre el follaje muy agradable para los lectores.

Externamente cada balcón proyectado sobre la fachada permite esas luces indirectas y genera sombras necesarias para hacer más confortable el ambiente y tener un edificio más resistente a la incidencia del sol.”



Fotografía 5. Imagen Balcones cerrados proyectados de la Biblioteca Mario Carvajal – Costado Norte



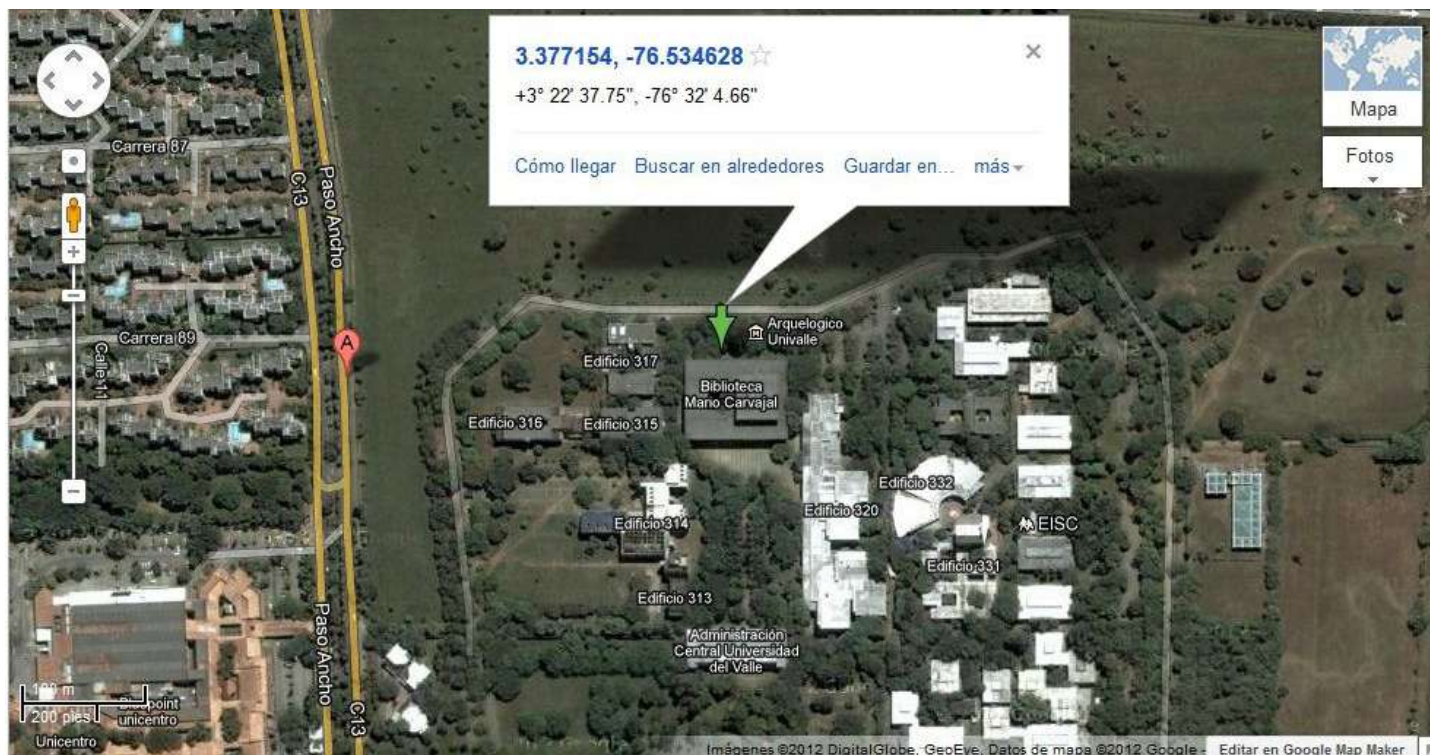
Fotografía 6. Imagen Balcones cerrados proyectados de la Biblioteca Mario Carvajal – Costado Su

Fotografía 7. Costado Oriental de la Biblioteca

Fotografía 8. Costado Occidental de la Biblioteca



Aunque estructuralmente se resuelve la incidencia del sol a través de su construcción, la iluminación que se dispone en el edificio en su totalidad es artificial, tomando en cuenta que tipo de actividades se desarrollan en el interior y de qué manera juega un papel primordial la iluminación, en un primer momento se podría decir que en el desarrollo preliminar del diseño existía una alta preocupación por la incidencia que el sol podría tener en la edificación, en efecto se resuelve con eficacia este fenómeno aunque podría haberse optimizado su uso en las dos fuentes (la natural y la artificial). De igual forma para el momento de su construcción no se tenían conocimiento tan profundo, avanzado y publico acerca de los temas que en la actualidad son importantes para la construcción de una edificación sostenible, sin embargo conforme al avance tecnológico y a la paralela preocupación por los cambios climatológicos y ambientales, la iluminación es más consecuente con la arquitectura de las edificaciones y busca en pleno una sinergia entre lo natural y lo artificial.



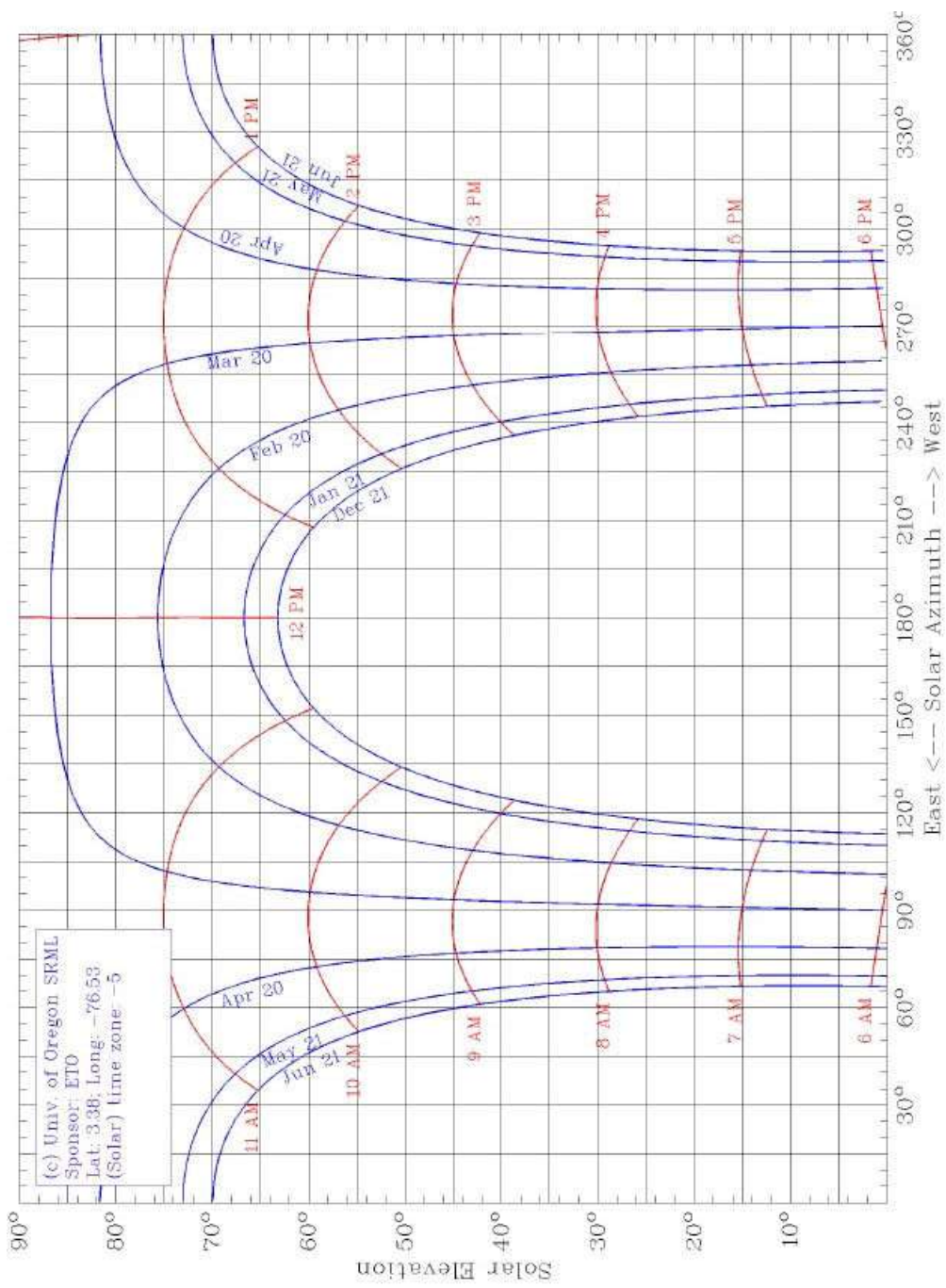
magen 36. Ubicación Geo-
gráfica de la Biblioteca en el
campus universitario. Fuen-
te: www.Googlemaps.com

7.1.3 Iluminación Natural del edificio

De la arquitectura del edificio y respecto a su iluminación, principalmente a la iluminación natural que recae sobre la edificación, es imprescindible tomar en cuenta la disposición solar con respecto a su ubicación geográfica para comprender de qué manera se comporta el sol que incide dentro de sus espacios. Para conocer en detalle este tipo de características se debe conocer sus posición geográfica y sistematizar el sistema de iluminación solar para dicha latitud y longitud. Para la Biblioteca Mario Carvajal las siguientes imágenes describen el comportamiento solar en diferentes magnitudes.

Imagen 37. Carta de trayectoria solar respecto al ángulo de elevación del sol y el azimut en diferentes horas del día en determinados meses del año en función de la ubicación geográfica (DICIEMBRE A JUNIO) - Biblioteca Mario Carvajal Universidad del Valle, Cali – Colombia

Imagen 38. Carta de trayectoria solar respecto al ángulo de elevación del sol y el azimut en diferentes horas del día en determinados meses del año en función de la ubicación geográfica (JUNIO A DICIEMBRE) - Biblioteca Mario Carvajal Universidad del Valle, Cali – Colombia



{ 60 }

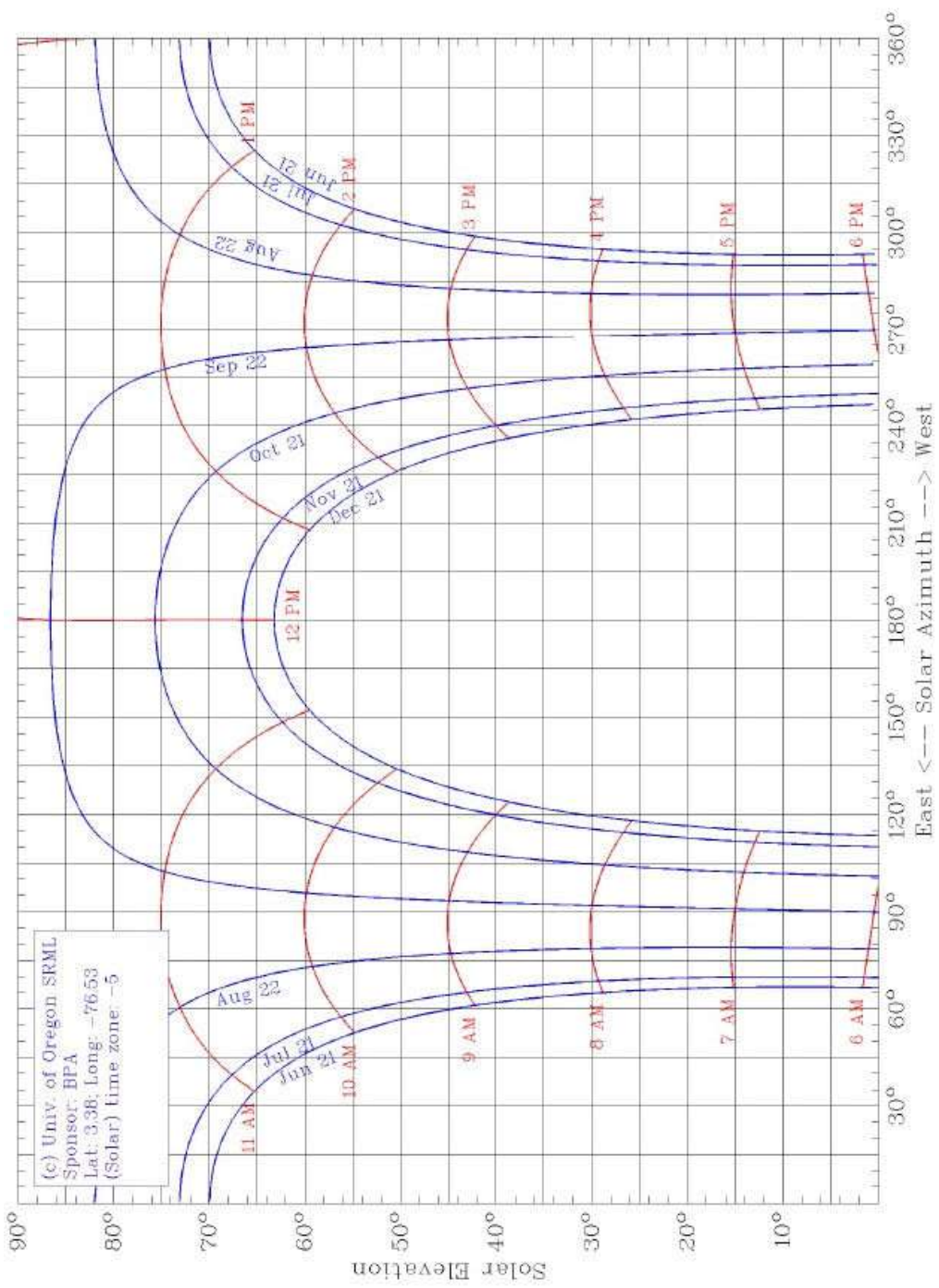
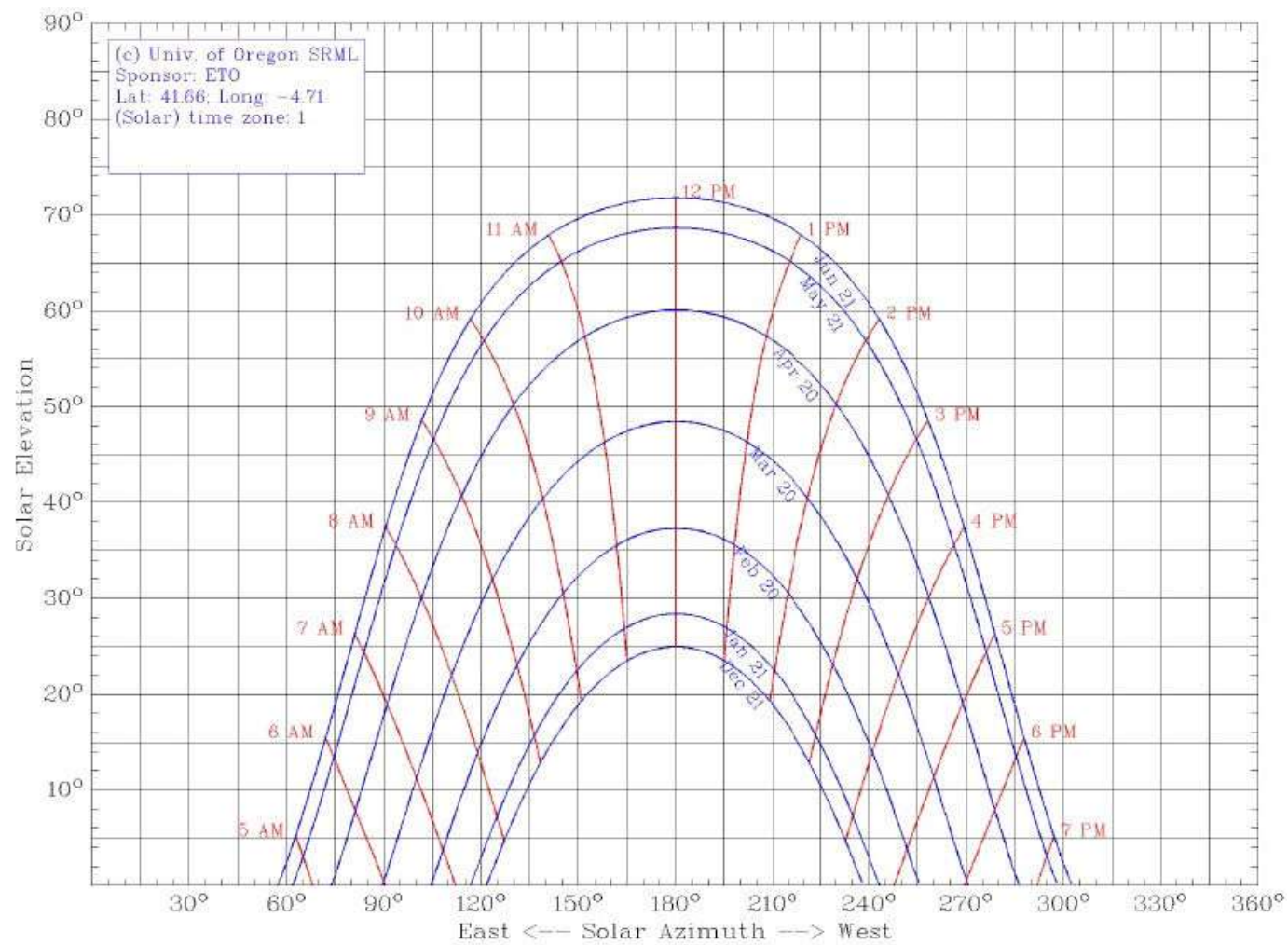
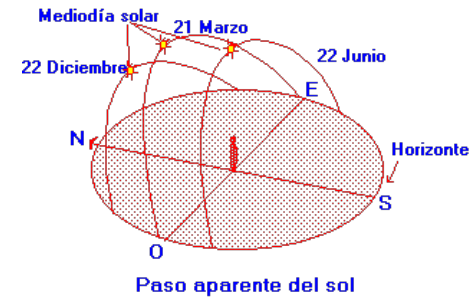
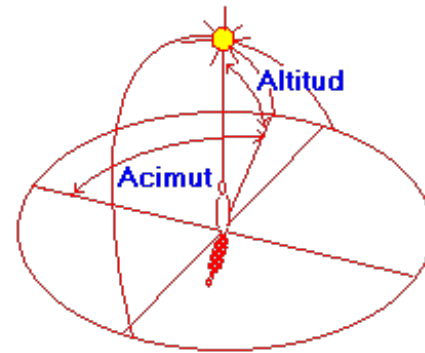


Imagen 39. Carta de trayectoria solar respecto al ángulo de elevación del sol y el azimut en diferentes horas del día en determinados meses del año en función de la ubicación geográfica (JUNIO A DICIEMBRE) – Universidad de Valladolid, Valladolid – España.





Ángulos de posición del sol

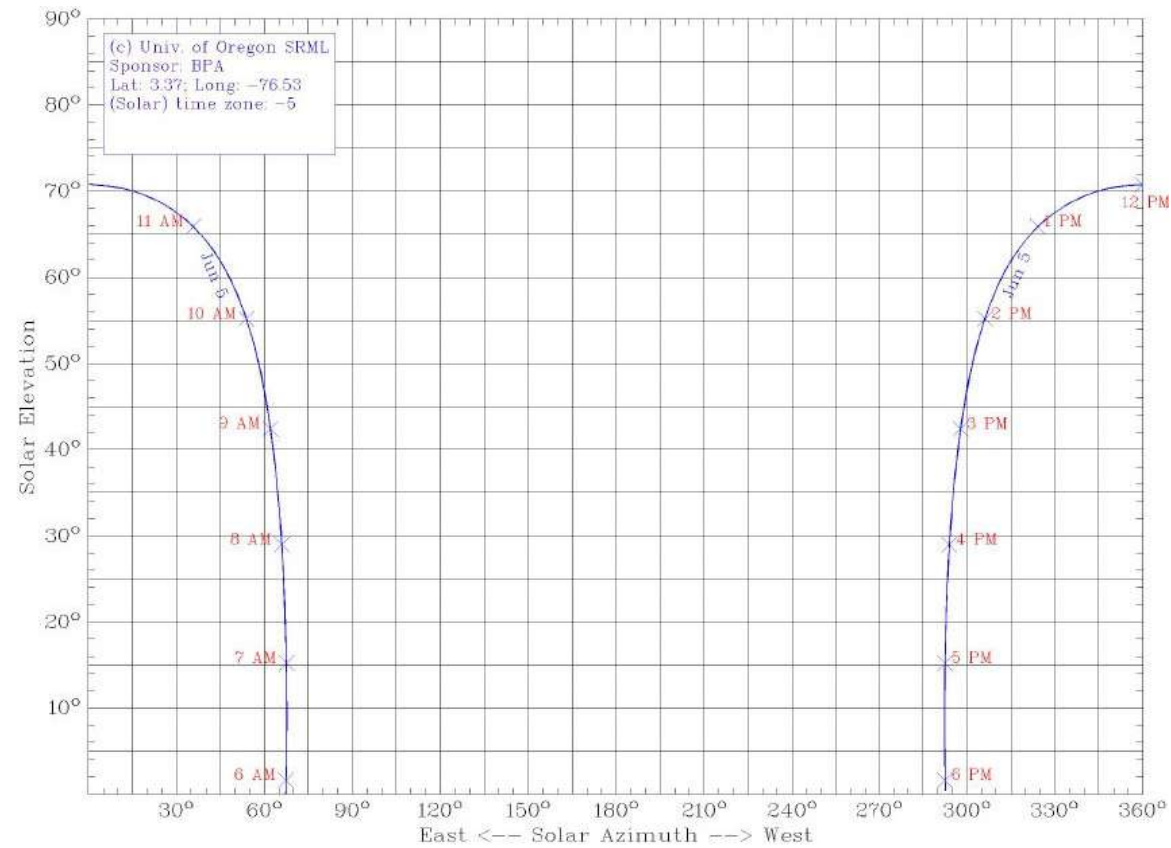


Imagen 41. Carta de trayectoria solar respecto al ángulo de elevación del sol y el azimut en diferentes horas del día en función de la ubicación geográfica (JUNIO 5 DE 2012) - Biblioteca Mario Carvajal Universidad del Valle, Cali - Colombia

7.1.4 Características de la Iluminación en los espacios de la Biblioteca

Conociendo por lo tanto los rangos más notables respecto al proceso de iluminación de la Biblioteca Mario Carvajal, se puede entrar a analizar en detalle que zonas tienen la suficiente flexibilidad para determinar un desarrollo de rehabilitación lumínica más consciente con las premisas ambientales y sostenibles de la universidad, que puedan componer sistemas que a largo plazo se puedan replicar en otros espacios. De este tipo de procesos cabe comprender que es de gran importancia tomar en cuenta las actividades que se llevan a cabo en determinados locales; en este caso la universidad es un espacio para el conocimiento donde las tareas que se realizan presentan un porcentaje alto de similitudes y de acuerdo al RETILAP (Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público) del Ministerio de Minas y Energía de Colombia, para el adecuado desarrollo de tareas de este tipo en diferentes espacios se debe contemplar una disposición de luz aproximada a los 500 luxes (siendo esta la más generosa). De acuerdo a esto es importante también conocer en definitiva si este tipo de rangos se cumplen para suplir dichas actividades.

Para entrar en detalle en el uso de la iluminación para la biblioteca se pueden categorizar los espacios en cuanto a sus disposiciones arquitectónicas, el tipo de actividades, la presencia de personas, la disposición térmica y ambiental, al igual que las dimensiones, tomando también en cuenta las características formales del espacio en la actualidad. En virtud de estas características de cada piso de la Biblioteca podemos describir en detalle lo siguiente:

Sótanos

En este espacios se encuentran auditorios, salones, oficinas cerradas y acondicionados climáticamente, la entrada de luz natural es limitada debido a su disposición arquitectónica en estos espacios. El museo arqueológico Julio Cesar Cubillos se encuentra medianamente iluminado (alrededor de 100 lux) debido a las obras que se contienen y debe poseer una protección a la incidencia del sol.



Fotografía 9. Sótanos cercanos a las escaleras de la Biblioteca.

Primer piso

Se encuentra referenciado por la portería, equipos de consulta, sala de exposición José Celestino Mutis, colección de referencia, Maqueteca y Videoteca y sonoteca.

El primer piso cercano a las escaleras, al igual que los sótanos en la zona de oficinas de información, como el segundo piso en los pasillos cercanos a las escaleras se encuentran frontales arquitectónicamente a una estructura en celosía de grandes dimensiones que conforman un punto de identificación en la biblioteca. Está bien lograda estructura en el principio de su construcción debió aprovechar la iluminación natural para ambientar estos diferentes espacios, sin embargo conforme han pasado los años el deterioro y la falta de mantenimiento han convertido esta estructura en un malla que ha atrapado la suciedad y desconecta el interior con el exterior de esta fachada, colocando en detrimento la belleza de esta estructura al igual que la iluminación en el interior de la misma.

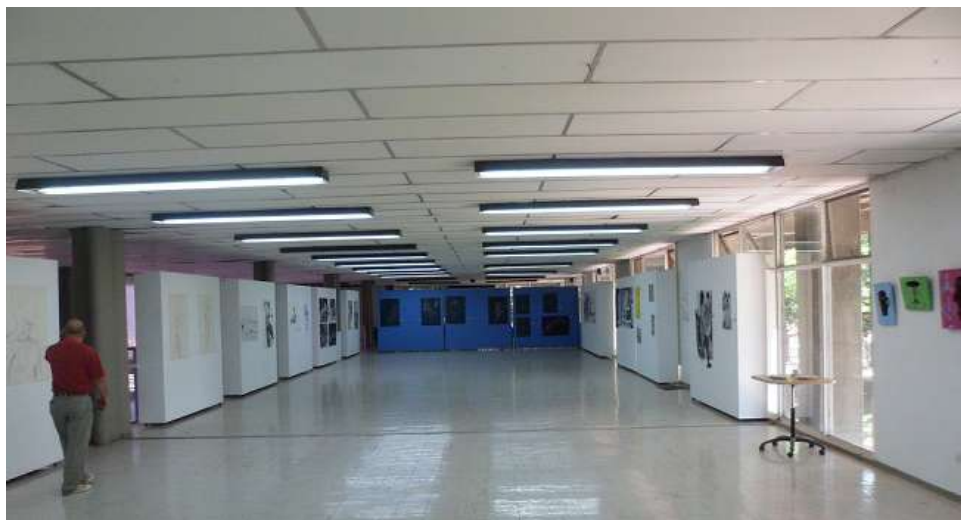


Fotografía 10. Celosía al costado occidental de la Biblioteca



El polvo y el deterioro han opacado la transparencia de la luz natural que puede aportar al interior de la edificación.

La Sala José Celestino Mutis, es una sala de exposiciones que alberga gran cantidad de exposiciones en el año, este espacio es modificable gracias a paneles sobre los cuales se presentan las obras, sin embargo dispone de un numero ventanales sobre el costado norte que ambientan la iluminación de este local, este tipo de espacios presentan áreas despejadas y abiertas que actualmente se iluminan artificialmente, aunque en exposición todo el tiempo está iluminado artificialmente con o sin presencia de personas, en momentos donde no existen exposiciones se encontró de igual forma desaprovechada la iluminación artificial en este espacio.



Fotografía 11 Espacio de la Sala José Celestino Mutis



Fotografía 12. Iluminación sin presencia de exposiciones personas en la Sala Jose Celestino Mutis.

Entre otros espacios del primer piso, se encuentran la Dirección de la Biblioteca, la Videoteca y Sonoteca, que se encuentra solo iluminada a la mitad del espacio debido al grado de oscuridad que se necesita para realizar tareas de video. Entre otros espacios se encuentran, la colección de Referencia que no se encuentra climatizada y posee solo disposición de iluminación natural por un ventanal, la Maqueteca que presenta unas cualidades particulares: es poca la presencia o visita de personas en este espacio, se encuentra todo el tiempo iluminada artificialmente y los ventanales poseen una película de protección para proteger las obras que allí se contienen, pero que en efecto en primera instancia no existe una concordancia con el gasto lumínico y la actividad que se realiza en el espacio en el orden de la constancia de los usuarios.

Segundo Piso

Se encuentran las dos salas de lecturas más importantes de la biblioteca, en disposición Norte y Sur, al igual que se encuentran protegidas e iluminadas por el desarrollo arquitectónico que simboliza este edificio dispuesto en balcones cerrados con ventanales laterales; estos espacios se encuentran climatizados e iluminados artificialmente, aunque la disposición de luz natural recabe sobre gran parte de sus zonas, son espacios que tienen alta presencia de usuarios alrededor de todo el día.



Fotografía 13. Sala A de la Biblioteca en el segundo piso



Fotografía 14. Sala B de la Biblioteca en el segundo piso.

Junto a estas dos salas se encuentra, la Mediateca donde se realizan actividades en computadores, se encuentra climatizada y protegida de la incidencia solar durante todo el tiempo, debido a la presencia de los equipos que se manipulan. Finalmente la Hemeroteca y las salas de lectura de la Hemeroteca sobre el costado oriental del edificio presentan espacios de gran apertura y presencia de usuarios, la disposición arquitectónica ayuda a la entrada de luz solar en gran parte del día y las actividades que se realizan en estos espacios están en el orden de los 500 luxes tomando en cuenta sus dimensiones y la calidad de la iluminación que se necesita. En efecto, es oportuno resaltar también que en las luminarias de este edificio existe un detrimento en el mantenimiento de las mismas, aumentando la insuficiencia en el grado óptimo de la iluminación de las bombillas.



Fotografía 15. Hemeroteca Salas de Lectura

Tercer Piso

Es la zona de menores dimensiones en la biblioteca, se encuentran espacios protegidos y aclimatados artificialmente debido al material dispuesto y al tipo de consultas que se realizan en estas aulas. Su disposición de luz natural se encuentra protegida por ventanales que presentan películas anti solares debido a la protección del material encontrado en estos espacios.



Fotografía 16. Mapoteca

Cuarto Piso

El último piso de la Biblioteca donde se encuentran las zonas de colecciones especiales, tiene la gran particularidad de no tener ninguna climatización artificial y sus ventanales poseen aleros verticales que son la única protección que posee a la radiación solar. Las salas de lectura son espacios altamente iluminados naturalmente y los cubículos de investigación también presentan una buena disposición de iluminación natural alrededor del día. Estas salas de lectura poseen zona de Wi-fi y la consulta de los usuarios es alta debido a este beneficio, a pesar de estar en el último piso de la biblioteca se encuentra un confort térmico y lumínico, que sin embargo se afecta un poco en la acústico debido al ruido del sistema de aire acondicionado de los pisos inferiores.



Fotografía 16. Zonas de lectura Cuarto piso.

7.2 Estudio de Iluminación Biblioteca Mario Carvajal – Universidad del Valle Sede Meléndez

La siguiente observación, recoge datos físicos y lumínicos de diferentes espacios del edificio de la Biblioteca Mario Carvajal con el fin de identificar aspectos precisos en las maneras como se iluminan estos espacios. La medición del rango de luxes de cada espacio, se realizó sin la disposición de iluminación artificial en horas del día, comprendiendo solo luz natural con el objetivo de conocer la dispo-

sición de este recurso en las zonas determinadas.

El coeficiente de luz diurna, generado mediante estas mediciones resulta del análisis realizado en exteriores y sobre el promedio de las mediciones en el interior de cada espacio, respondiendo a la fórmula $CLD \% : E_{int} / E_{ext} \times 100$, propuesta en el RETILAP para cálculos de iluminación natural. De acuerdo al manual propuesto para el desarrollo de sistemas de iluminación en Colombia (RETILAP), el protocolo de estudio de iluminación solo comprende en detalle la observación con iluminación artificial y no posee con rigurosidad análisis para iluminación natural.

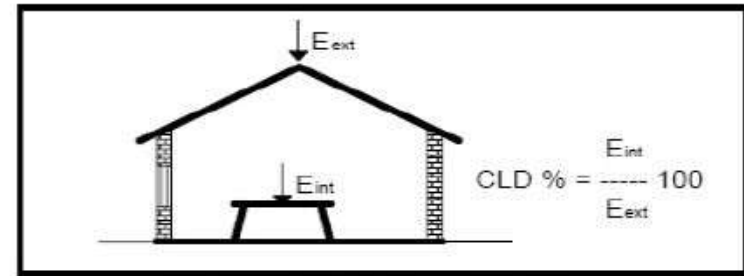


Imagen 42. Coeficiente de Luz Diurna. Fuente: RETILAP.

En este caso de estudio la prioridad es conocer el comportamiento de la iluminación natural en diferentes espacios al interior de la biblioteca, por lo tanto se toma en consideración para este estudio diferentes aspectos de sistemas de observación de iluminación artificial y se extraen los elementos más representativos que puedan generar datos que arrojen evidencias de acuerdo a las necesidades requeridas. Las siguientes tablas se dividen en diferentes tipos de requerimientos de acuerdo a la observación del espacio.

1. Condiciones Generales.
2. Descripción física y disposición de las luminarias en el lugar.
3. Descripción de iluminación artificial.
4. Descripción iluminación natural.

7.2.1 Sala José Celestino Mutis

1. Condiciones Generales

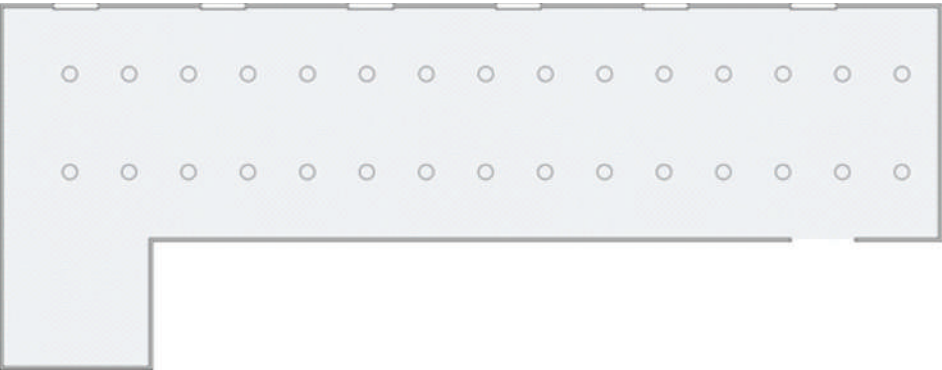
Lugar	Sala José Celestino Mutis – Primer piso		
Hora	10:00 a.m.	Fecha	03-jun-12

Dimensiones	
Ancho	14 mts
Largo	36.50 mts
Altura	2.80 mts

Horas de Funcionamiento	15 hrs aprox
-------------------------	--------------

2. Descripción Física y disposición de las luminarias en el lugar

Plano del Área



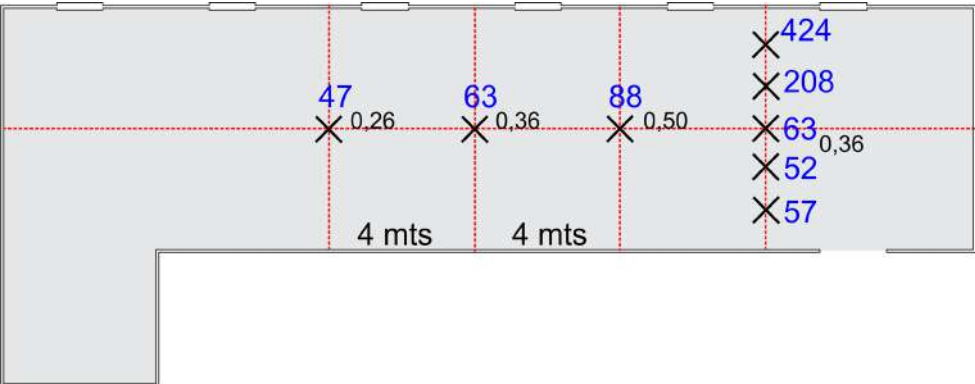
Descripción	Color	Textura	Limpia	Media	Sucia
Paredes	Blanco	mate	x		
Techo	Blanco	mate		x	
Piso	Blanco	semibrillante	x		
Superficies de trabajo	Blanco	mate	x		

3. Descripción Iluminación Artificial

No de Luminarias	30
No de bombillas	60
Bombillas por luminaria	2
No de Filas	2
Tipo de Bombillas	Sylvania tubo fluorescente 75 W
Potencia de Bombillas	4500 W
Distancia entre bombillas a lo largo	2.25 mts
Distancia entre bombillas a lo ancho	3, 75 mts
altura al puesto de trabajo	0.75 mts
Horas de funcionamiento	15 hrs aprox
Estado de las luminarias	Bueno
Tipo de control	Manual - Suiches
Apariencia de las luminarias	Sucio

4. Descripción Iluminación Natural

Mapa de Medidas



Registro de medidas			
Iluminación Exterior	17370 lx aprox		
Iluminación Interior (Promedio)	65.25 lx		
Coefficiente de Luz Diurna (CLD)	0.37		
Promedio de Luxes requerido	500 lx		
Tipo de Instalación Iluminación Natural	Techo	Paredes	Ambas
		x	

7.2.2 Sala A de Lectura

1.Condiciones Generales

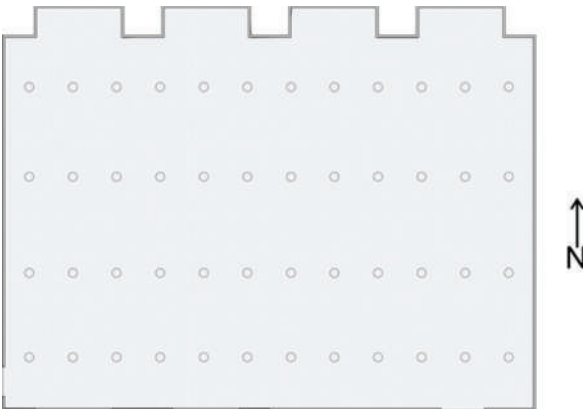
Lugar	Sala A – Segundo Piso		
Hora	10:00 a.m.	Fecha	03-jun-12

Dimensiones	
Ancho	20 mts
Largo	28,75 mts
Altura	2.80 mts

Horas de Funcionamiento	15 Hrs
-------------------------	--------

2. Descripción Física y disposición de las luminarias en el lugar

Plano del Área



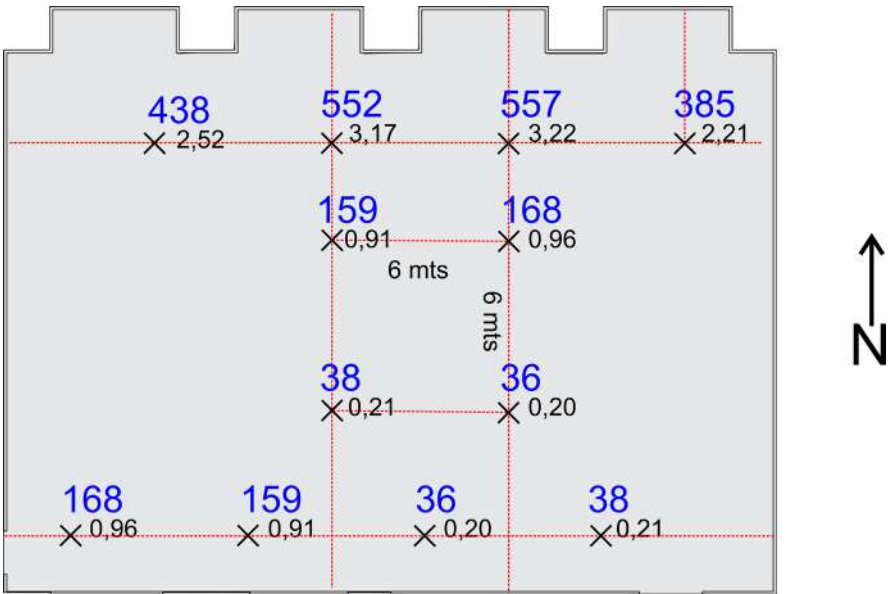
Descripción	Color	Textura	Limpia	Media	Sucia
Paredes	Amarillo claro	mate	x		
Techo	Blanco	mate		x	
Piso	Blanco	semibrillante	x		
Superficies de trabajo	Gris	semibrillante	x		

3. Descripción Iluminación Artificial

No de Luminarias	48
No de bombillas	96
Bombillas por luminaria	2
No de Filas	4
Tipo de Bombillas	Sylvania tubo fluorescente 75 W
Potencia de Bombillas	7200 W
Distancia entre bombillas a lo largo	2,75 mts
Distancia entre bombillas a lo ancho	4,75 mts
altura al puesto de trabajo	0,75 mts
Horas de funcionamiento	15 hrs aprox
Estado de las luminarias	Bueno
Tipo de control	Manual - Suiches
Aspecto de luminarias	Sucio

4. Descripción Iluminación Natural

Mapa de Medidas



Registro de medidas			
Iluminación Exterior	17370 lx aprox		
Iluminación Interior (Promedio)	222,3 lx		
Coeficiente de Luz Diurna (CLD)	1.27		
Promedio de Luxes requerido	500		
Tipo de Instalación Iluminación Natural	Techo	Paredes	Ambas
		x	

Descripción	Color	Textura	Limpia	Media	Sucia
Paredes	Amarillo claro	mate	x		
Techo	Blanco	mate		x	
Piso	Blanco	semibrillante	x		
Superficies de trabajo	Gris	semibrillante	x		

7.2.3 Sala B de Lectura

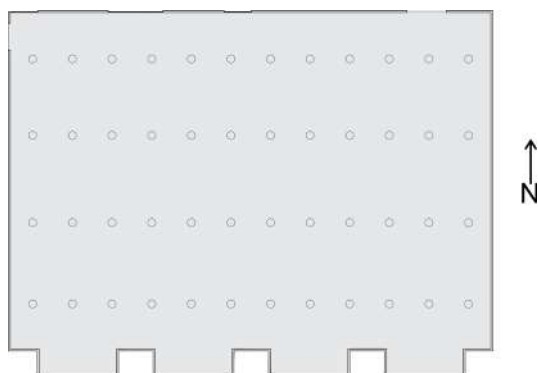
1. Condiciones Generales

Lugar	Sala B – Segundo Piso		
Hora	10:00 a.m.	Fecha	03-iun-12

Dimensiones	
Ancho	20 mts
Largo	28.75 mts
Altura	2.80 mts

Horas de Funcionamiento	15 Hrs
-------------------------	--------

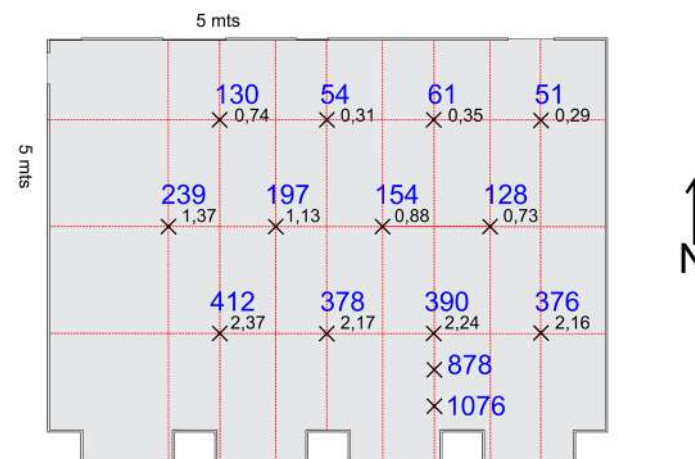
2. Descripción Física y disposición de las luminarias en el lugar Plano del Área



3. Descripción Iluminación Artificial

No de Luminarias	48
No de bombillas	192
Bombillas por luminaria	4
No de Filas	4
Tipo de Bombillas	Phillips tubo fluorescente 32W
Potencia de Bombillas	6144 W
Distancia entre bombillas a lo largo	2.75 mts
Distancia entre bombillas a lo ancho	4.75 mts
altura al puesto de trabajo	0.75 mts
Horas de funcionamiento	15 hrs aprox
Estado de las luminarias	Bueno
Tipo de control	Manual - Suiches
Apariencia de las luminarias	Sucio

4. Descripción Iluminación Natural - Mapa de Medidas



Registro de medidas			
Iluminación Exterior	17370 lx aprox		
Iluminación Interior (Promedio)	214 lx		
Coefficiente de Luz Diurna (CLD)	1.23		
Promedio de Luxes requerido	500		
Tipo de Instalación Iluminación Natural	Techo	Paredes	Ambas
		x	

7.2.4 Hemeroteca Sala de Lectura

1. Condiciones Generales

Lugar	Hemeroteca salas de lectura— Segundo Piso		
Hora	10:00 a.m.	Fecha	03-jun-12

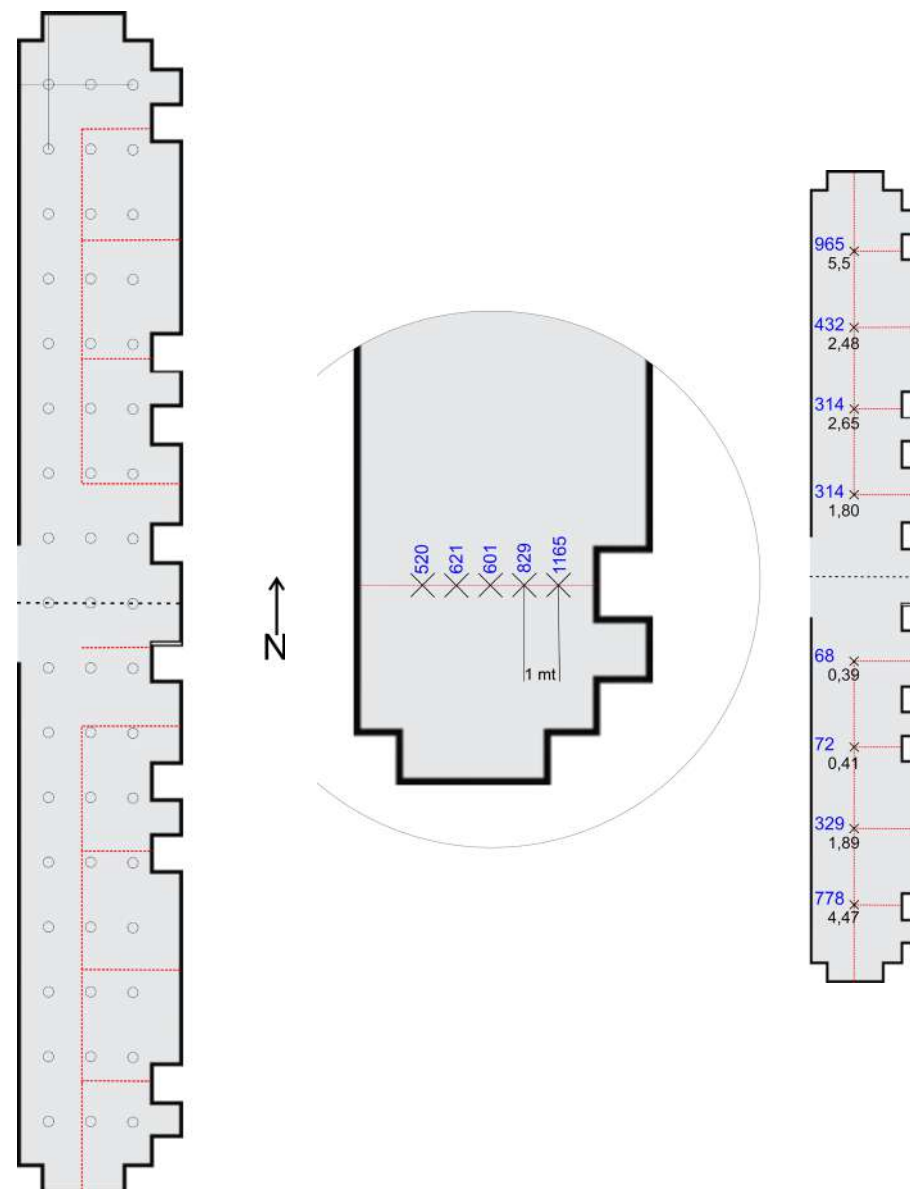
Dimensiones	
Ancho	8.50 mts
Largo	63.25 mts
Altura	2.80 mts

Horas de Funcionamiento	15 Hrs
-------------------------	--------

2. Descripción Física y disposición de las luminarias en el lugar

Descripción	Color	Textura	Limpia	Media	Sucia
Paredes	Amarillo claro	mate	x		
Techo	Blanco	mate		x	
Piso	Blanco	semibrillante	x		
Superficies de trabajo	Gris	semibrillante		x	

- Descripción Física y disposición de las luminarias en el lugar - Plano del Área
 - Descripción Iluminación Natural
- Mapa de Medidas



3. Descripción Iluminación Artificial

No de Luminarias	42
No de bombillas	84
Bombillas por luminaria	2
No de Filas	3
Tipo de Bombillas	Sylvania tubo fluorescente 75 W
Potencia de Bombillas	6300 W
Distancia entre bombillas a lo largo	3,50 mts
Distancia entre bombillas a lo ancho	2,25 mts
altura al puesto de trabajo	0,75 mts
Horas de funcionamiento	15 hrs aprox
Estado de las luminarias	Bueno
Tipo de control	Manual - Suiches
Aspecto de las luminarias	Sucio

4. Descripción Iluminación Natural - Mapa de Medidas

Registro de medidas			
Iluminación Exterior	17370 lx aprox		
Iluminación Interior (Promedio)	214 lx		
Coefficiente de Luz Diurna (CLD)	1.23		
Promedio de Luxes requerido	500		
Tipo de Instalación Iluminación Natural	Techo	Paredes	Ambas
		x	

7.2.5 Cuarto Piso Salas de Lectura

1. Condiciones Generales

Lugar	Salas de Lectura (Costado SUR) – Cuarto Piso	Fecha	03-jun-12
Hora	10:00 a.m.		

Dimensiones	
Ancho	6.50 mts
Largo	31 mts
Altura	2.80 mts

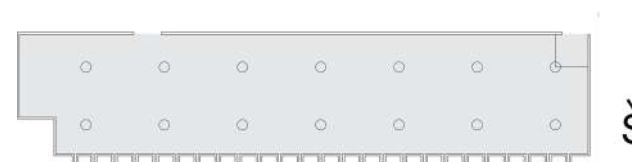
Horas de Funcionamiento	15 Hrs
-------------------------	--------

Lugar	Salas de Lectura (Costado NORTE) – Cuarto Piso	Fecha	03-jun-12
Hora	10:00 a.m.		

Dimensiones	
Ancho	6.50 mts
Largo	31 mts
Altura	2.80 mts

Horas de Funcionamiento	15 Hrs
-------------------------	--------

2. Descripción Física y disposición de las luminarias en el lugar - Plano del Área



Descripción	Color	Textura	Limpia	Media	Sucia
Paredes	Amarillo claro	mate	x		
Techo	Blanco	mate		x	
Piso	Blanco	semibrillante	x		
Superficies de trabajo	Formica madera	semibrillante		x	

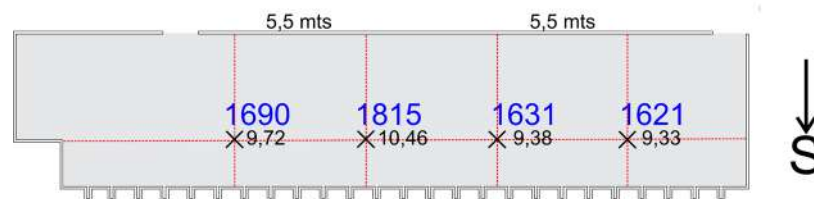
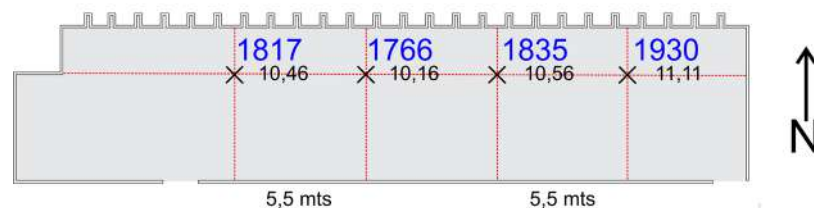
Descripción	Color	Textura	Limpia	Media	Sucia
Paredes	Amarillo claro	mate	x		
Techo	Blanco	mate		x	
Piso	Blanco	semibrillante	x		
Superficies de trabajo	Formica madera	semibrillante		x	

3. Descripción Iluminación Artificial

No de Luminarias	14
No de bombillas	56
Bombillas por luminaria	4
No de Filas	2
Tipo de Bombillas	Phillips tubo fluorescente 32W
Potencia de Bombillas	1792 W
Distancia entre bombillas a lo largo	4.25 mts
Distancia entre bombillas a lo ancho	3.12 mts
altura al puesto de trabajo	0.75 mts
Horas de funcionamiento	15 hrs aprox
Estado de las luminarias	Bueno
Tipo de control	Manual - Suiches
Aspecto de las luminarias	Sucio

No de Luminarias	14
No de bombillas	56
Bombillas por luminaria	4
No de Filas	2
Tipo de Bombillas	Phillips tubo fluorescente 32W
Potencia de Bombillas	1792 W
Distancia entre bombillas a lo largo	4.25 mts
Distancia entre bombillas a lo ancho	3.12 mts
altura al puesto de trabajo	0.75 mts
Horas de funcionamiento	15 hrs aprox
Estado de las luminarias	Bueno
Tipo de control	Manual - Suiches
Aspecto de las luminarias	Sucio

4. Descripción Iluminación Natural - Mapa de Medidas



Registro de medidas		
Iluminación Exterior	17370 lx aprox	
Iluminación Interior (Promedio)	1690 lx	
Coefficiente de Luz Diurna (CLD)	9,72	
Promedio de Luxes requerido	500	
Tipo de Instalación Iluminación Natural	Techo	Paredes
		x
		Ambas

Registro de medidas		
Iluminación Exterior	17370 lx aprox	
Iluminación Interior (Promedio)	1837 lx	
Coefficiente de Luz Diurna (CLD)	10,57	
Promedio de Luxes requerido	500	
Tipo de Instalación Iluminación Natural	Techo	Paredes
		x
		Ambas

7.3 Conclusiones

De esta observación, los espacios analizados corresponden a aquellos que poseen un mayor tránsito de personas, las áreas tienen mayores dimensiones y el consumo eléctrico en cuanto a iluminación es más significativo que en otros espacios, de igual forma es importante la consideración de una buena disposición de luz natural concedida de acuerdo a la arquitectura ya construida. De acuerdo a este estudio se pueden concluir diferentes aspectos:

En cuanto a las Disposición General

- De acuerdo a los horarios establecidos y la información entregada por el personal de vigilancia, los horarios de funcionamiento en cuanto a la iluminación son de 15 horas aproximadamente. Los cuales representan las jornadas más extensas dentro la universidad.
- Los espacios con mayores dimensiones son salas A y B de lectura, sin embargo los otros espacios también son zonas abiertas que poseen similares características en las actividades que se realizan.
- De cada área es primordial comprender que disposición geográfica que tiene con respecto al punto cardinal en su fachada (norte, oriente, sur, occidente) estableciendo las diferencias con respecto a la elevación solar.

En cuanto a la descripción Física y disposición de las luminarias en el lugar

- Se presencia un importante deterioro en algunas zonas como techos o paredes, este grado de suciedad puede generar espacios menos iluminados.
- La presencia de los ventanales alrededor de las fachadas aportan un alto grado de luz natural que puede ser optimizado su uso en horas del día. Sin embargo también se encuentra suciedad en sus vidrios, este tipo de deficiencias disminuyen la efectividad bioclimática del entorno.
- Aunque algunas zonas están climatizadas, los ventanales abiertos en la parte superior aportan un confort bioclimático dentro de los espacios, cabe comprender que la Universidad del Valle y su poblada vegetación genera un confort térmico en el interior de los edificios.

En cuanto a la Descripción Iluminación Artificial

- La iluminación de todos los espacios está determinada por tubos fluorescentes T8 de 32 W y 75 W. cabe resaltar que también se encuentran tubos en desuso, en mal funcionamiento y algunos están en periodo de reemplazo. El titileo de algunos tubos por su deterioro afecta el rendimiento en tareas de lectura por ejemplo, al generar incomodidad visual debido a este aspecto.

- Las zonas de mayor grado de gasto energético en cuanto a la iluminación son las salas A, B y las zonas de lectura de la Hemeroteca, debido al uso de tubos de 75 W que generan un alto consumo, aunque en la sala B se utilizan de 32 W en cada luminaria existe la presencia de 4 tubos. Estos consumos se vuelven considerables debido al consumo mensual y a la falta de mantenimiento de estos sistemas. Por último cabe resaltar que de acuerdo a la información entregada por los funcionarios de la biblioteca no existe un conocimiento en el gasto energético del edificio, es decir no se encuentra una facturación o medición de cuanto se consume en este recurso.
- Las luminarias o cascarones que protegen y reflejan la luz de los tubos fluorescentes al estar faltos de mantenimiento ponen en detrimento el uso óptimo en el grado de lumens que aporta cada luminaria en un espacio determinado.
- Los controles de la iluminación al ser manuales dependen de la manipulación del personal de vigilancia, por lo tanto no se puede generar una concordancia o una sistematización en el uso de los espacios, la presencia de personas y su iluminación.

En cuanto a la Descripción Iluminación Natural

- Las pruebas de medición de luz natural se realizaron mediante el Luxómetro y se tomaron en lugares determinados específicamente sobre los puestos de trabajo (mesas y cubículos) de cada una de las zonas.
- La medición de luxes arroja la cantidad de lumens por metro cuadrado, esta medición se realizó cerca de los ventanales haciendo una separación cada metro (1 mt) y así conocer de qué manera se comporta la entrada de luz en el interior.
- Las zonas con mayor presencia de luz natural se encontraron en el cuarto piso, de este espacio es preciso resaltar la presencia de ventanales sobre toda la fachada, sin embargo existe la presencia de luz artificial, en conjunto el alto grado de iluminación podría llegar en un caso determinado causar deslumbramiento. En este espacio se exceden los grados de iluminación requeridos.
- El espacio con menor iluminación natural se encuentra en la sala José Celestino Mutis. Aunque presenta una buena disposición de luz por ventanales, se impide la entrada en su totalidad debido a la disposición arquitectónica del espacio, sin embargo ante esta particularidad se ofrece un porcentaje menor la entrada de luz natural que podría ser optimizada en este espacio.
- El coeficiente de luz diurna responde a porcentajes que describen los niveles de luz en el exterior e interior y de qué manera se puede aprovechar la luz natural de acuerdo a este tipo de clasificación por lo tanto se puede describir cómo se puede optimizar estos niveles. En la observación realizada se establece un promedio en cuanto a cada nivel de luz registrado de cada espacio.

Cuarto piso Zona Sur

Coeficientes de Luz Diurna

Clasificación de la tarea según su dificultad	CLD promedio %	Ejemplos típicos de aplicación
Reducida	1	Circulación, depósitos de materiales toscos, etc.
Mediana	2	Inspección general, trabajo común de oficina.
Alta	5	Trabajos de costura, dibujo, etc.
Muy alta	10	Montaje e inspección de mecanismos delicados.

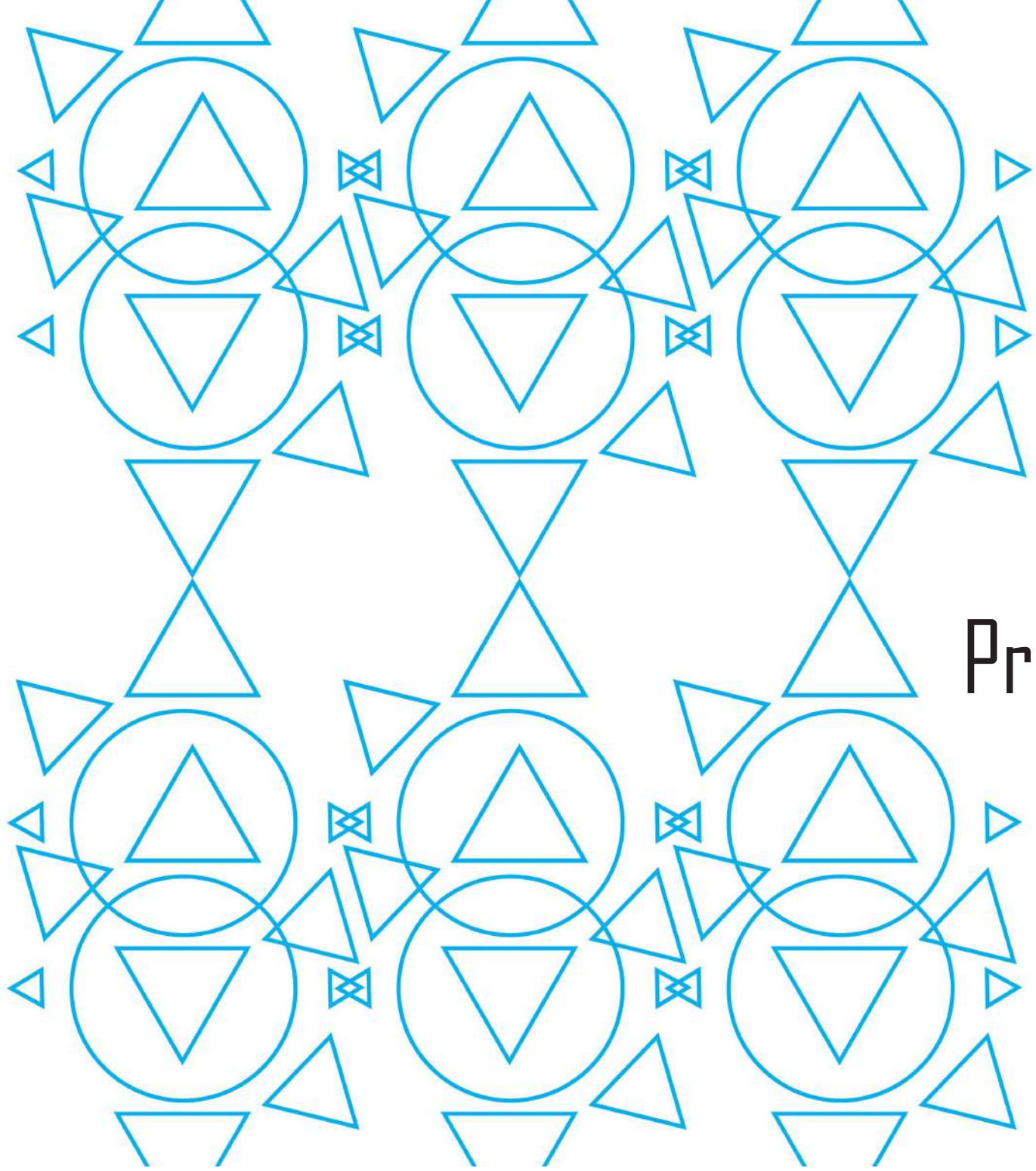
$$9,72 + 10,46 + 9,38 + 9,33 = 38,89 \text{ PROM} = 9,72$$

Con respecto a la tabla de Valores del coeficiente de luz diurna promedio según la dificultad de la tarea:

Tabla 11. Se establecen los valores medio del CLD para la realización de tareas en función de su dificultad visual en locales de trabajo. Valores que deberían ser aplicados por los diseñadores tanto de iluminación como de los responsables del dimensionamiento y construcción de ventanas claraboyas y similares. Fuente: RETILAP

De acuerdo a esta clasificación se podría interpretar que este espacio y su configuración de acuerdo a la tabla estaría en un nivel cercano al 10, por lo tanto el grado de iluminación es alto como para realizar tareas minuciosas y complejas.

- La luz natural es cambiante y transformadora, por lo tanto los niveles de luz se modifican constantemente por lo tanto no es adecuado comprender la luz natural como un sistema de iluminación rígido, sin embargo las oportunidades que ofrece para adecuar un espacio determinado ofrece ventajas que otro sistema artificial no ofrece. La visión humana está diseñada para observar los objetos con la luz natural y el desarrollo de las actividades se realizan de manera más óptima cuando están iluminadas por lo que la naturaleza nos ofrece.



8

Propuesta de Diseño

8.1 DESCRIPCION DE LA PROPUESTA

La iluminación representa el 14% de todo el consumo eléctrico en Europa y el 19% de toda la electricidad en el mundo (IEA - International Energy Agency). De acuerdo al estudio de iluminación y las observaciones realizadas para diferentes espacios de la Biblioteca Mario Carvajal, se encuentra la necesidad de optimizar en ciertos aspectos y funciones el recurso energético dirigido hacia la iluminación en este edificio. En efecto de estas circunstancias y con el fin de desarrollar una propuesta enmarcada en criterios sostenibles con el objetivo de responder a las inquietudes y direccionamientos de la universidad, se hace inminente construir una solución que encierre todos estas necesidades y cumpla con el debido desarrollo en la ejecución de un diseño que funcione tomando en cuenta las determinantes y los requerimientos del proyecto.

Ante las circunstancias dadas en dichos elementos la propuesta de diseño para tal problemática en la iluminación de la Biblioteca, se construye realizando una valoración en diferentes ideas, por lo tanto se procede a evaluar múltiples alternativas tomando en cuenta diferentes aspectos para generar una ponderación cualitativa arrojando diferentes conclusiones.

De acuerdo a las valoraciones surge la siguiente tabla (12).

Este tipo de valoraciones surgen como diferentes alternativas que pueden integrarse como solución para proporcionar luz eficiente a los espacios de la biblioteca. Sin embargo ante estas ideas se toman en cuenta diferentes consideraciones que pueden arrojar un sistema de mejor aprovechamiento del recurso energético de la universidad. Por consiguiente y entorno a las directrices del proyecto, uno de

los aspectos primordiales es promover y llevar como parte fundamental el criterio sostenible y generar propuestas que se acomoden a las necesidades del campus universitario. Además de tomar en cuenta aspectos fundamentales como el económico, las disposiciones arquitectónicas y las funciones del espacio.

Entre las razones fundamentales de decisiones o consideraciones importantes para tomar la determinación de que idea puede aportar un mejor aprovechamiento de iluminación sostenible se pueden nombrar las siguientes:

- Disposición Arquitectónica del edificio; se debe contemplar sus estructuras, el respeto por la estética del edificio, la ubicación de los espacios que requieren iluminación. En este caso particular se considera que de acuerdo al estudio de iluminación los espacios se encuentran en mayoría del segundo piso hacia arriba.
- Aspectos económicos; de acuerdo a los lineamientos de la sostenibilidad y las exigencias de la universidad, se debe proponer respuestas de costos considerables que cumplan con requisitos de este orden y puedan fijarse en diferentes espacios.

- Funciones del espacio; de acuerdo a las actividades que se realizan en cada espacio de la biblioteca, se toma en consideración el grado de iluminación con respecto a las tareas. Es decir el grado de luxes requeridos para efectuar las determinadas actividades eficientemente. De igual forma se toma como preponderante los horarios de uso del edificio, la relación de personas y uso del espacio al igual que la cantidad de horas de uso eficiente de los espacios de la biblioteca.
- Criterios sostenible; como eje fundamental, el origen de propuesta debe recabar en este aspecto enmarcado en lineamientos que se acomoden a los requerimientos a diseño sostenibles. Estas son algunas consideraciones que hacen importancia al momento de descubrir la propuesta en orden de sus exigencias. Aunque en este caso también se han considerado los determinantes como fuente para la elección.

	Iluminación LED	Estantes de Luz - Bandejas reflectoras	Celulas Fotovoltaicas	Ductos de Luz
Características	Fuente luminosa creada a partir de compuestos organicos.Los leds pueden durar hasta 11 años funcionando.	Son aleros horizontales colocados sobre las aberturas del edificio para reflejar al interior la luz natural	Transformacion de la energia luminica del sol en energia electrica	Ductos cilindricos que transportan la luz natural a traves de las paredes metalizadas lograndolas llevar al interior de un edificio
Utilización	La iluminacion LED esta reemplazando la iluminacion por tubos fluorescentes, se puede realizar iluminacion dirigida y combinar con diferentes colores de iluminacion.	Se utilizan como elementos que ayudan a proporcionar luz natural, tomando en cuenta la luz cenital, se colocan al exterior de las ventanas llegando hasta el interior jugando con la superficies del techo para reflejar la luz natural dentro del local.	Este sistema proporciona energia electrica a cualquier edificio, inclusive en dias nublados. Este tipo de celulas ayudan a disminuir el consumo de energia y no producen CO2.	Los ductos se utilizan en edificaciones donde la luz natural es poca o el local no posee aberturas y se puede llevar luz natural sin utilizar la energia electrica
Ventajas	Presenta una larga vida util en cuanto a otro tipo de bombillas, ademas que consumen un poco menos de energia electrica y se puede dirigir la luz mas facilmente	Proporcionan luz natural con elementos basicos de la arquitectura del edificio, no requieren gran costo. Toman en cuenta el angulo de elevacion solar de dicha posicion geografica.	No producen elementos toxicos, su duracion es hasta de 30 años y su instalacion no es complicada.	Utilizan elementos basicos y de bajo costo, proporcionan luz a traves de distancias de mas de 5 mts. Se pueden dirigir a diferentes partes del interior del edificio debido a que los ductos se pueden inclinar a angulos hasta de 90 grados.
Desventajas	Aunque presentan larga vida util, la fuente de uso sigue siendo la energia electrica. Se tiene estimado que en consumo la diferencia no es radical en contraste con los tubos fluorescentes. Tienen un costo un poco mas elevado que la iluminacion fluorescente.	Son elementos que por lo general se instalan antes de la construccion, requieren un mantenimiento constante para evitar su desuso. El grado de iluminacion no es tan efectivo; y proporciona luz en relacion de la abertura y el tamaño de la bandeja	Su elevado costo es un gran inconveniente tomando en cuenta las dimensiones de las edificaciones y sus consumos.Su mantenimiento es preponderante para su eficiente utilizacion	aunque su utilizacion es bastante eficiente, solo ofrecen iluminacion en horas del dia.

Tabla 12. Valoración de ideas para proporcionar luz al interior del edificio Biblioteca Mario Carvajal. Descripciones de posible alternativas, valoradas de diferente manera.

ILUMINACION NATURAL Y SOSTENIBLE PARA LA BIBLIOTECA MARIO CARVAJAL

Como respuesta a la necesidad de iluminación eficiente y sostenible en el campus universitario de la Universidad del Valle, específicamente para la Biblioteca Mario Carvajal, arquitectura insigne de la Institución; la propuesta que se desarrolla en virtud de construir sistemas de iluminaciones sostenibles, limpios y perdurables se basan en aprovechar la luz natural en todas sus magnitudes con el fin de optimizar sus propiedades en el uso eficiente hacia la iluminación interior. Ilux se convierte en un sistema de iluminación natural que aprovecha los beneficios de la luz cenital, optimizando la radiación solar y capturando los rayos solares convirtiéndolos en iluminación para la Biblioteca. Ilux se basa en componentes esenciales y básicos que pueden instalarse en determinadas zonas generando un ahorro energético y espacios con mejor, mayor y confortable iluminación.



Iluminación Natural



Ahorro Energético



Cero contaminación ambiental

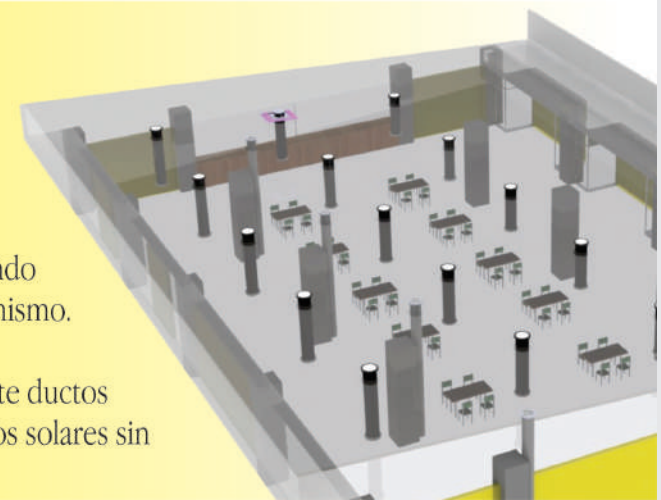


Aprovechamiento de la luz solar como fuente de iluminación para el interior del edificio.



Características

- + Sistema de ahorro energético mediante el reemplazo de luz artificial por luz natural.
- + Instalación en el tejado del edificio, dirigiendo los ductos de luz natural hacia el interior del mismo.
- + Aprovechamiento de la luz natural, mediante ductos metalizados internamente que reflejan los rayos solares sin crear calor al interior.



Entrada de Rayos Solares

Instalación sobre el tejado

Lamina de acrílico con protección UV

+ Ducto de aluminio de 14" y 16".

+ Interiormente cubierto con película adhesiva de polipropileno Biorientado coextruido metalizado.

+ Los rayos solares se reflejan al interior proyectando la luz hacia el interior.



« Elemento difusor en acrílico translucido con protección UV.

« Difusión de la luz al interior.

« Luz natural, agradable y constante.

Cuarto Piso

Tercer Piso

Segundo Piso

Primer Piso

Sotanos

Salas de Lectura costado Norte Y Sur

Estanterías de Colección General

Salas A y B de lectura

Salas de Lectura Hemeroteca

Salas José Celestino Mutis

**ZONAS DE INSTALACION
DE ILUX EN LA
BIBLIOTECA MARIO
CARVAJAL**

Fuente de las imágenes de la Biblioteca: http://biblioteca.univalle.edu.co/info_general/bsf.html

8.1.1 CRITERIOS DE ELECCION

Razones Arquitectónicas

- Una de las determinantes importantes se compone en analizar la arquitectura del edificio de la Biblioteca Mario Carvajal. Debido a esta circunstancia, se toma en cuenta la disposición en el espacio del campus, además de sus edificios alrededor y la distribución de los espacios a iluminar.
- La propuesta de incorporar ductos de luz natural en diferentes zonas del edificio, es posible debido que el tejado del segundo piso no esta compuesto por loza de concreto, en este caso esta construido sobre teja de Eternit, ayudando a manipular mas fácilmente el ingreso de la luz cenital sobre el interior del edificio. Este rasgo es importante tomando en cuenta los espacios de lectura A y B junto con las salas de lectura de la Hemeroteca.
- La distribución y disposición de las aberturas, ayudan a generar un sistema de iluminación natural, tomando en cuenta que debido a sus ventanales en muchos espacios se logran niveles iluminación óptimos.
- Esta propuesta respeta el orden estético del edificio sin transgredir su fachada.
- Para la incorporación de los ductos de luz natural se toma en cuenta el recorrido central que tiene el aire acondicionado del edificio. Los motores de este sistema se encuentran ubicados en zonas que no interponen la instalación de los ductos.
- El recorrido que realiza los ductos a través del techo del edificio no superan los 6 mts, tomando en consideración la efectividad del sistema.

Tabla climatológica de Medellín													[ocultar]
Temperatura (°C)													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Minima promedio	16,1	17,1	17,8	17,5	17,6	17,9	17,5	17,6	17,4	17,3	17,3	17,9	
Promedio	22,7	23,6	23,2	23,3	24,3	25,5	25,6	24,5	23,2	22,2	21,9	22,3	
Máxima promedio	29,1	28,6	28,5	28,9	30,1	32,5	31,6	30,5	28,0	28,2	28,3	27,6	
Precipitación, brillo solar y humedad relativa													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec	
Precipitación promedio (mm)	55	77	114	179	191	153	108	154	178	218	150	79	
Días lluvia	11	12	16	21	23	18	16	19	21	24	21	14	
Humedad relativa (%)	66	66	67	70	71	68	63	64	68	72	73	70	
Brillo Solar (horas/mes)	177	148	154	128	142	170	204	192	150	135	140	156	
Datos medidos en: Aeropuerto Olaya Herrera IDEAM ²⁵				Promedios anuales			Temperatura			Precipitación		Brillo Solar	
							Min	Med	Max	Total	Lluvia		
							°C	°C	°C	mm	Días		
							17,6	24,0	30,4	1656	215	68	158

Imagen 44. Tabla Climatológica de Medellín

Clima en Cali													[ocultar]
Temperatura (°C)													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec	
Minima promedio	18.7	18.9	19.1	19.1	19.0	18.8	18.2	18.3	18.6	18.7	18.7	18.7	
Promedio	23.9	24.0	24.1	23.8	23.7	23.8	24.0	24.1	23.9	23.3	23.2	23.5	
Máxima Promedio	30.0	30.1	30.0	29.4	29.1	29.3	30.1	30.5	29.9	28.9	28.7	29.2	
Precipitación, brillo solar y humedad relativa													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec	
Total (mm)	48	61	103	123	97	55	28	46	69	115	99	65	
Días lluvia	9	10	13	15	15	10	8	8	11	16	14	10	
Humedad relativa (%)	72	72	73	75	76	75	72	70	72	75	76	74	
Brillo Solar (horas/mes)	184	157	164	143	144	154	185	183	159	154	151	168	
Datos medidos en: Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón IDEAM ¹				Promedios anuales			Temperatura			Precipitación		Brillo Solar	
							Min	Med	Max	Total	Lluvia		
							°C	°C	°C	mm	Días		
							18.7	23.8	29.6	908	139	73	162

Imagen 43. Tabla climatológica de Santiago de Cali.

- De acuerdo a la construcción de la Biblioteca Mario Carvajal, los ductos ofrecen una respuesta que se integra a las nuevas exigencias de construcciones sostenibles en la actualidad.

Razones Climáticas

- El clima de Santiago de Cali es importante al tomar en cuenta esta propuesta, es imprescindible conocer las relaciones climatológicas y como tiene relación con el sistema de iluminación, de acuerdo a esto se puede presentar lo siguiente:

De las imágenes (43) y (44) se puede comparar los días soleados para cada ciudad, esta tabla refleja que para la ciudad de Cali, se encuentran más días soleados por mes, al igual el brillo solar de horas por mes, que porcentualmente en Santiago de Cali, se encuentra una generosa distribución en cuanto a este aspecto.

- De igual forma cabe considerar que para el uso eficiente de los ductos de luz natural, la luz difusa e indirecta posibilitan también el uso eficiente de este sistema.
- Al estar ubicados en una ciudad con alta presencia de iluminación solar se posibilitan aun más el uso de ductos de luz natural en dicho espacio.

Razones Psicológicas

- El efecto de iluminar con luz natural diferentes espacios brinda posibilidades de mayor efectividad laboral.
- Como ya se ha determinado, la luz natural genera un confort bioclimático que promueve la realización de tareas de manera más placentera.
- Considerando que la mayoría de los espacios se utilizan para actividades de lectura se pueden generar zonas que agraden más al usuario la realización de dichas tareas.
- Acompañado de la luz natural, la propuesta también se debe construir con base a una adecuación del espacio, haciendo lo más comfortable.

Razones Estructurales

- La construcción de los ductos de luz para los espacios de la Biblioteca Mario Carvajal, se integra de manera sistemática con la composición del edificio, respondiendo a su estructura física.
- La instalación se realiza de manera modular, la división de sus partes hace que se integren diferentes pasos para lograr la aplicación de Ilux en el edificio.
- Los materiales se encuentran en el mercado local, cada componente se puede construir, remplazar e instalar nuevamente en caso de que se llegase a necesitar.
- Este sistema de iluminación puede perdurar de manera indeterminada, debido a la eficiencia en su uso. Requiere un mantenimiento preventivo para perdurar el uso eficiente de los ductos.

- El costo de producción e instalación se ajusta los requerimientos establecidos, además de poderse replicar en otras zonas.
- El concepto utilizado de los ductos de luz natural se basan en aprovechar la luz natural reflejada sobre las paredes metalizadas y reflectantes del cilindro transmisor.
- El ahorro energético que se puede llegar a obtener es significativo, perdurable y consciente, comprendiendo las horas de uso del edificio. En este caso se puede aprovechar este sistema alrededor de 10 horas diarias de acuerdo a los horarios establecidos para la Biblioteca.
- El sistema se puede integrar sistemáticamente y eficientemente con tecnología de control de iluminación que se pueda alternar con el desarrollo de la iluminación natural.

8.2.2 ¿Como funciona?

Esencialmente este sistema está construido con elementos de fácil adquisición, en el momento de su uso los beneficios que se pueden conseguir convierten esta propuesta en una respuesta confiable de acuerdo a los criterios de arquitectura y diseño bioclimático propuestos en la actualidad. *Ilux* se concentra en optimizar la luz solar e indirecta del cielo, concentrándola en un solo espacio para distribuirla al interior. “Los lumiductos son un sistema de iluminación con una tecnología innovativa ya que ellos pueden conseguir la luz a través de largas distancias sin significativas pérdidas. El principio de funcionamiento de los lumiductos es coleccionar, direccionar y conducir la luz solar hacia los espacios interiores de un edificio.” (Fernandez & Evans, 2002).

El funcionamiento comprende el conocimiento de las relaciones climatológicas de la geografía de dicha zona, conociendo la capacidad de luz solar y sus ángulos de elevación solar alrededor del año. Este apartado es de suma importancia ya que dependiendo de estas incidencias climatológicas se puede aprovechar de determinada manera el recurso de la luz solar. De acuerdo a las observaciones realizadas en la Biblioteca Mario Carvajal, se puede observar el comportamiento de la iluminación solar con respecto a los ductos de la siguiente manera:

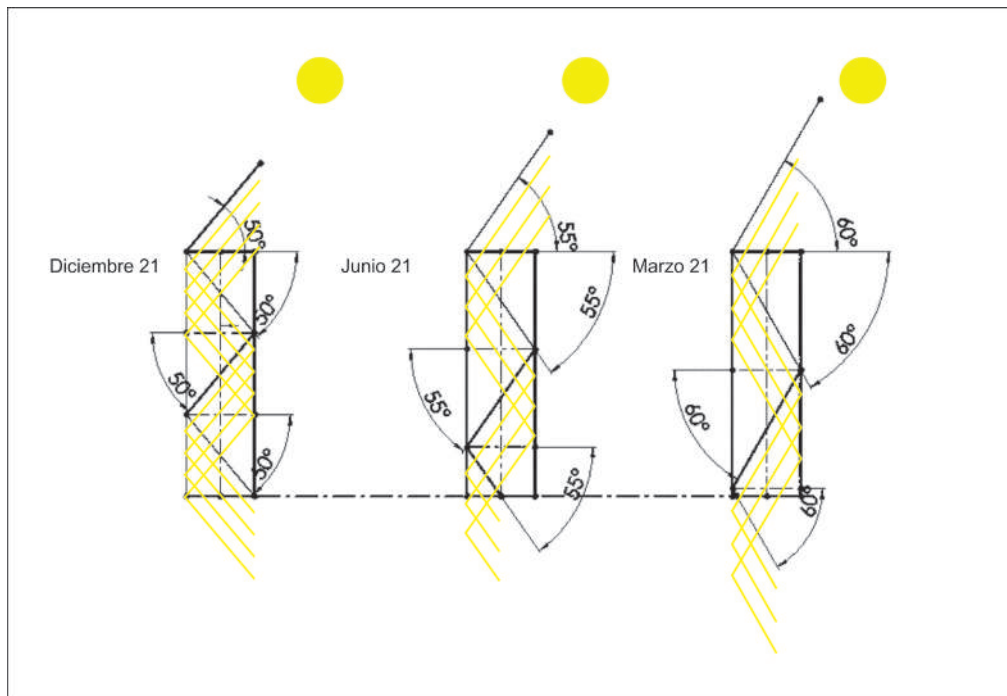


Imagen 45. Entrada y salida de los rayos solares alrededor del año sobre el ducto de luz natural de acuerdo al ángulo de elevación solar en la Biblioteca Mario Carvajal.

Esta imagen (45) refleja el comportamiento solar en diferentes épocas del año de acuerdo a la entrada en los ductos de luz natural, cabe resaltar de igual manera que el sistema funciona en días nublados ya que no solo se abastece de la luz directa, por lo tanto concentra de igual manera la luz indirecta y la atrae hacia el interior logrando los mismos beneficios. En este mismo orden de ideas se puede resaltar que para la ciudad de Santiago de Cali se presenta un clima favorable para el desarrollo de luz natural en interiores. Este sistema geográfico presenta características confiables y viables para el surtimiento de luz mediante *Ilux*.

Funcionalmente provee de horas de luz natural con ahorro energético y mucho mas confortables en gran parte del día, aprovechando un recurso que no tiene costos, que se encuentra siempre presente, al igual de comprender su existencia ilimitada. Junto con el desarrollo de esta idea surge sistemáticamente la regulación o control de iluminación de luz artificial. Este tipo de control de iluminación se conjuga de acuerdo a los horarios establecidos y la disponibilidad de luz-día presente. De esta forma cuando no se tenga la suficiente luz natural, los sistemas de control de iluminación encienden la luz artificial sin dejar los espacios sin la debida iluminación.

La efectividad de los ductos de luz natural la podemos comparar con otros existentes, las dimensiones

de los ductos son importantes para conocer que tipo de cilindros son mas necesarios. Aunque otros ductos utilizan elementos de diferentes materiales, el concepto de utilización es el mismo. La captura de luz solar en otras latitudes puede ser diferentes debido estaciones climatológicas o al relieve de determinada zona. De acuerdo a esto se tienen que presentar variaciones en el diseño para aprovechar mejor el uso de luz natural. Cabe recalcar nuevamente que para el tipo de geografía al cual esta expuesta la Universidad del Valle – Sede Meléndez, la luz solar no es tan variable al no presentarse cambios estacionales ni ángulos de elevación solar de cambio significativos.

Las siguientes imágenes reflejan sistemas similares y la comparación con *Ilux*, en algunos ductos se utilizan diferentes componentes y los requerimientos de acuerdo a la ciudad o país pueden variar significativamente.

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Diámetro del conducto reflectante (N)	300 mm
Hueco mínimo para paso de forjados, paredes, etc (Ø C ó cuadrado CxD)	Ø 0,32 m (ó 0,32 x 0,32 m)
Longitud máxima recomendada (L)	7 m
Flujo luminoso máximo (F _{max}) = 1 m / 12:00 h / solsticio de verano / 41° N	4250 Lumen
Iluminación máxima equivalente en "bombillas" de incandescencia	390 W
Flujo luminoso medio (F _{med}) = 2m / 12:00 h / equinoccios / 41° N	2720 Lumen
Iluminación media equivalente en "bombillas" de incandescencia	250 W
Superficie aproximada del espacio a iluminar	15 m ²

DSC-300

PRODUCCIÓN ESTÁNDAR
Recomendado en aplicaciones domésticas para iluminar baños, cocinas, sótanos, etc, y en general espacios de pequeñas dimensiones que no dispongan de ventanas.

Imagen 46. Características de ductos solares de la empresa Espacio Solar: España

Sistemas de Iluminación Natural SOLUX.			
Te presentamos los distintos modelos.			
Sistema	Intensidad	Equivalente	Ilumina un área de:
10" SOLUX 10"	3,750 Lumens	x 2 (focos de 100Watts)	150ft² - 10m²
13" SOLUX 13"	6,500 Lumens	x 4 (focos de 100Watts)	250ft² - 20m²
18" SOLUX 18"	11,000 Lumens	x 7 (focos de 100Watts)	450ft² - 35m²
21" SOLUX 21"	13,900 Lumens	x 9 (focos de 100Watts)	500ft² - 45m²
24" SOLUX 24"	16,500 Lumens	x 11 (focos de 100Watts)	600ft² - 55m²

Imagen 47. Características de los ductos de la empresa Solux. Mexico

Estas características arrojan los niveles de iluminación de acuerdo al diámetro de construcción del ducto solar. Cabe anotar que el sistema propuesto para la Biblioteca Mario Carvajal pretende reducir los costos de este tipo de soluciones que en el mercado pueden llegar hasta los \$600.000 pesos, de igual forma la creación de este proyecto se concibe con elementos del mercado local. Por ultimo se pretende reducir el número de elementos en comparación con otros sistemas sin reducir la eficiencia del mismo.

Sistema Ilux Características

Ilux de 14"



+ Cantidad de Lumens

De 6695 a 9100

+ Area de iluminación

Hasta 22 mts²

+ Equivalencia

De 6 hasta 8 Bombillas de 100 W

Imagen 48

Ilux de 16"



+ Cantidad de Lumens

De 7800 a 11000

+ Area de iluminación

Hasta 25 mts²

+ Equivalencia

Hasta 9 Bombillas de 100 W

Imagen 49.

8.2.3 DIAGRAMA DE LAS PIEZAS

Este tipo de ducto de luz natural se compone de una selección de piezas y materiales de fácil fabricación, se ajustan a los requerimientos climáticos y estructurales que requiere la instalación de Ilux.



1. Anillo superior

Aro superior en acrílico de alto impacto con protección UV, de alta resistencia a la intemperie y de menor costo que el policarbonato.



2. Superficie colectora

Superficie translúcida de acrílico con protección UV, recibe los rayos solares, e impide la entrada de polvo o lluvia dentro del ducto.



3. Soporte Superior

Soporte en acrílico donde se emplazan el anillo, la superficie colectora y se ajusta con el ducto superior.



4. Ducto superior

Ducto de conexión sobre el tejado, donde se soporta el anillo y las superficies que protegen la parte superior del cilindro principal.



5. Bandeja de Soporte

Superficie en aluminio que se une al ducto superior y a la teja con claraboya, mediante tornillos de 2".



6. Teja con claraboya con ganchos

Teja de Eternit con ganchos, para sujetar la bandeja soporte sobre la el ducto superior.



Imagen 50. Descripción de las piezas.

8.2.4 PROCESO DE INSTALACION

El sistema al instalarse sobre el tejado del edificio puede durante todo el año surtir de luz natural en horarios establecidos y sobre todo en las horas pico, las salas del interior del edificio, como sistema recolector, se instala una superficie translúcida de 2mm de acrílico con protección UV que evita la

entrada de lluvia y polvo, pero permite la entrada de los rayos solares. El sistema en la parte superior del edificio debido a que el tejado es construido sobre Eternit, se realiza un cambio de piezas que es particularmente sencillo. Este cambio consiste en incorporar una teja con claraboya que permite la entrada del ducto de luz natural al interior. Sobre la claraboya se instala una bandeja de aluminio con orificio que soporta el ducto hacia el interior. Esta bandeja se instala mediante ganchos con tornillos sobre el tejado. Después de instalada la bandeja se procede a colocar la primer parte que recolecta la luz solar impermeabilizando la zona y asegurándola con tornillos. De igual forma al interior se realiza la abertura del elemento difusor, asegurándolos sobre el cielo raso. Seguidamente se instala el ducto de luz natural que esta previamente cubierto con una película metalizada reflectante y de esta forma ya se puede utilizar al interior la luz solar.

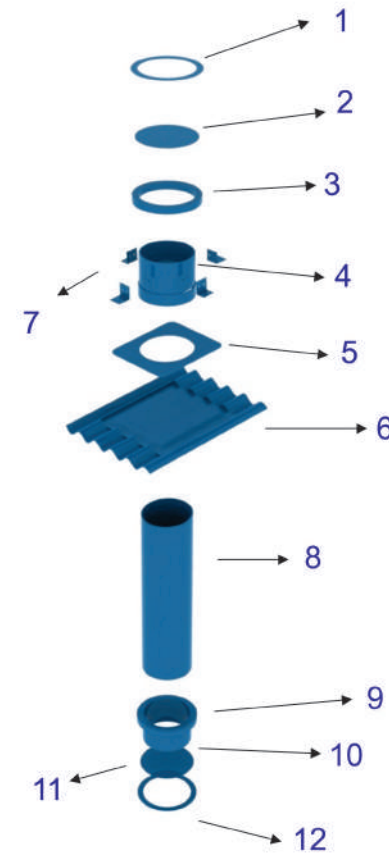


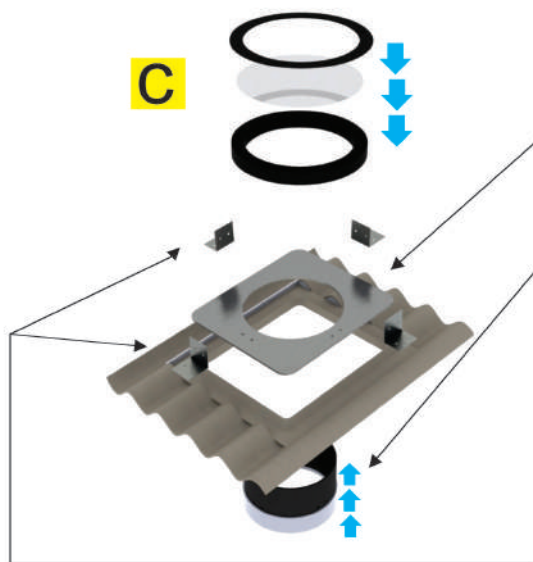
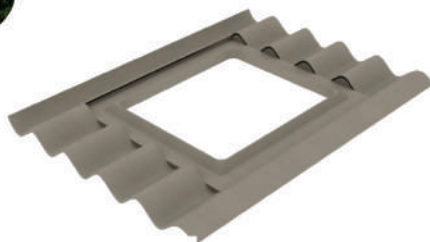
Imagen 51. Despiece del sistema de ductos de luz natural

1. UBICACION EXTERIOR



Ubicación en el tejado de los puntos de iluminación

Reemplazo de tejas de Eternit, por tejas Eternit con claraboya



A. Instalación de la bandeja soporte mediante tornillos con ganchos sobre la teja.

B. Posicionamiento del ducto superior sobre la bandeja.

C. Fijación mediante tornillos de 1" de los elementos soporte superior y superficie colectora, al ducto superior.

D. Instalación de todo el sistema sobre la bandeja soporte mediante las "eles" de sujeción.

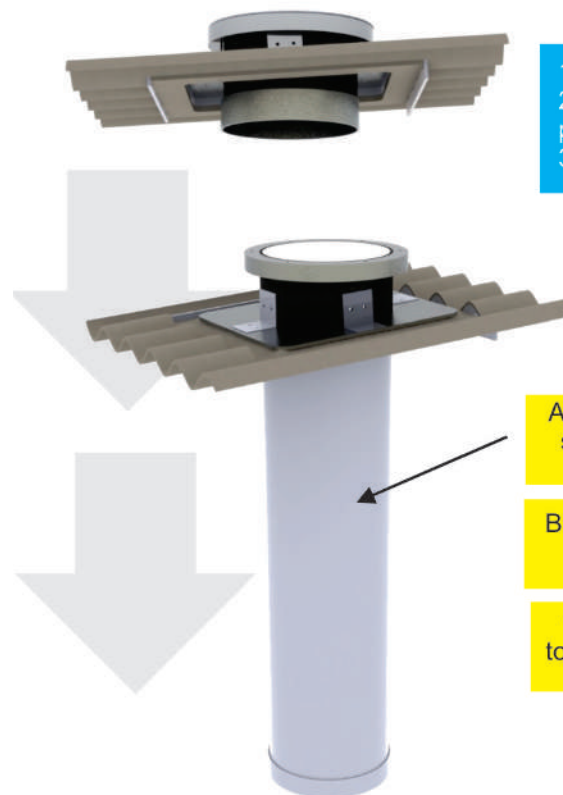
1. UBICACION EXTERIOR



Sistema de fijación de Teja con claraboya y de la bandeja soporte con ganchos y tornillos.



1. Impermeabilización.
2. Sellamiento con cemento plastico.
3. Sistema superior instalado.



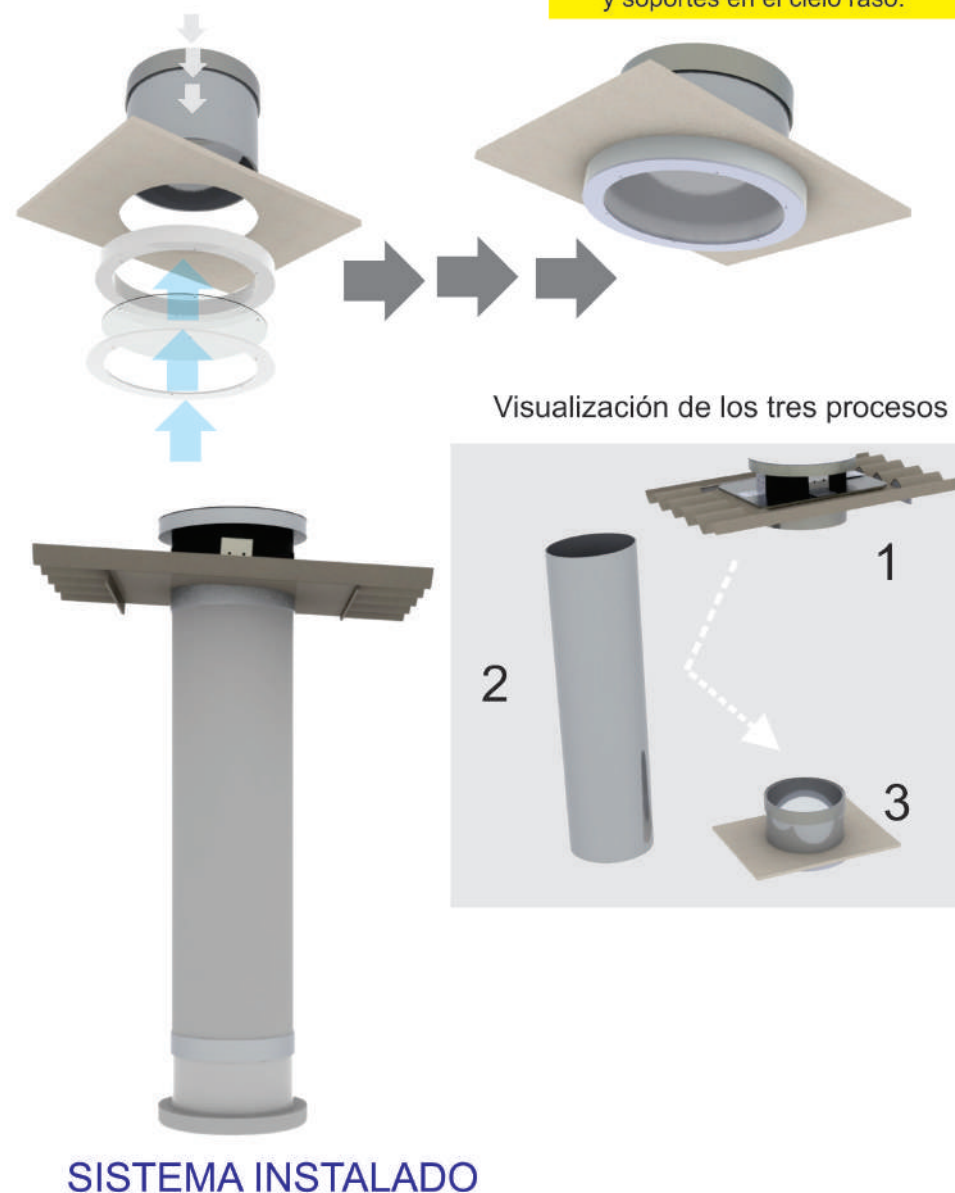
2. UBICACION INTERIOR

A. Instalación del ducto de luz sobre el sistema superior - proceso mediante remaches

B. Instalación del sistema interior sobre el cielo raso.

C. Fijación de cada pieza mediante tornillos, en las orificios de instalación.

2. UBICACION INTERIOR



8.2.5 AHORRO ENERGETICO

Una de las características fundamentales que se pueden obtener a través del uso de ductos de luz natural, es el ahorro en el recurso energético de los edificios, es por esto, que el sistema *Ilux* permite eliminar el uso artificial de iluminación generado por energía eléctrica en remplazo por la iluminación natural, logrando economizar en vatios y dinero en el edificio de la Biblioteca Mario Carvajal. Aunque el ahorro energético es de suma importancia debido a los criterios sostenibles en los cuales esta enmarcado el proyecto; el objetivo más apremiante es reducir emisiones de CO₂ por consumo de energía eléctrica, además de establecer no solo ganancias en cantidad sino en la calidad de la iluminación y el adecuado, satisfactorio utilización por parte de los usuarios.

Para establecer que tipo de ahorros se pueden obtener mediante este sistema de iluminación natural, las cantidades consumidas en vatios y dinero se pueden visualizar de la siguiente forma:

Universidad del Valle - Sede Melendez			
Biblioteca Mario Carvajal			
Consumo en Iluminación - 15 Hrs/Día			
Valor de Kwh en Santiago de Cali: \$272			
Lugar	Consumo en Kwh / Día	Consumo Kwh/ Mes (30 días)	Consumo en Pesos
Sotanos	42.24	1267	\$ 344.624
Primer Piso	234	7020	\$ 1.909.440
Segundo Piso	363.27	10898	\$ 2.964.256
Tercer Piso	46.08	1382	\$ 375.904
Cuarto Piso	140.16	4204	\$ 1.143.488
TOTAL	825.93	24771	\$ 6.737.712

Tabla13. Discriminación de Consumos en la Biblioteca Mario Carvajal.



Universidad del Valle - Sede Melendez
Biblioteca Mario Carvajal
Consumo en Iluminacion - 15 Hrs/Dia
Valor de Kwh en Santiago de Cali: \$272

PRIMER PISO

Sala Jose Celestino Mutis	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia
	Sylvania tubo fluorescente 75 W	60	4500 W



Consumo en Kwh / Dia	Consumo Kwh/ Mes (30 días)	Consumo en Pesos
67.5	2025	\$ 550.800

Consumo en Iluminacion - 6 Hrs/Dia APROX
Funcionamiento con Ilux

PRIMER PISO

Sala Jose Celestino Mutis	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia
	Sylvania tubo fluorescente 75 W	60	4500 W

Ahorro
60%

Consumo en Kwh / Dia	Consumo Kwh/ Mes (30 días)	Consumo en Pesos
27	810	\$ 220.320



Universidad del Valle - Sede Melendez
Biblioteca Mario Carvajal
Consumo en Iluminacion - 15 Hrs/Dia
Valor de Kwh en Santiago de Cali: \$272

SEGUNDO PISO

SALAB DE LECTURA	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia
	Phillips tubo fluorescente 32W	192	6144 W



Consumo en Kwh / Dia	Consumo Kwh/ Mes (30 días)	Consumo en Pesos
92.16	2764.8	\$ 752.025

Consumo en Iluminacion - 6 Hrs/Dia APROX
Funcionamiento con Ilux

PRIMER PISO

SALAB DE LECTURA	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia
	Phillips tubo fluorescente 32W	192	6144 W

Ahorro
59%

Consumo en Kwh / Dia	Consumo Kwh/ Mes (30 días)	Consumo en Pesos
36.86	1105.9	\$ 300.810



Universidad del Valle - Sede Melendez
Biblioteca Mario Carvajal
Consumo en Iluminacion - 15 Hrs/Dia
Valor de Kwh en Santiago de Cali: \$272

SEGUNDO PISO

SALA A DE LECTURA	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia
	Phillips tubo fluorescente 75W	96	7200 W



Consumo en Kwh / Dia	Consumo Kwh/ Mes (30 días)	Consumo en Pesos
108	3240	\$ 881.280

Consumo en Iluminacion - 6 Hrs/Dia APROX
Funcionamiento con Ilux

PRIMER PISO

SALA A DE LECTURA	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia
	Phillips tubo fluorescente 75W	96	7200 W

Ahorro
60%

Consumo en Kwh / Dia	Consumo Kwh/ Mes (30 días)	Consumo en Pesos
43.2	1296	\$ 352.512



Universidad del Valle - Sede Melendez
Biblioteca Mario Carvajal
Consumo en Iluminacion - 15 Hrs/Dia
Valor de Kwh en Santiago de Cali: \$272

SEGUNDO PISO

Sala B estanterías Libros	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia
	Phillips tubo fluorescente 32W	70	2240 W



Consumo en Kwh / Dia	Consumo Kwh/ Mes (30 días)	Consumo en Pesos
33.6	1008	\$ 274.176

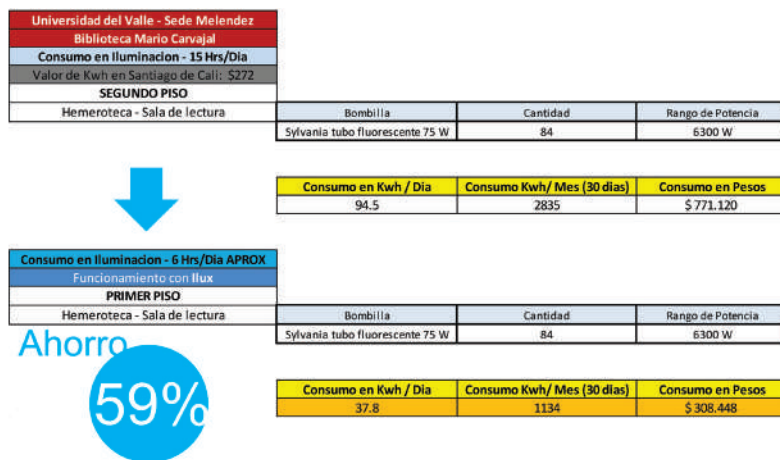
Consumo en Iluminacion - 6 Hrs/Dia APROX
Funcionamiento con Ilux

PRIMER PISO

Sala B estanterías Libros	Bombilla	Cantidad	Rango de Potencia
	Phillips tubo fluorescente 32W	70	2240 W

Ahorro
61%

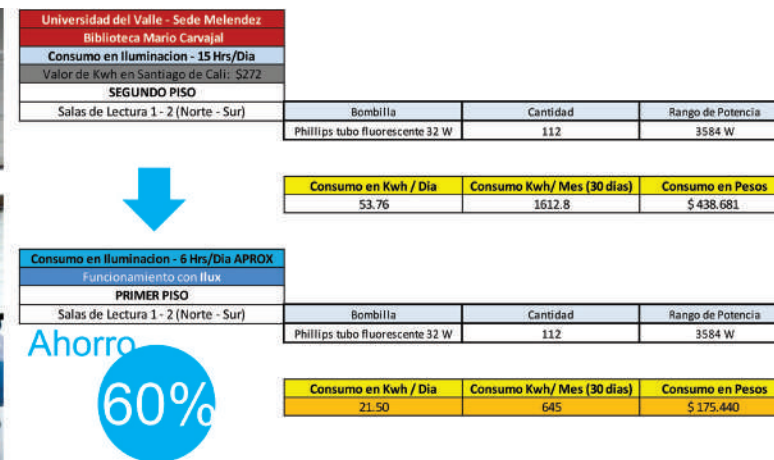
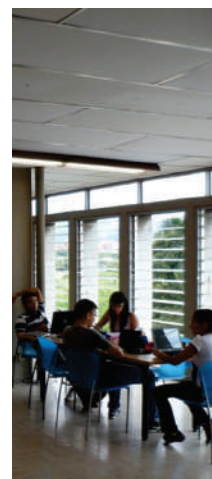
Consumo en Kwh / Dia	Consumo Kwh/ Mes (30 días)	Consumo en Pesos
13.4	403.2	\$ 109.670



De acuerdo al sistema de iluminación natural se busca obtener un ahorro energético que para la Universidad del Valle, representa valores significativos en cuanto al acercamiento de un campus más sostenible generando nuevas oportunidades de iluminación. Cabe de igual forma rescatar que en este edificio no se cuenta con un registro de medidas. La obtención de los datos hace parte de la observación y estudio de iluminación realizado para la Biblioteca para este proyecto. Alguna información fue obtenida por el Coordinador Administrativo, quien corrobora el hecho de no tener conocimiento acerca de los consumos en energía eléctrica de dicho edificio.

Para esta investigación es de importante reconocer que para establecer criterios de ahorro, se necesita conocer el sistema actual de funcionamiento del fluido eléctrico en el edificio. De esta forma el trabajo de observación realizado toma importancia dando a conocer detalles y características que no se conocían en cuanto el recurso energético de la Biblioteca Mario Carvajal.

Con la aplicación de los ductos de luz natural — *Ilux* — se pretende reducir el consumo eléctrico en iluminación, uso final que genera gastos significativos, incluso aun mas que los equipos eléctricos que se utilizan por parte de los usuarios. En respuesta a estos consumos finales se establecen en diferentes espacios de la Biblioteca de acuerdo a su distribución espacial, arquitectónica, número de horas de uso, cantidad de personas por espacio y cantidad de consumo en energía eléctrica en iluminación, diferentes zonas que han sido propicias para generar una iluminación sostenible y económica. De acuerdo a esto y establecido los lugares donde se pueden aplicar los ductos de luz natural al igual que sistemas de ahorro de iluminación se pueden generar porcentajes de ahorro que en un largo plazo significan sostenibilidad para el campus.



8.3 ZONA DE APLICACIÓN DE DUCTOS DE LUZ NATURAL - ILUX

En relación con el uso de *Ilux*, ductos de luz natural, en diferentes espacios de la Biblioteca Mario Carvajal se pueden establecer nuevos diagramas de uso en el recurso energético, de acuerdo a esto llegando a utilizar este sistema adecuadamente se pueden obtener numerosos beneficios, de esta forma se puede describir diferentes espacios y su relación con el uso de iluminación natural. A continuación se observan los efectos en términos de consumos después de utilizar este sistema de iluminación natural en el interior del edificio.

De los consumos actuales y los consumos generados posteriores a la instalación de los ductos de luz natural se pueden lograr ahorros hasta del 60%, comprendiendo que utilizando este tipo de sistemas de iluminación, de las 15 horas de iluminación artificial actuales, con *Ilux* se necesitaría solo iluminación artificial aproximadamente durante 6 horas, que corresponden funcionamiento nocturno de dichos espacios. De acuerdo a esto desde la apertura del funcionamiento de la Biblioteca a partir de las 5:30 am, se podrá abastecer de luz natural hasta aproximadamente las 5pm. Comprendiendo de igual forma la situación climática que se presente durante el día. En relación de las mismas horas se podría abastecer de iluminación natural durante aproximadamente 12 horas diarias, correspondientes a las horas de luz natural para esta zona geográfica.

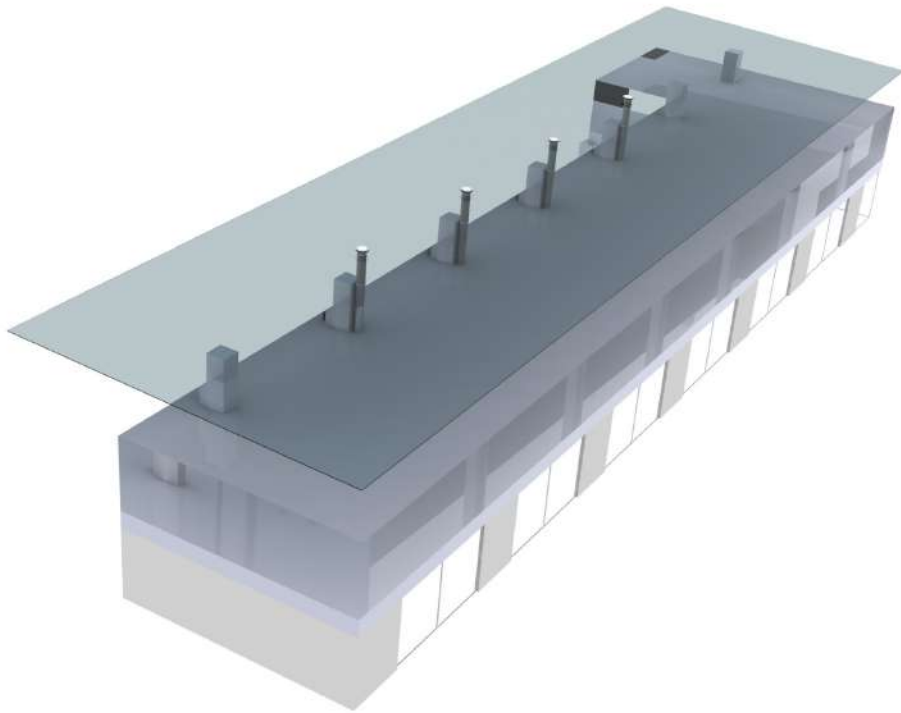


Imagen 58. Distribución de los ductos de luz natural a través del tejado y el segundo piso. Sala Jose Celestino Mutis

8.3.I SALA JOSE CELESTINO MUTIS

Para la iluminación natural de esta sala de exposiciones, se conducen los ductos de luz natural a través de las columnas, soportado mediante ganchos de aluminio con tornillos sobre superficie de las mismas. La iluminación atraviesa el segundo piso convirtiéndose en el único espacio donde se debe realizar una intervención sobre la estructura interna de la edificación. Estos 4 ductos de luz natural de 14" de diámetro llevan al interior de la sala luz natural sobre la franja menos iluminada. Este tipo de salas donde se presentan obras artísticas aprovechan mejor la luz natural al reflejar mejor los colores y al llevar una iluminación que optimice la luz solar que entra sobre los ventanales del costado norte. Con el grado de lúmenes proporcionados por los ductos de luz natural se posibilita la iluminación precisa para la actividad realizada dentro de estos espacios.

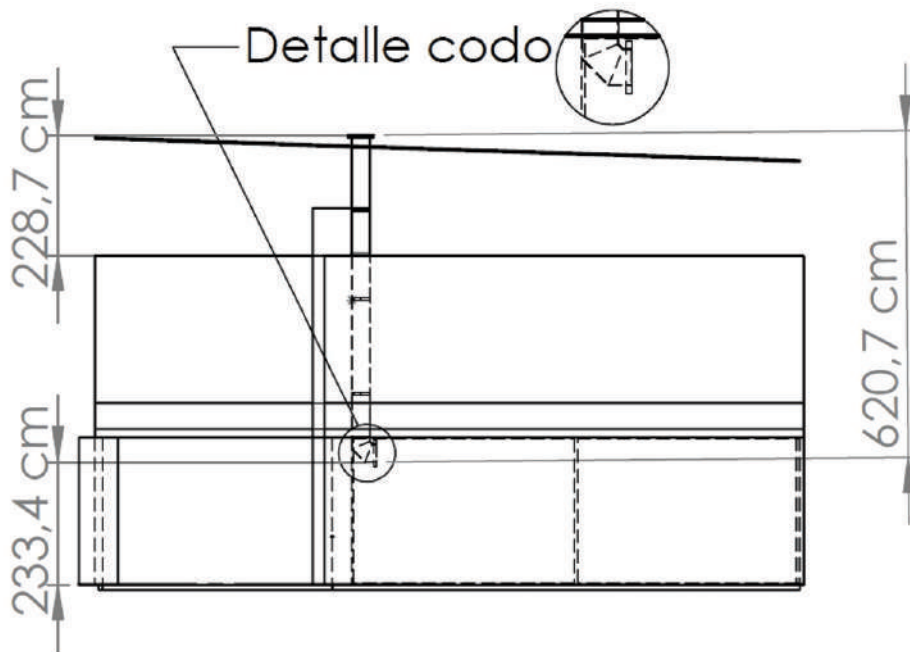
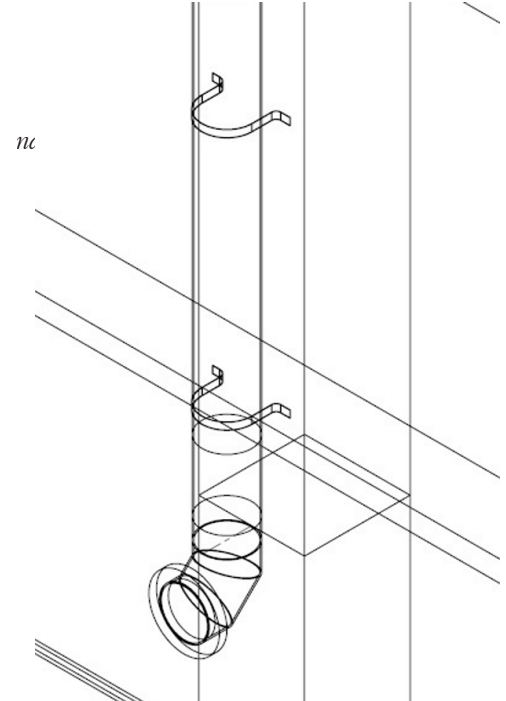
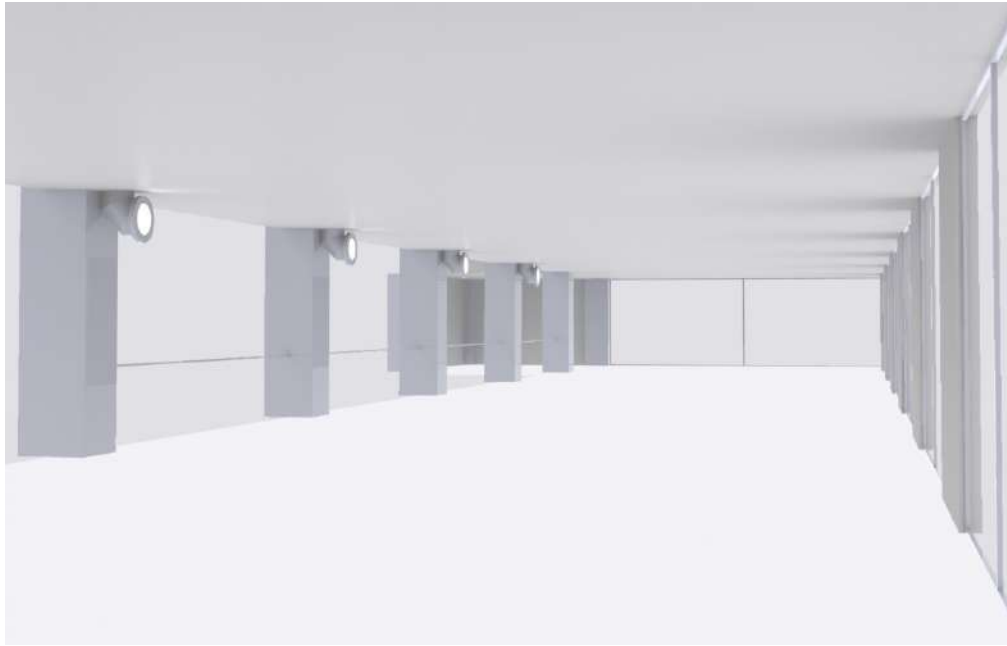


Imagen 60. Figura del codo de iluminación del ducto de luz natural.

8.3.2 SALA A DE LECTURA

Por estar sobre el costado norte de la edificación recibe un mayor grado de iluminación cerca de las aberturas o vanos. Sin embargo conservando las medidas de luxes realizadas en este espacio se ubican los ductos de luz natural de igual forma en separaciones de 5 metro cuadrados aproximadamente. Sobre este espacio también se ubican adjunto a las columnas los ductos que se atraviesan sobre todo el piso para llegar a las Sala Jose Celestino Mutis. El grado de iluminación obtenido aquí por los ductos permite realizar las actividades mas frecuentes que son las de tipo de lectura, necesariamente de acuerdo a la normatividad se deben encontrar sobre los 500 luxes para ser realizadas con eficiencia.

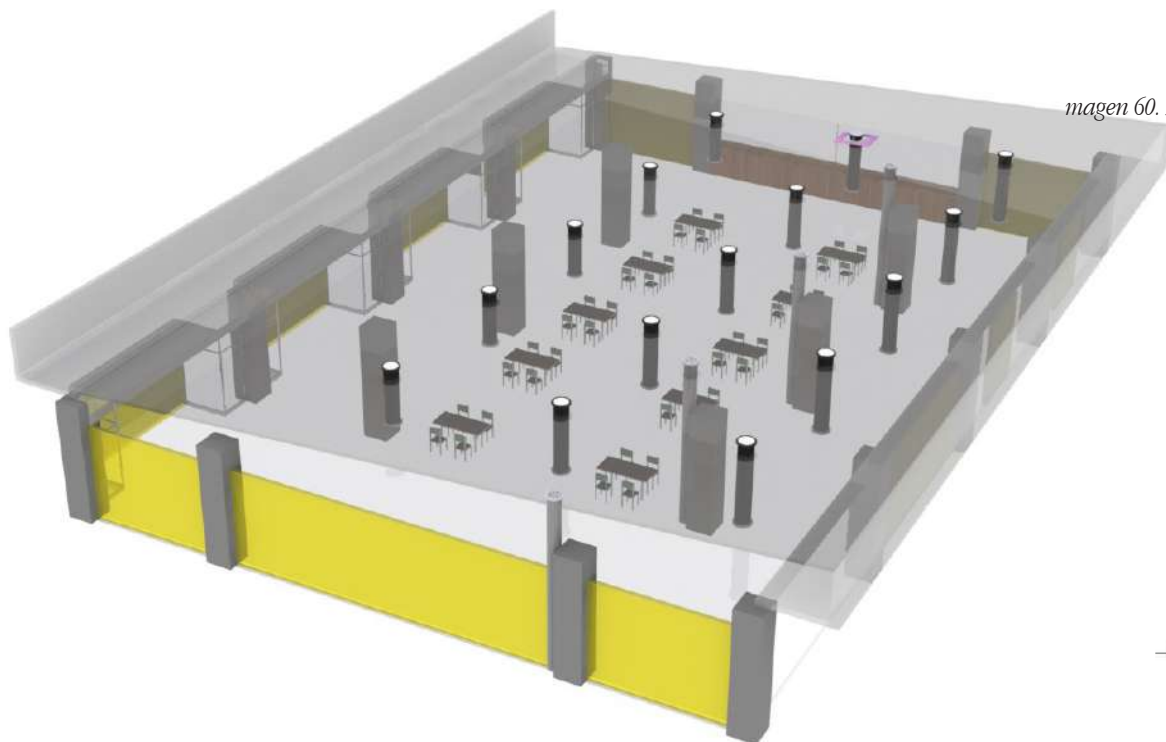


Imagen 60. Distribución en el tejado de los ductos de luz natural. En esta sala también se encuentran los ductos que van hacia la Sala Jose Celestino Mutis

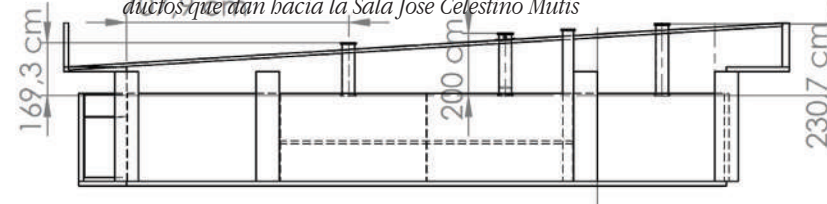
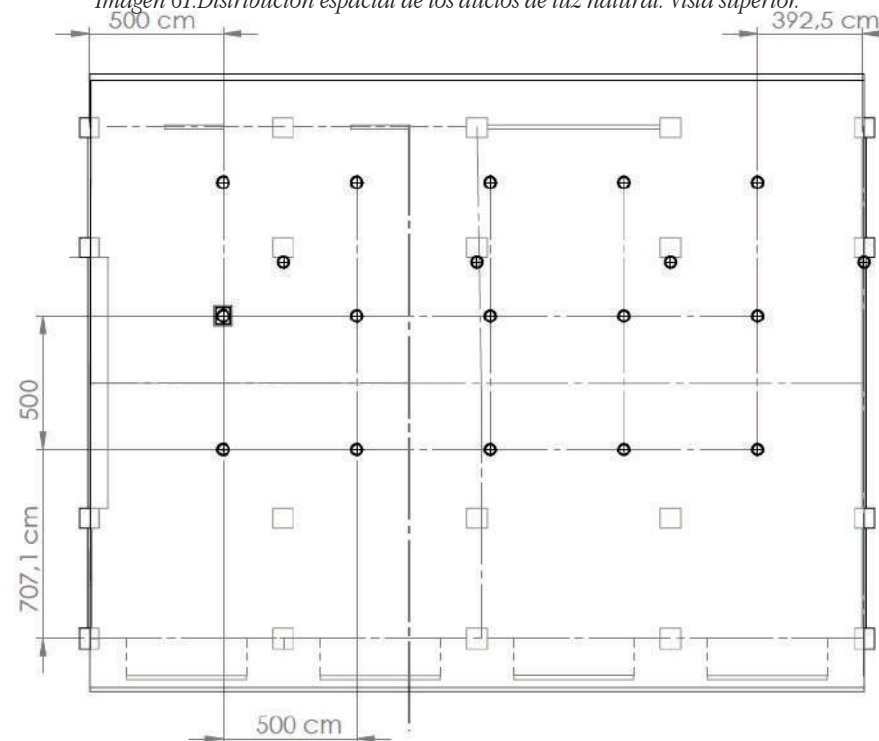


Imagen 61. Distribucion espacial de los ductos de luz natural. Vista superior.



8.3.3 SALA B DE LECTURA

Para la iluminación de la sala B de lectura, se toma en cuenta en efecto las mediciones realizadas en el estudio de iluminación para este espacio. De acuerdo a este tipo de observaciones se puede establecer ductos de luz natural de 16" de diámetro que se soportan sobre el tejado de Eternit. Después de realizar las instalaciones debidas. Se ubican los ductos en un espaciado perimetral de cada 5 metros cuadrados comprendiendo el grado de iluminación que pueden llevar *Ilux* sobre esta sala. Después de observar que espacios tiene mejor o menor iluminación se realiza esta rejilla donde se ubican los ductos tomando en cuenta el recorrido central del aire acondicionado, al igual las lámparas instaladas. Se instalan en el orden de cada 5 metros comprendiendo que los ductos de 16" pueden iluminar hasta 25 metros cuadrados dado su diámetro.

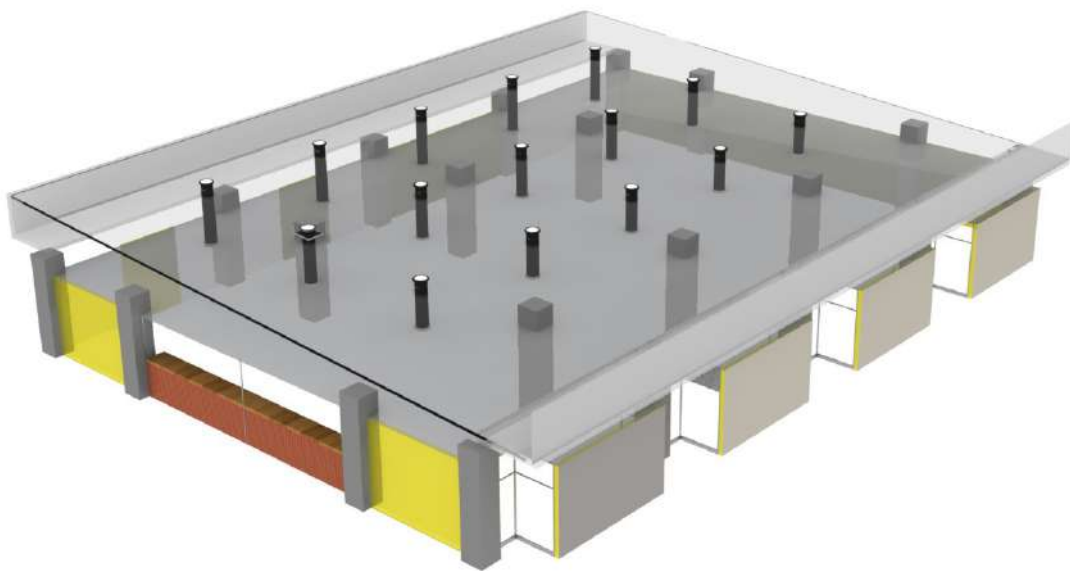


Imagen 62. Sala B de lectura con Ilux en el tejado.



Imagen 63. Sala B de lectura con Ilux en el tejado.

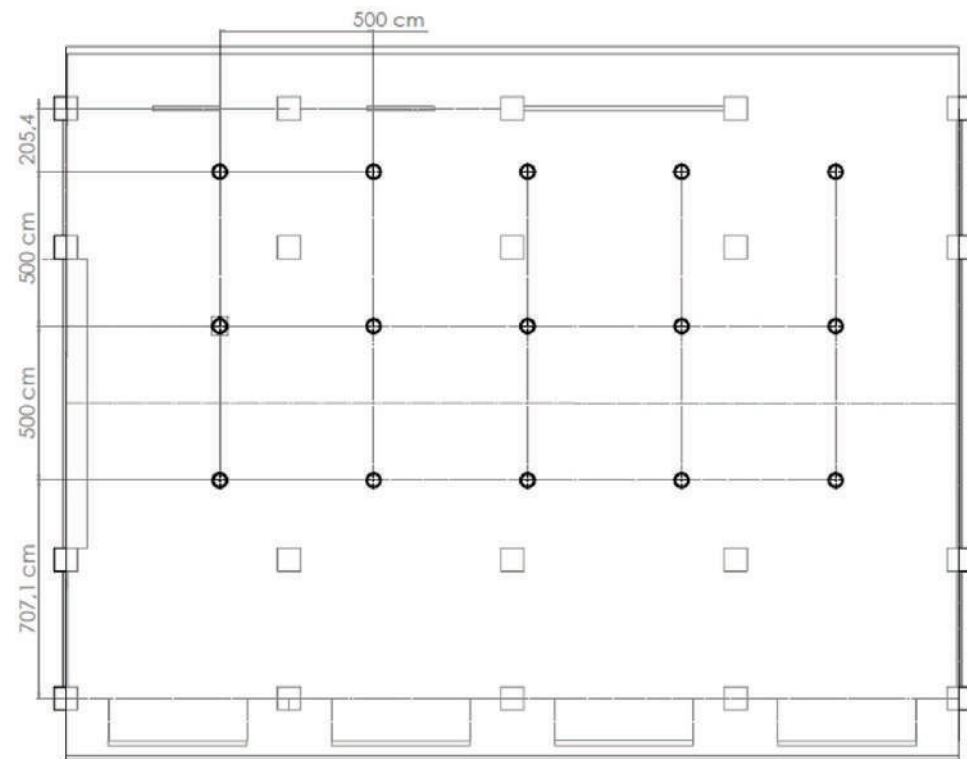
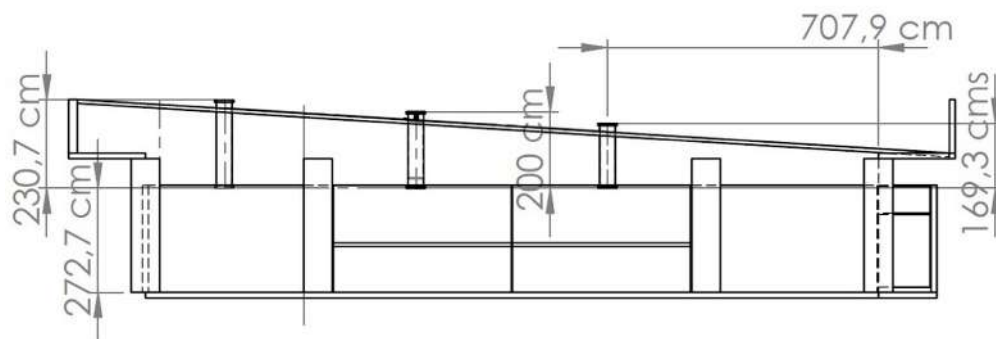


Imagen 64. Distancia de los ductos al cielo raso, Distancias sobre el techo cielo raso

8.3.4 SALA DE LECTURA HEMEROTECA

Es una de las salas mas largas en extensión y de acuerdo a las mediciones del grado de luxes en este espacio, se pueden encontrar lugares que superan los 1000 luxes gracias a las disposición de los ventanales sobre el costado oriente. Sin embargo todo el espacio no goza de la iluminación eficiente para realizar tareas de lectura satisfactoriamente. Debido a esto, los sistemas Ilux de luz natural se instalan en dos filas, a lo largo de la sala logrando iluminar los espacios más habituales de estudio y aquellos que necesitan un mayor grado de luz. En este espacio debido al uso de computadores portátiles los usuarios mueven las mesas y sillas más hacia los extremos. De acuerdo a esto los ductos iluminan los espacio en toda su extensión, incluyendo los cubículos que se encuentran dentro de los balcones.



Imagen 65. Sala de lectura de la Hemeroteca y los ductos sobre el tejado.

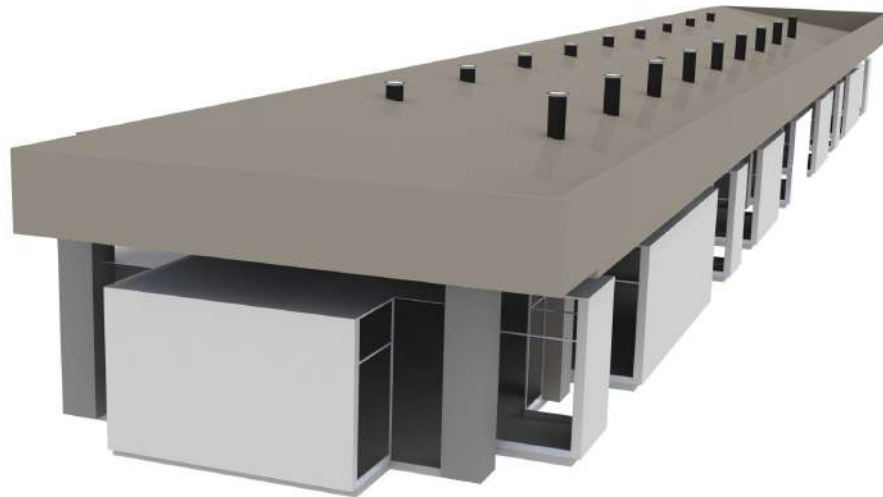


Imagen 66. Sala de lectura de la Hemeroteca y los ductos sobre el tejado.



Imagen 67.

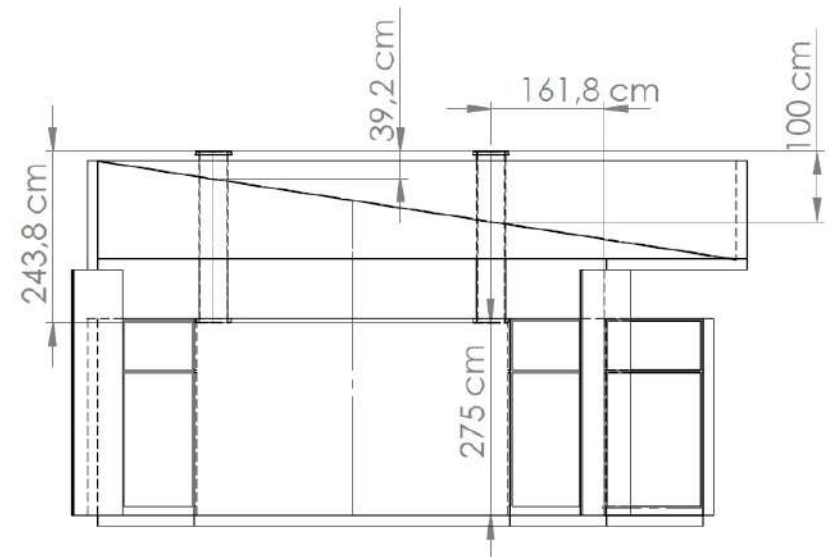


Imagen 68. Distancia de los ductos sobre el tejado.

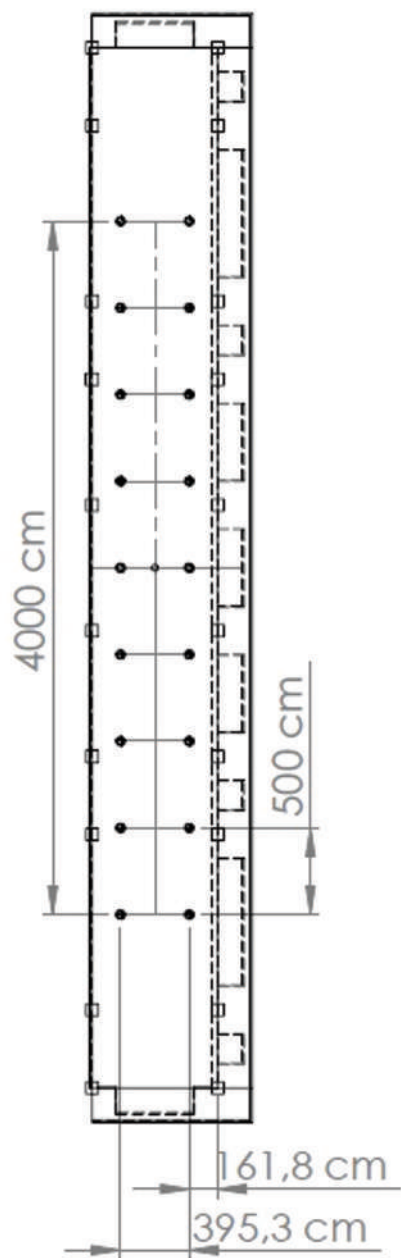


Imagen 69. Distancia de los ductos sobre el tejado, para la sala de lectura de la Hemeroteca y las estanterías de colección general,

8.3.5 SALA A,B – ESTANTERIAS (COLECCIÓN GENERAL)

En este espacio similar arquitectónicamente a las sala de lectura de la Hemeroteca, se puede gozar de mejor manera la iluminación natural. Funcionalmente se encuentran los estantes de la colección general del segundo piso y en toda su extensión se pueden ubicar la luz natural de los ductos de luz, generando un ahorro significativo al igual que un grado de iluminación satisfactorio teniendo en cuenta el personal que se moviliza en esta zona. Los ductos de luz natural poseen lámina de protección UV lo que permite el normal funcionamiento sin llegar a modificar el estado de los libros. Este espacio no cuenta con gran transito de personas lo cual en acentúa la utilización de luz natural es de gran beneficio en contraste a la iluminación actual.



Imagen 70 Distancia de los ductos sobre el tejado. Hemeroteca



Imagen 71 . Sala de Lectura de Hemeroteca

8.3.6 CUARTO PISO – SALAS DE LECTURA

De acuerdo a las mediciones realizadas en este espacio, este convierte en uno de los lugares donde mayormente se malgasto el uso de recurso energético en iluminación y en contraste el espacio con mejor iluminación natural. Lo que deja como conclusión la inútil utilización de luz artificial conociendo las características beneficiosas de este espacio. Las dos salas de lectura se encuentran sobre el costado Norte y Sur, las aberturas extensas logran en muchos caso grados de iluminación excesivos, que pueden llegar al deslumbramiento en diferentes horas del día. En este caso se hace evidente la mala utilización de la iluminación artificial, por consiguiente se establece un control de la iluminación agregando una propuesta de ventilación que disponga un lugar mejor ventilado y mejor iluminado.

La propuesta es generar un tipo de cortasoles que ayudan de manera más eficiente la entrada de luz natural evitando deslumbramientos o luz excesiva en determinados momentos del día. Seguidamente este sistema ayuda a no interponerse en la bioclimática del lugar, comprendiendo que no hay presencia de aire acondicionado; los cortasoles se instalan con un grado de inclinación que interpone la entrada de luz directa pero que en otro orden posibilitan la entrada de aire al interior. En la zona superior se reemplaza las zonas vidriadas por persianas abiertas que permitan la salida de aire caliente del lugar, todo con efecto de completar un espacio más confortable para la lectura.

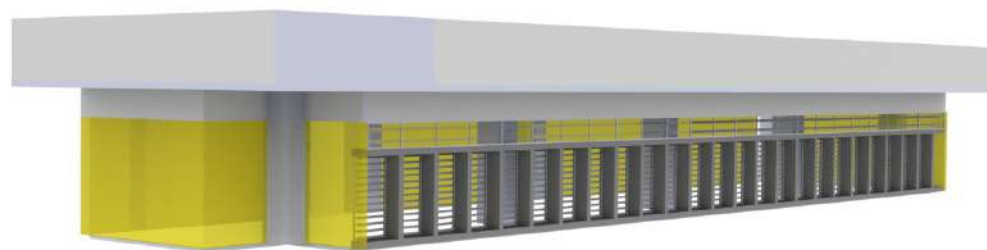


Imagen 72 iMAGEN SALA DE LECTURA COSTADO SUR Y NORTE CUARTO PISO. CON CORTASOLES

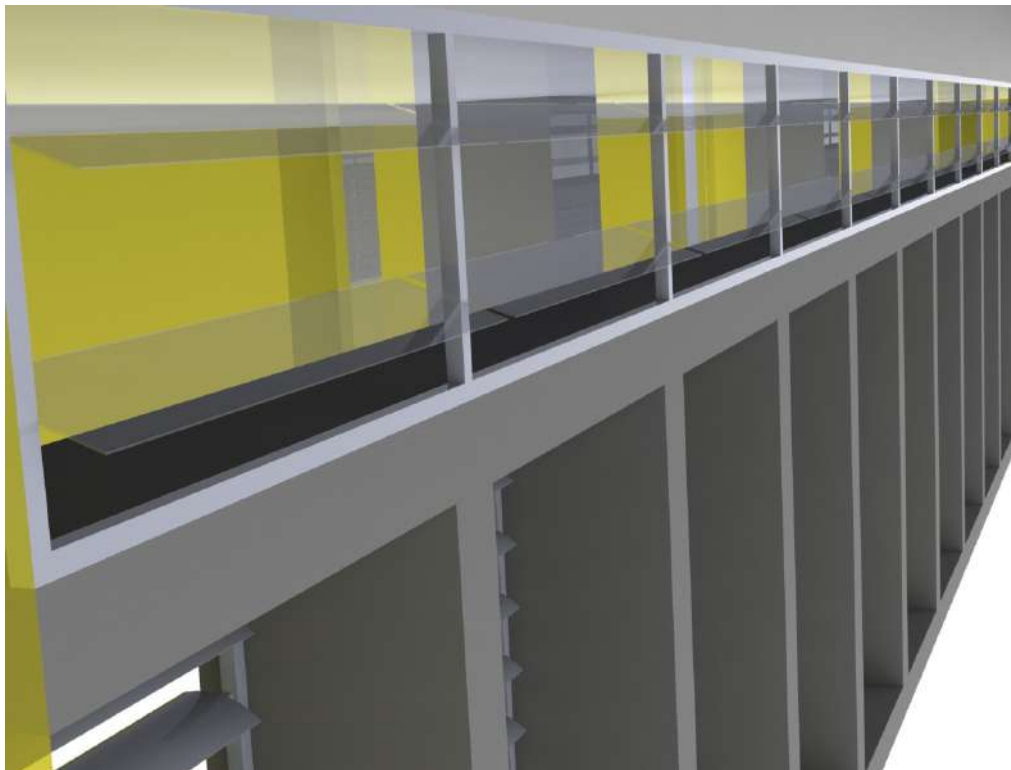


Imagen 73. Persianas en vidrio para aumentar la ventilación de las salas



Fotografía 17. Se divisa el cuarto piso en el costado sur y la Sala B de lectura.



Imagen 74. Cortasoles en aluminio.

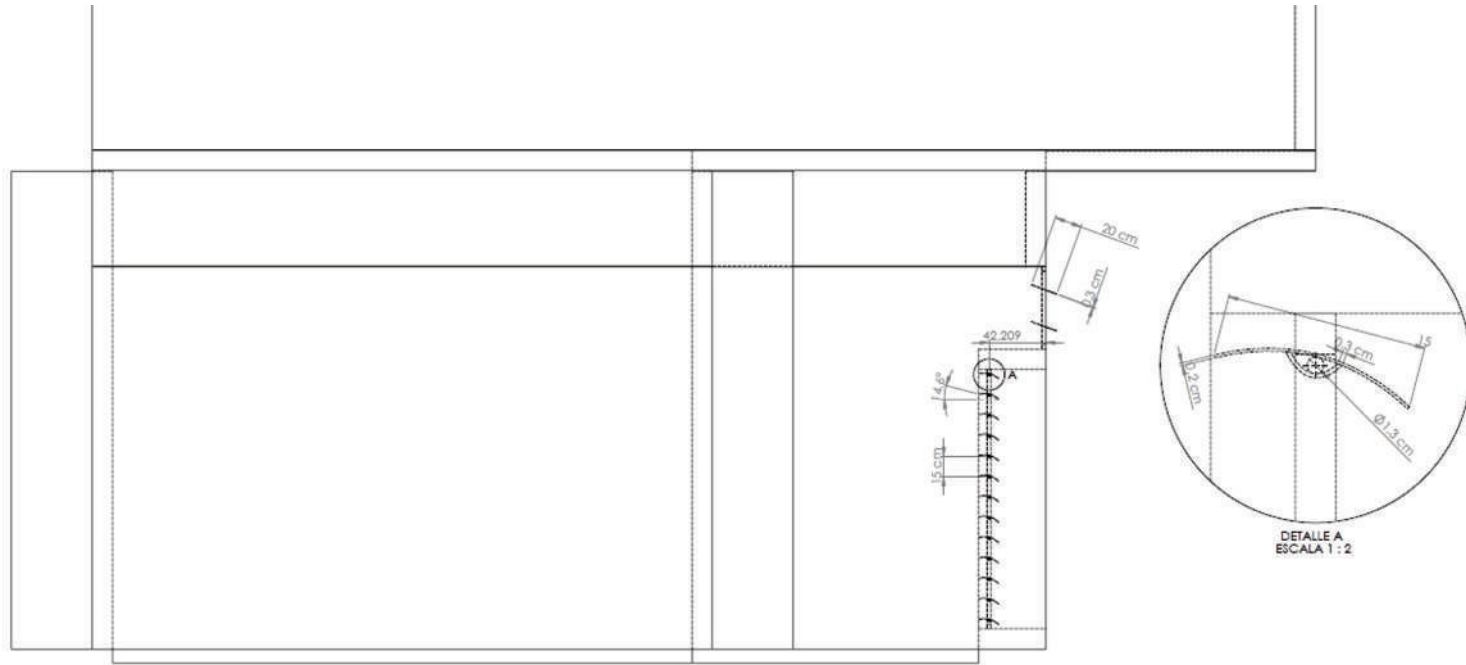


Imagen 76 Sistema de cortasoles en Costado Norte y SUR



Imagen 75. Permiten la ventilación y el paso del aire. Cortasoles en aluminio.

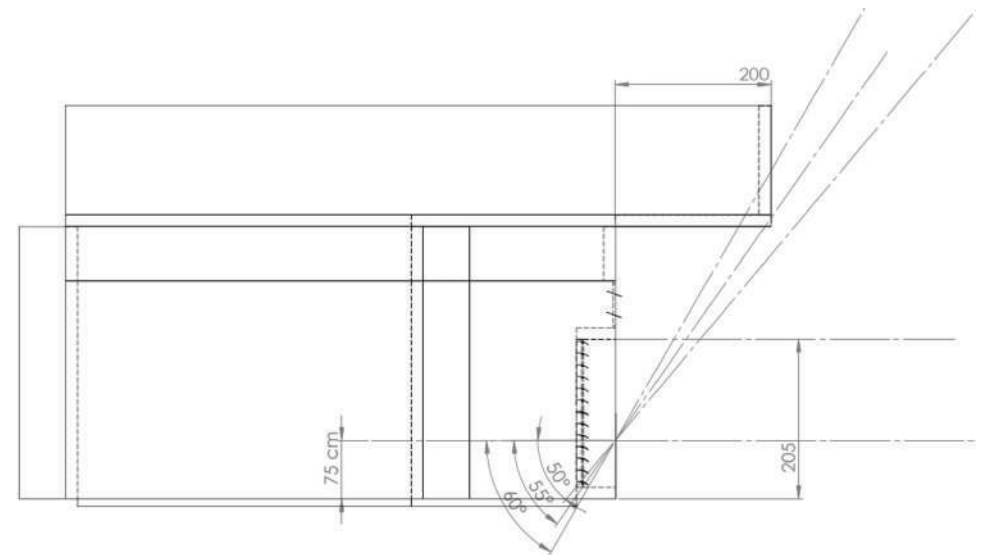


Imagen 77. Incidencia de los rayos solares. Ángulos de elevación solar en las salas de lectura sur y norte del cuarto piso. (Altura 75 cms – puesto de trabajo)

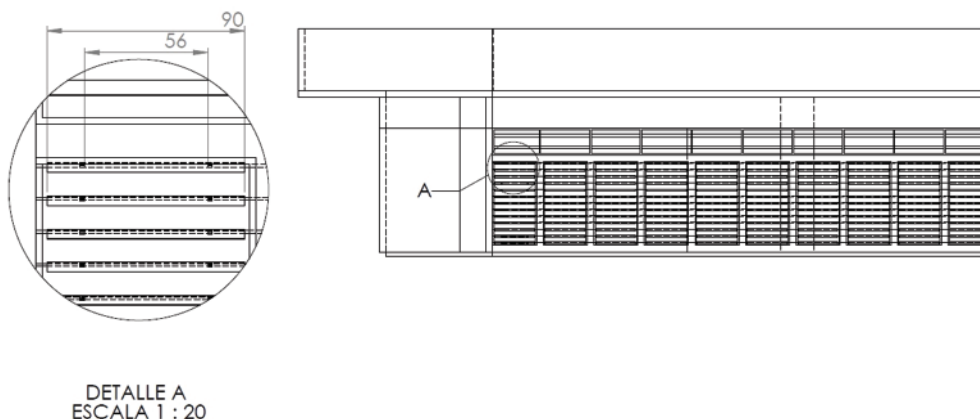


Imagen 78. Sistema de cortasoles en Costado Norte y SUR

8.4 CONTROL DE ILUMINACION

Para obtener un proceso sistemático y completo en el desempeño de los ductos de luz natural *Ilux*. Se requiere una sincronía mediante la luz artificial comprendiendo que durante las horas de la noche el sistema no abastece de luz natural el interior de las salas. De acuerdo a los horarios que se pueden establecer mediante este sistema se pueden generar ahorros por más de 10 horas en luz artificial y solo durante las horas de la noche se compensaría este uso encendiendo las lámparas fluorescentes. Por consiguiente para lograr que la iluminación natural se movilice con la luz artificial, se propone insertar un sistema de temporizador digital programable que controle los momentos de encendido y apagado de acuerdo a los horarios de utilización de la luz natural.

El programa de temporización pretende sistematizar el encendido de la luces a horas determinadas. Este tipo de artefactos permite la programación a lo largo de los horas, días e inclusive meses, evitando que se actúe manualmente el encendido de las luces. Conociendo el comportamiento de la luz natural alrededor de los días del año para este edificio, de esta forma se puede incluir determinados horarios para la activación del sistema. La aplicación entonces se controla desde los interruptores, especialmente en la caja de cables o Breakers, ubicando las diferentes zonas de iluminación con su respectivo diagrama de bombillas. En este caso especial para la Biblioteca Mario Carvajal, la manipulación del sistema de iluminación se realiza por parte del personal de vigilancia y la zona de interruptores se ubica en caja de Breakers en cada piso dependiendo de la zona de iluminación.

El sistema por lo tanto se presenta como elemento de control de iluminación de acuerdo a las zonas

determinadas y los horarios establecidos por la Biblioteca, conociendo de igual forma que los temporizadores se pueden reprogramar de acuerdo a la necesidad especificada.

Universidad del Valle - Sede Melendez Biblioteca Mario Carvajal CONTROL DE ILUMINACION				
ESPACIO	PRIMER HORARIO DE INICIO	PRIMER HORARIO DE FINALIZACION	SEGUNDO HORARIO DE INICIO	SEGUNDO HORARIO DE FINALIZACION
PRIMER PISO				
Sala Jose Celestina Mutis	05:30 a.m.	07:00 a.m.	05:00 p.m.	10:00 p.m.
SEGUNDO PISO				
Sala A de Lectura	05:30 a.m.	07:00 a.m.	05:00 p.m.	10:00 p.m.
Sala B de Lectura	05:30 a.m.	07:00 a.m.	05:00 p.m.	10:00 p.m.
Sala B Estanterias	05:30 a.m.	07:00 a.m.	05:00 p.m.	10:00 p.m.
Sala de Lectura de Hemeroteca	05:30 a.m.	07:00 a.m.	05:00 p.m.	10:00 p.m.
CUARTO PISO				
SALAS DE LECTURA	05:30 a.m.	07:00 a.m.	05:00 p.m.	10:00 p.m.

Tabla 14. Horarios del control de iluminación con respecto a las horas útiles de *Ilux*.

Estos horarios corresponden a la habitual operación de la Biblioteca, donde al inicio o apertura de la Biblioteca se encienden las luces hasta determinada hora de la mañana, para luego encenderse solo al final de la noche cuando se finalice la jornada y de nuevo apagarse. Cabe resaltar que el sistema puede manipularse manualmente en caso de requerirse así.

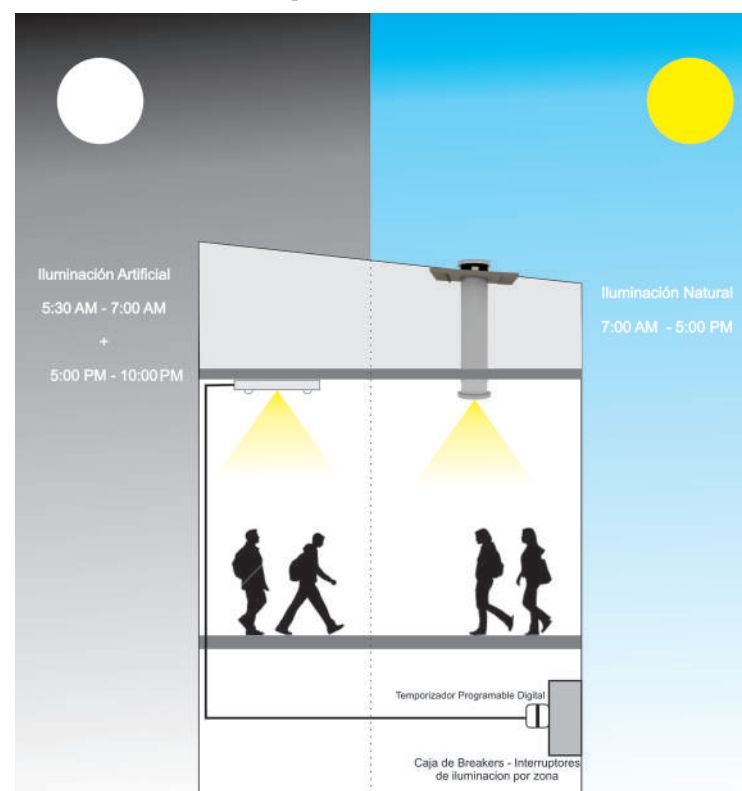


Imagen 79. Sistema de Control iluminación. Horarios de utilización del temporizador y los ductos solares

Instrucciones de instalación

1. APAGUE el interruptor de alimentación principal.
2. Retire el interruptor existente.
3. Conecte los cables del temporizador y la caja de pared como sigue, utilizando las tuercas para alambre que se incluyen.
 - a) Conecte el cable vivo de la alimentación principal al cable negro del temporizador.
 - b) Conecte los dos cables neutros y de la alimentación principal y de la carga al cable blanco del temporizador.
 - c) Conecte el cable vivo de la carga al cable rojo del temporizador.
 - d) Conecte el cable a tierra al cable verde del temporizador.

Nota: Asegúrese de que todas las tuercas para alambre estén aseguradas.

4. Meta los cables en la caja de pared dejando espacio para el temporizador. Mediante los tornillos que se incluyen, monte el temporizador a la caja a la pared teniendo cuidado de no aplastar los cables.
5. ENCENDIDO el interruptor de alimentación principal.

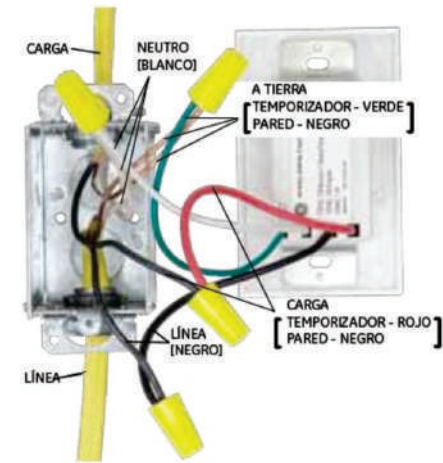
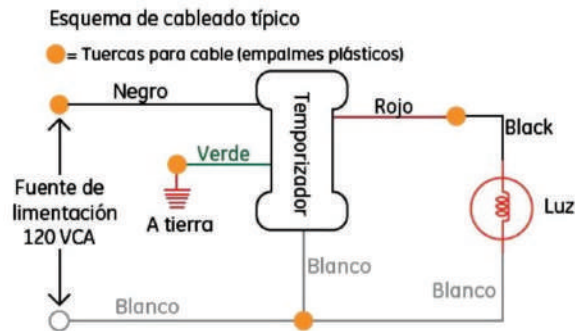


Imagen 78. Diagrama e Instrucciones de temporizador programable digital inteligente.

Fuente: <http://www.jascoproducts.com/support/manual-downloads/applications/DocumentLibraryManager/upload/15086-Manual-spn.pdf>

8.5 COMPROBACION

TRABAJO DE COMPROBACION

DESCRIPCION

La comprobación del sistema de iluminación Ilux, pretende describir el comportamiento de los ductos en diferentes situaciones lumínicas y los resultados que puede arrojar frente a la situación climática especificada. En este orden de ideas se pretende a manera de prototipo analizar estos factores físicos de acuerdo a una probable construcción exacta del modelo. En este caso el hecho primordial es comprobar la efectividad de los ductos revestidos al interior con película metalizada, precisamente con película adhesiva de polipropileno Biorientado coextruida y que grado de luxes puede arrojar en diferentes situaciones climáticas.

EJECUCION DEL ELEMENTO DE COMPROBACION

Para construir el modelo de comprobación se necesitaron diferentes materiales y estructuras que se comportaran mediante la luz solar con las características deseadas. En este caso la prueba se construyó de la siguiente manera:

- Cubo o caja negra de 1mt X 1mt.
- Ducto de cartón de 1,40 mts X 30 cms de DIA. forrado al interior con película adhesiva de polipropileno Biorientado coextruida (película metálica reflexiva)
- Luxómetro



Imagen 77.. Temporizador programable Dogital

Fuente: http://brain.pan.e-merchant.com/9/7/03651979/g_03651979.jpg

Para la observación se construye el cubo de 1 mt cuadrado, comprendiendo la medición standard y normativa en la cual se registran los niveles de iluminancia (luxes). Recordando que un lux es equivalente a la cantidad de lumen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / 1 \text{ m}^2$) de acuerdo a estas especificaciones se pueden medir la cantidad de luxes que puede llevar al interior los rayos solares para realizar las mediciones.

Las mediciones se realizan en dos momentos del día donde se presencia de luz directa e indirecta, realizando diversas mediciones al interior del cubo para obtener valores específicos en la cantidad de luz que puede entrar al cubo mediante el ducto de luz.



Fotografía 18. Ducto de carton con película metalizada reflectante al interior



Fotografía 19. Cubo con paredes negras de 1mt X 1mt



Fotografía 20. Cubo con paredes negras de 1mt X 1mt

8.5.I RESULTADOS

Medición de Luxes						
Fecha: Domingo 11 Agosto de 2012						
Hora: 2:00 pm						
Tipo de Cielo	Medición Exterior	Medición al interior del cubo sin luz	Medición 1	Medición 2	Medición3	M Total
Cielo Nublado - Luz difusa	7380 lx	7.70 lx	280 lx	265 lx	320 lx	288.3 lx



Fotografía 21. Nivel de luxes en el exterior de la caja.

Medición de Luxes						
Fecha: Viernes 10 Agosto de 2012						
Hora: 9:00 am						
Tipo de Cielo	Medición Exterior	Medición al interior del cubo sin luz	Medición 1	Medición 2	Medición3	M Total
Cielo Claro - Luz Directa	100.000 lx	7.70 lx	650 lx	630 lx	700 lx	660 lx



Fotografía 22. Nivel de luxes en al interior con llux.

- La construcción del prototipo permitio identificar el comportamiento de la luz en diferentes momentos del dia y diferentes tipos de luz natural, estableciendo mediciones que comprueban la efectividad del sistema.
- Los ductos de luz natural presentan el funcionamiento inclusive con un cielo nublado, arrojando cargas hasta de 300 luxes lo que permite la iluminación en las zonas requeridas.
- Los mayores usos se pueden dar con luz directa, con cielo claro, donde los niveles de luz pueden llegar hasta los 660 lx. En este tipo de condiciones los ductos producen elevados niveles de iluminancia.
- La luz que se pueda llevar al interior se puede mejorar y reproducir aun con mayor eficacia con laminas de mayor reflectancia, sin embargo este tipo de laminada utilizada presenta una gran resistencia a la intemperie.
- La luz es dinámica; por lo tanto cambia constantemente en el luxómetro los niveles de iluminación. Por consiguiente se extrajeron varias muestras y tomas un valor unitario.
- El sistema funciona en perfectas condiciones, en este caso el modelo se contruyo con materiales muy sencillos y de costo bajo. Demostrando la efectividad que puede dar en iluminación los ductos de luz natural.



Fotografía 23. Vista al interior de la caja con ducto de luz natural.



Fotografía 24. Prototipo de ducto solar.

Tabla de costos

En la elaboracion de los ductos de luz natural - ilux - se pueden clasificar ciertas partes que componen la funcionalidad principal del sistema, es por esto que se realiza una estimacion de costos para un ducto de luz natural, comprendiendo que en determinada situacion los valores pueden disminuir al aumentar las cantidades de producto. de acuerdo a esto las partes que toman mayor relevancio en el costo del ducto de luz natural, la componen, el ducto en lamina galvanizada, las superfices colectoras y difusoras en acrilico, la teja con claraboya y la cinta o lamina de recubrimiento metalizado. sobre estas partes se dan precios fijos que se encuentran en el mercado. dejando claro de antemano que las partes se pueden obetener en el mercado local.

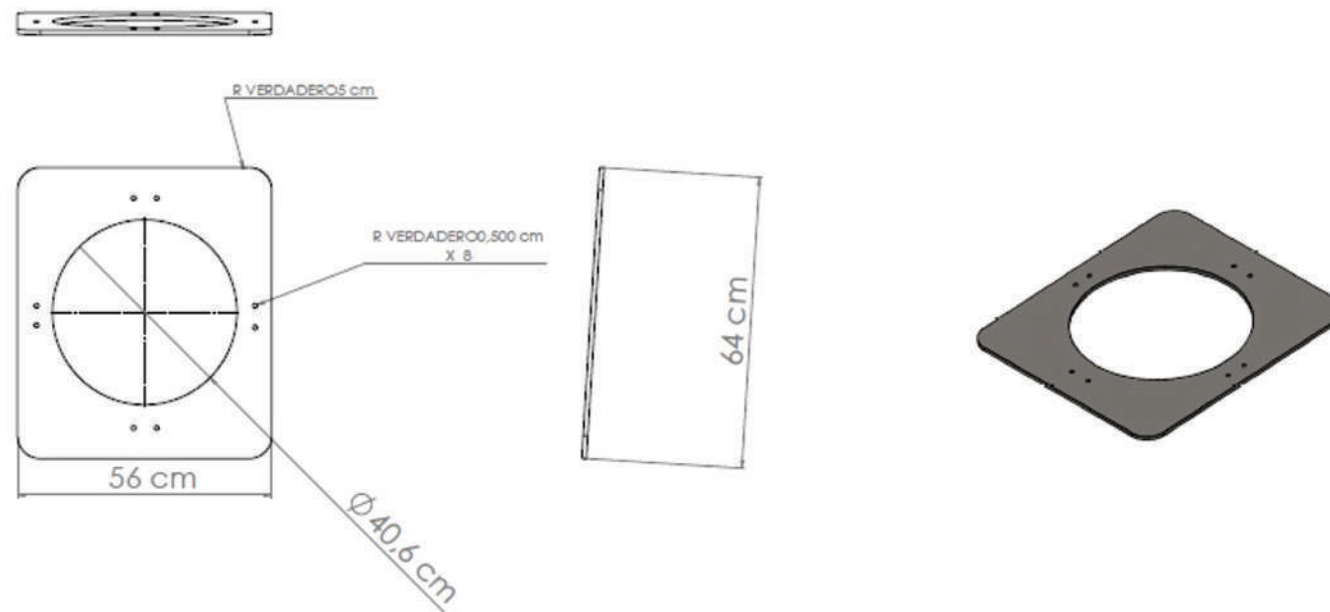
especificamente para el ducto de luz natural, se pretende la realizacion sobre ductos de aire acondi- cionado en lamina galvanizada, debido a sus costos, dimensiones y materiales. este tipo de ductos se ofrecen en el mercado con la posibilidad de obtener cambios de acuerdo a los requerimientos del cliente, convirtiendo asi la propuesta en un desarrollo que se puede elaborar localmente.

Ducto de Luz Natural - Ilux		
Estimacion Tabla de Costos		
Partes	Valor	
Anillo Superior	\$ 7.000	
Superficie Colectora	\$ 12.700	
Soporte superior	\$ 15.000	
Ducto superior	*	
Bandeja de soporte	\$ 30.000	
Teja con claraboya con ganchos	\$ 40.900	
Eles de sujeción	\$ 7.000	
Ducto de luz X 3 mts (lamina galvanizada)	65.500 - 16" DIA	43.900 - 14" DIA
Ducto inferior	*	
Soporte inferior	\$ 15.000	
Superficie difusora	\$ 12.700	
Anillo inferior	\$ 7.000	
Tornillos 1" y 2"	\$ 5.000	
elícula adhesiva de polipropileno Biorientado coextruida (película metálica reflexiva)	\$ 4.800	
Total	\$ 222.600	

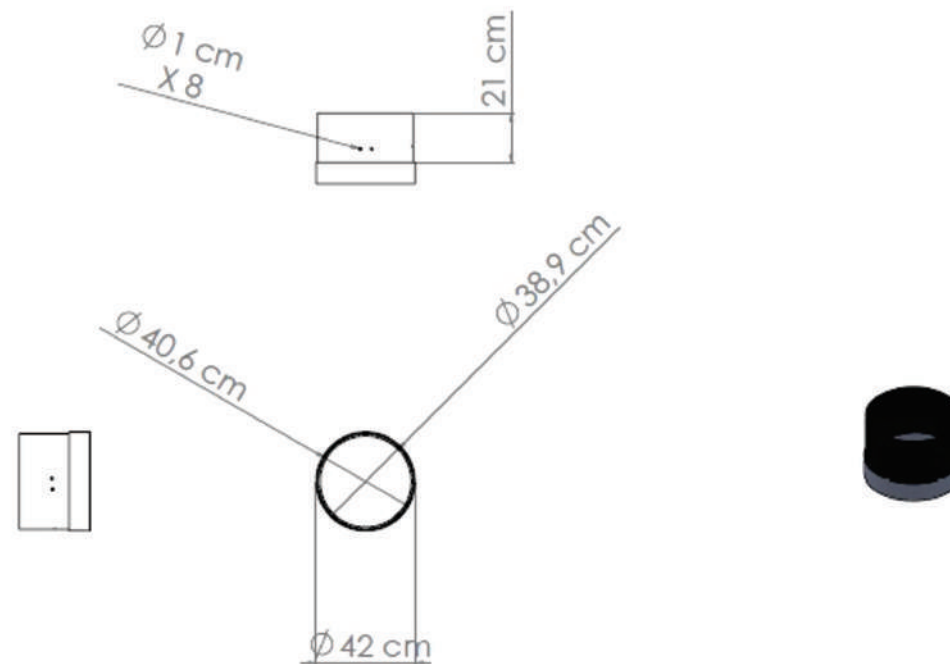
* De acuerdo a las longitudes del ducto, se pueden extraer estas partes del ducto principal.

Tabla 15. Tabla de costos estimados

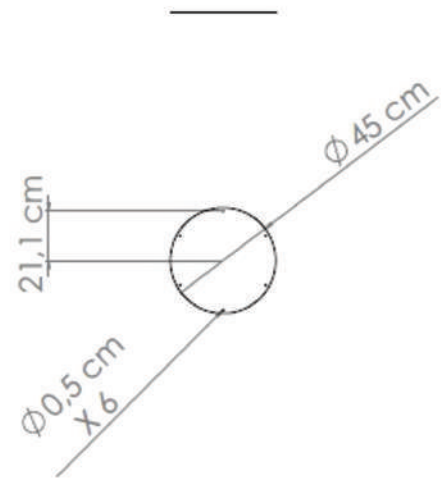
8.6 PLANOS Y MEDIDAS



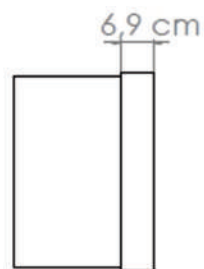
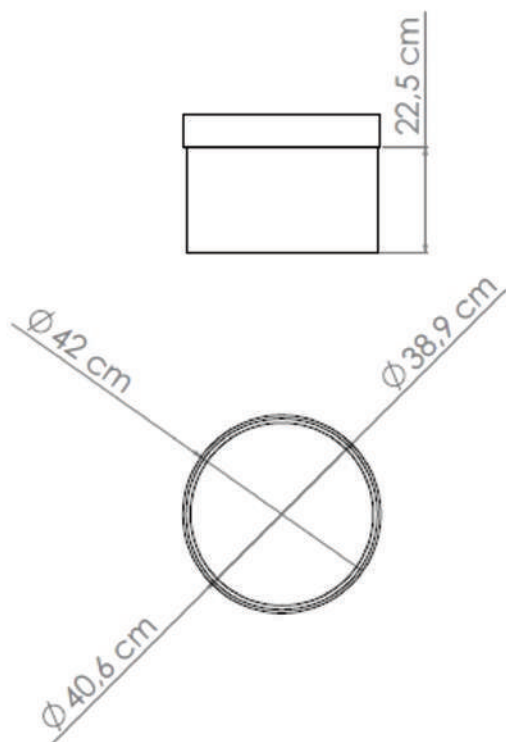
Fecha de Realización: 06/08/2012	Universidad del Valle Facultad de Artes Integradas Diseño Industrial	Escala 1:5	
		Nombre de Proyecto: Ilux	
Persona que lo realizó: Miguel Angel Melo Paredes		Nombre de Pieza: Bandeja de soporte	
Proyecto de Grado de Diseño Industrial		Software : Solidworks 2010	A1



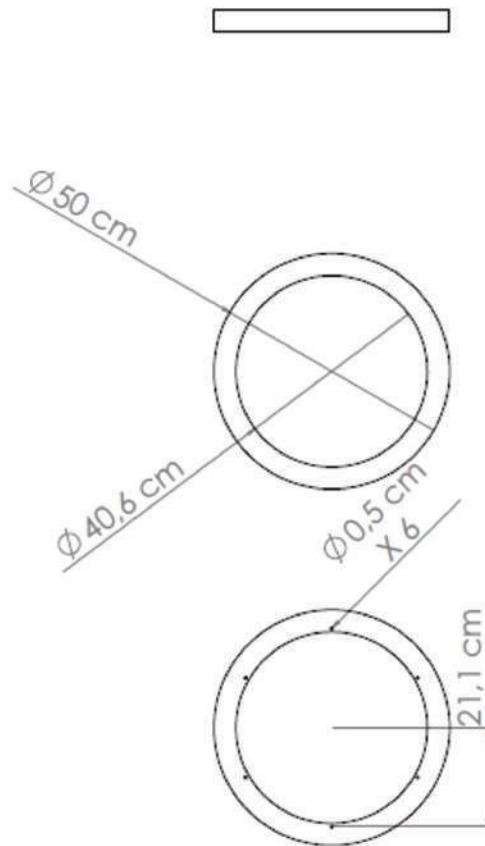
Fecha de Realización: 06/08/2012	Universidad del Valle Facultad de Artes Integradas Diseño Industrial	Escala 1:10	
Persona que lo realizó: Miguel Angel Melo Paredes		Nombre de Proyecto: Ilux	
Proyecto de Grado de Diseño Industrial		Nombre de Pieza:	
		Software : Solidworks 2010	A1



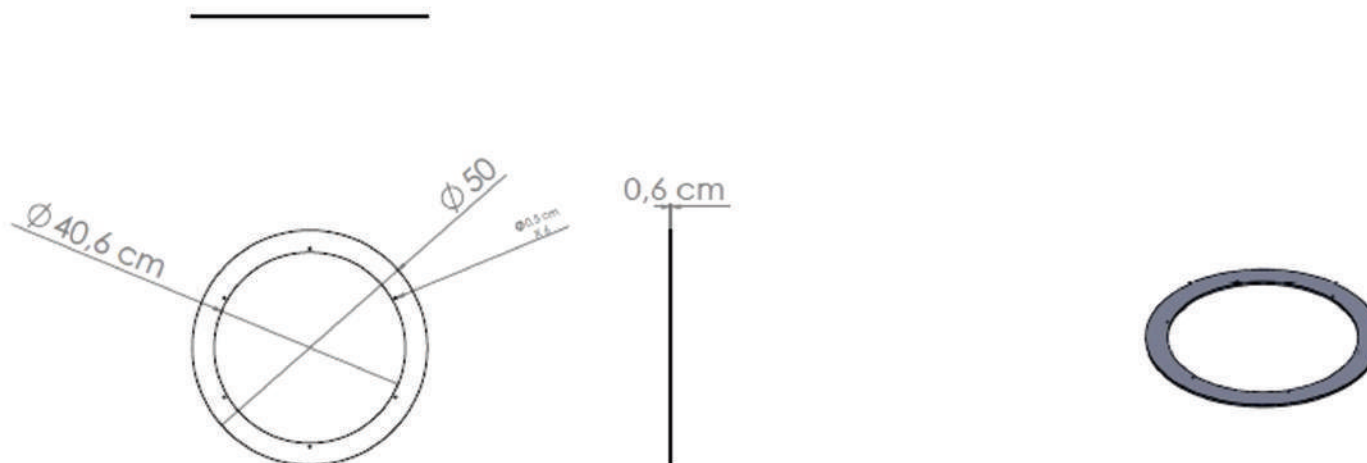
Fecha de Realización: 06/08/2012	Universidad del Valle Facultad de Artes Integradas Diseño Industrial	Escala 1:10	
		Nombre de Proyecto: Ilux	
Persona que lo realizó: Miguel Angel Melo Paredes		Nombre de Pieza: Superficie colectora y difusora	
Proyecto de Grado de Diseño Industrial		Software : Solidworks 2010	A1



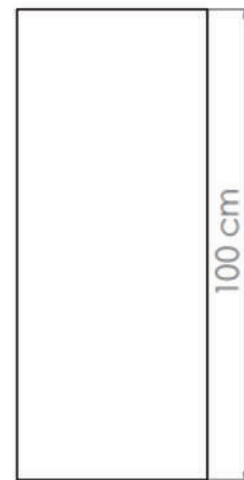
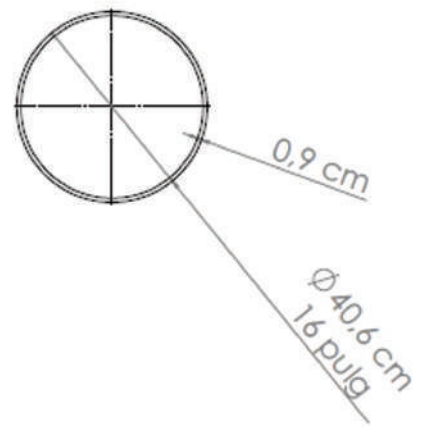
Fecha de Realización: 06/08/2012	Universidad del Valle Facultad de Artes Integradas Diseño Industrial	Escala 1:20	
Persona que lo realizó: Miguel Angel Melo Paredes		Nombre de Proyecto: Ilux	
Proyecto de Grado de Diseño Industrial		Nombre de Pieza: Ducto Inferior	
		Software : Solidworks 2010	A1



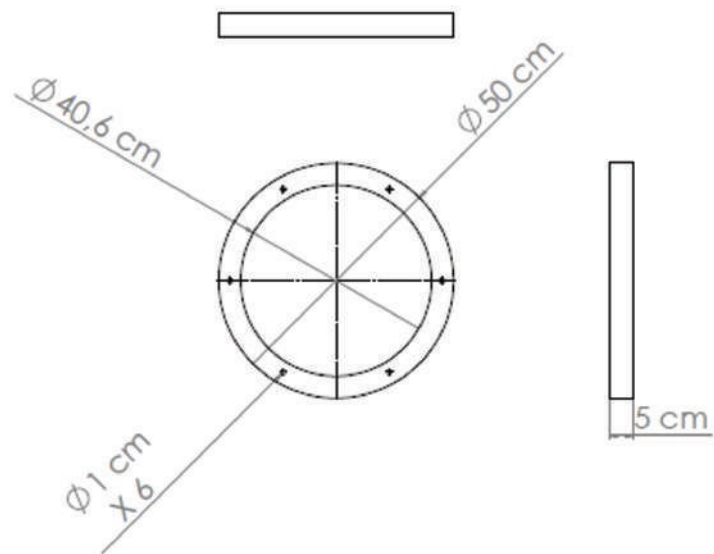
Fecha de Realización: 06/08/2012	Universidad del Valle Facultad de Artes Integradas Diseño Industrial	Escala 1:20	
		Nombre de Proyecto: Ilux	
Persona que lo realizó: Miguel Angel Melo Paredes		Nombre de Pieza: Soporte Inferior	
Proyecto de Grado de Diseño Industrial		Software : Solidworks 2010	A1



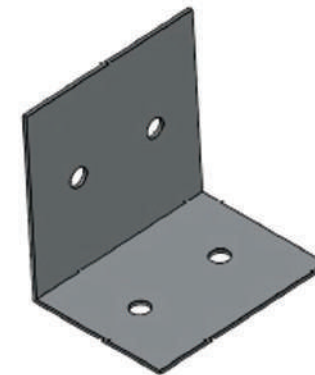
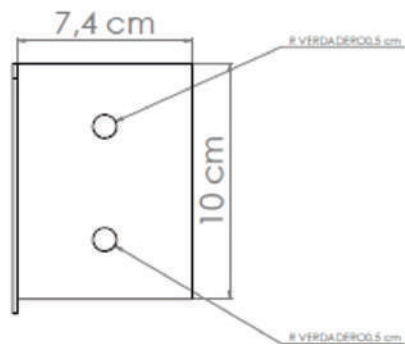
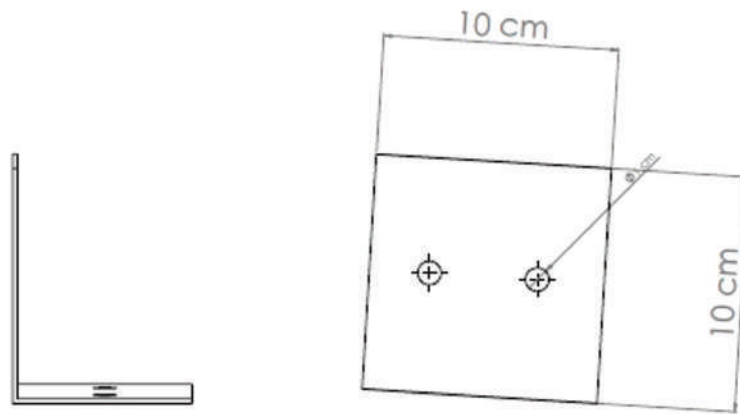
Fecha de Realización: 06/08/2012	Universidad del Valle Facultad de Artes Integradas Diseño Industrial	Escala 1:5	
		Nombre de Proyecto: Ilux	
Persona que lo realizó: Miguel Angel Melo Paredes		Nombre de Pieza: Anillo superior - Anillo inferior	
Proyecto de Grado de Diseño Industrial		Software : Solidworks 2010	A1



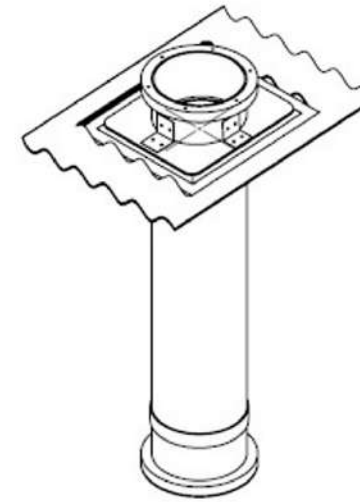
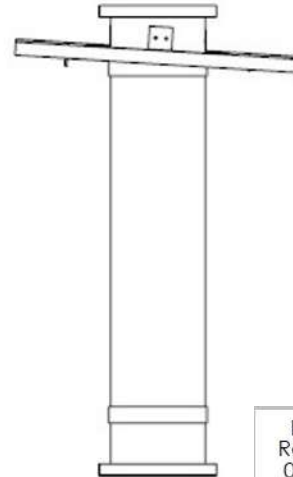
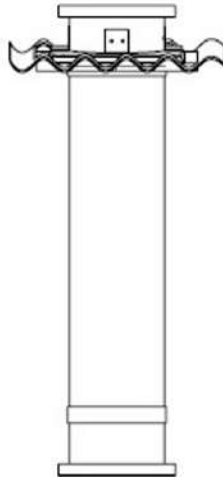
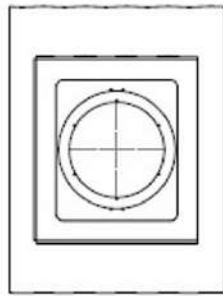
Fecha de Realización: 06/08/2012	Universidad del Valle Facultad de Artes Integradas Diseño Industrial	Escala 1:5	
		Nombre de Proyecto: Ilux	
Persona que lo realizó: Miguel Angel Melo Paredes		Nombre de Pieza: Ducto de Luz	
Proyecto de Grado de Diseño Industrial		Software : Solidworks 2010	A1



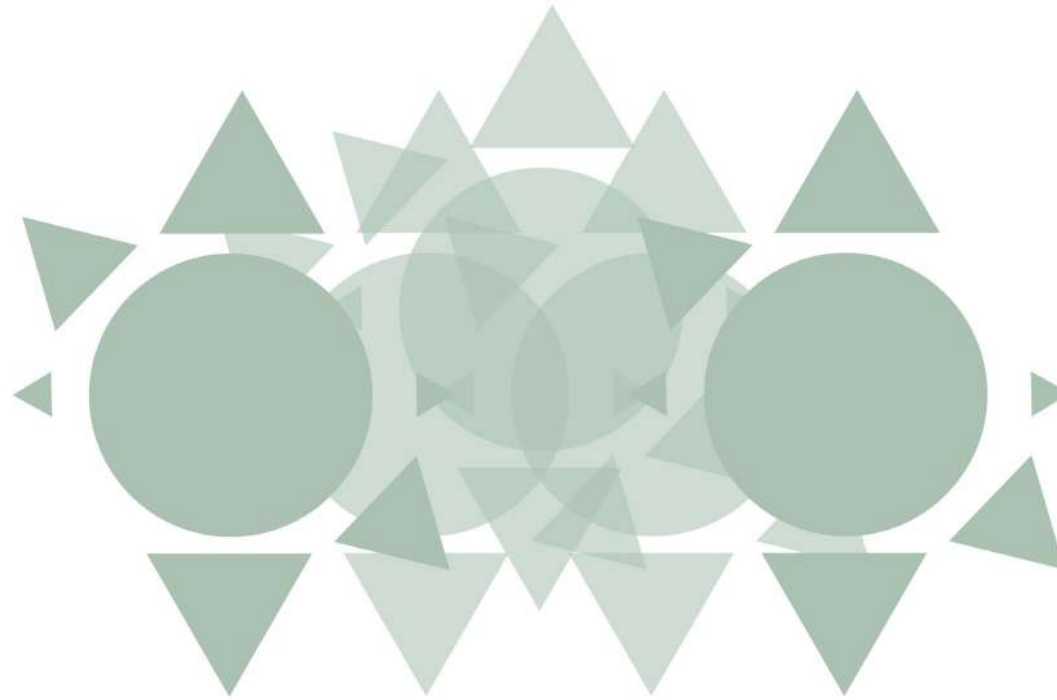
Fecha de Realización: 06/08/2012	Universidad del Valle Facultad de Artes Integradas Diseño Industrial	Escala 1:5	
		Nombre de Proyecto: Ilux	
Persona que lo realizó: Miguel Angel Melo Paredes		Nombre de Pieza:	
Proyecto de Grado de Diseño Industrial		Software : Solidworks 2010	A1



Fecha de Realización: 06/08/2012	Universidad del Valle Facultad de Artes Integradas Diseño Industrial	Escala 1:20	
		Nombre de Proyecto: Ilux	
Persona que lo realizó: Miguel Angel Melo Paredes		Nombre de Pieza: "Eles" de Sujeción	
Proyecto de Grado de Diseño Industrial		Software : Solidworks 2010	A1



Fecha de Realización: 06/08/2012	Universidad del Valle Facultad de Artes Integradas Diseño Industrial	Escala 1:20	
		Nombre de Proyecto: Ilux	
Persona que lo realizó: Miguel Angel Melo Paredes		Nombre de Pieza:	
Proyecto de Grado de Diseño Industrial		Software : Solidworks 2010	A1



9

Conclusiones y Recomendaciones

En el proceso de construcción de este proyecto, la vinculación de los factores ambientales como tema principal y eje temático de desarrollo, las implicaciones en cuanto a la protección de los recursos naturales hacen parte de temas incesantes que de una generación a otra preocupan más debido a sus ligeras y profundas consecuencias. Al abarcar investigaciones donde la fuente primordial de análisis es la relación sistemática de la sociedad y el entorno natural, es de necesaria adherencia vincular la sostenibilidad y sus manifestaciones como eje primordial de construcción. En efecto el desarrollo sostenible pone en concreto las pautas que pueden seguirse cuando se pone en detrimento las funciones naturales. Es por esto que el tema de la sostenibilidad debería instalarse a cualquier proyecto donde intervengan tres esferas importantes como la social, la económica y la ambiental.

Para describir las conclusiones y recomendaciones de este proyecto se pueden dividir diferentes vertientes entorno al desarrollo de la investigación. De esta forma se puede generar planteamientos que dejen en manifiesto los resultados en la ejecución de la propuesta. Sin embargo en cada proceso del proyecto se dejan en evidencia conclusiones que construyen desde primeras etapas los resultados que originaron la propuesta.

CONCLUSIONES TEORICAS DE LA INVESTIGACION

- Como primer paso del proyecto, el análisis de la sostenibilidad lleva consigo temas fundamentales que se vienen trabajando de la década de los 70's. dejando conclusiones muy precisas en cuanto al control del medio ambiente.
- La sostenibilidad y desarrollo sostenible es una herramienta que puede aplicarse a cualquier proyecto donde intervengan las relaciones medio ambiente, sociedad y economía, dejando como resultados relaciones sistemáticas donde la naturaleza primar sobre las dos restantes.
- La economía es parte fundamental de las consecuencias que hoy vive el planeta. La industria ha hecho parte de la cadena de acontecimientos que ponen en peligro el desarrollo natural de los recursos naturales.
- Es importante conocer que tipo función natural genera impactos ambientales negativos o positivos. Las funciones abastecedoras, receptoras y de soporte de vida, se diferencian en su mecánica lo que las convierte en espacios específicos de acción.
- Como conclusión importante, al vincular el proceso de desarrollo sostenible es necesario conocer que las soluciones son sistemáticas, el trasfondo de la sostenibilidad consiste en poner en juego los tres círculos importante que lo componen, la sociedad, el ambiente y la economía deben cumplir igual de condiciones para surgir con eficiencia.
- Los impactos negativos del medio ambiente se deben al uso inadecuado de los recursos y la

falta de conciencia sobre el límite de los mismos.

- El recurso energético y sus usos finales tienen la propiedad de generar altos consumos en la industria, el hogar y el comercio. La energía representa un gasto importante que puede ser desarrollado de manera sostenible y eficiente construyendo propuesta que dejan a un lado la utilización de combustibles fósiles u otros sistemas abastecimientos perjudiciales.
- La iluminación compone uno de los usos finales que mayor gasto energético resulta, debido a su uso constante y la necesidad de habitar espacios mas iluminados, la luz artificial representa un porcentaje alto de consumo que muchas veces es mal aprovechado. La luz es un tema de gran importancia en la construcción de un edificio, ya que posibilita el desarrollo pleno de las actividades. Entorno a la iluminación la sostenibilidad va de la mano con el desarrollo de alternativas que ayuden a aprovechar mejor el espacio estableciendo zonas más bioclimáticas.

CONCLUSIONES DE LA OBSERVACION EN EL CONTEXTO

- Como espacio de observación la Universidad del Valle, compone un sinnúmero de posibilidades en el campus para generar soluciones sostenibles que conviertan a largo plazo un espacio de oportunidades mejor aprovechadas.
- Con una población de más de 30.000 personas el campus universitario Melendez, posee un uso de recursos naturales significativo que debe tomar conciencia y generar posibilidades que sostengan las actividades del campus sin resultar efectos negativos en el ambiente y la comunidad universitaria.
- Actualmente en la Universidad del Valle – Sede Melendez, el desarrollo de iniciativas como el campus sostenible llevan como resultado, en primera instancia la generación de conciencia del espacio que se habita y las consecuencias en las malas practicas (arrojar desechos, contaminar el agua, desperdicio del recurso energético, etc.) esta iniciativa busca generar una política ambiental que haga parte de las directrices de la universidad y el tema ambiental sea tratado importante en la discusión universitaria.
- La observación en el campus y sus recursos, puede arrojar conclusiones que permitan conocer como se utilizan, como se pueden intervenir y como se pueden manejar.
- Uno de los principales recursos que pueden afrontarse de manera sostenible, es el recurso energético debido a la incidencia en el uso y los altos consumos con respecto a otros se pueden fijar metas y soluciones que busquen alternativas de buen uso.
- Dentro de este mismo bloque, la iluminación hace parte de los consumos más visibles en los edificios de la Universidad. El elemento característico se basa en comprender la iluminación por

bombillas fluorescentes, su vida de uso, el mantenimiento, la efectividad y la contaminación que puede generar el mercurio al final de su uso. La iluminación de la Universidad se categoriza en algunos casos por estar obsoleta, en mal estado o mal utilizada. Comprendiendo la necesidad de tener un campus mas sostenible, este tema tan importante desarrolla la propuesta de la investigación.

- Para conocer en detalle como se comporta la iluminación en el campus, se puede realizar un registro de los edificios, discriminar que tipo de bombillas se usan, cantidad de horas y cantidad de energía eléctrica que consume este tipo de uso final.
- Para realizar un trabajo de campo en cuanto a la iluminación es importante conocer la estructura arquitectónica del edificio al igual que el tipo de abastecimiento eléctrico típico de la edificación.
- De acuerdo a este tipo de descripciones, se puede concluir que la Biblioteca Mario Carvajal, posee el consumo mas alto en recurso energético en cuanto iluminación. El hecho característico lo describe la cantidad de horas de uso, las dimensiones, el numero de personas que impacta y el orden arquitectónico del espacio.
- Como tema de importancia en cuanto a la luz natural como alternativa de uso en la iluminación. Es importante tener en cuenta y claro aspectos como: la ubicación geográfica, los ángulos de elevación solar con respecto a la horizontal, la cantidad de días soleados y el comportamiento con respecto a la arquitectura en determinado edificio.

CONCLUSIONES DE LA PROPUESTA

- Los sistemas de iluminación natural, son alternativas sostenibles, de bajo costo, de duración y de impacto confortable que generan un ahorro energético y posibilitan nuevos usos a la luz solar.
- La iluminación al hacer parte de los usos finales con mayor consumo en contraste la luz natural puede generar en porcentaje una reducción hasta del 60% consumo mensual en el edificio.
- Del consumo en energía de un edificio mas del 20% puede basarse en iluminación, comprendiendo nuevas posibilidades cuando se utiliza luz natural.
- Dentro de las características de la luz natural, puede describirse su constante presencia, el uso dinámico, la aceptación psicológica y la trascendencia ecológica.
- Una de las formas mas oportunas y eficientes de aprovechar la luz natural esta basada en los ductos de luz natural, que concentran los rayos solares a través de un cilindro, transportando la luz a lugar deseado.

- El sistema de luz natural Ilux, se compone del aprovechamiento de los rayos solares que atraviesan ductos de luz, revestidos al interior por una película metalizada de polipropileno que refleja los rayos a través del ducto transportándolos al interior del edificio.
- De acuerdo a estos es importante conocer los niveles de luxes anteriores a la propuesta y los niveles requerido de acuerdo al espacio o la actividad.
- Los ductos de luz natural Ilux, construyen una alternativa con criterios sostenibles, de bajo costo y que puede generar un impacto en ahorro energético para uno de los edificios mas emblemáticos de la Universidad del Valle.
- Los ahorros que pueden lograr con este sistema pueden llegar hasta el 60 % , iluminando las zonas requeridas por mas de 6 horas al dia. Comprendiendo los niveles solares a los cuales esta expuesto el edificio.
- Los ductos de luz natural son una alternativa que puede funcionar en climas cálidos, con alto brillo solar y buen numero de días soleados aprovechando todas estas características convirtiéndolas en luz mas económica y satisfactoria para los usuarios.
- Un sistema de luz natural eficiente debe contemplar todos los espacios que puedan intervenir. De acuerdo a esto es representativo dejar en evidencia las facultades del cuarto piso de la Biblioteca Mario Carvajal. Que cuenta con niveles de luz natural por encima de lo requerido, convirtiendo las necesidades de este espacio en oportunidades para controlar la luz natural sin dejar de perder sus propiedades lumínicas
- Todo sistema de iluminación debe contemplar un adecuado mantenimiento, es por estos que debe conservarse las facultades del sistema de luz natural para asegurar su efectividad. De acuerdo al trabajo de campo realizado en este edificio es de vital importancia, mantener las zonas bien iluminadas con ventanales limpios y devolviéndole el brillo a las luminarias o carcazas de los tubos fluorescentes.
- La luz natural representan entonces una alternativa para este espacio cultural para que puedan generarse nuevas herramientas para generar conciencia de uso y posibilitar un ahorro energético que aproveche la universidad, sin dejar de lado la iniciativa de convertir la universidad en un campus totalmente sostenible.



10

Referencias Bibliograficas

Agredo Gonzales, Lady Viviana. *Aproximación a la huella ecológica de la Universidad del Valle, campus universitario de Meléndez*. Tesis Parte de TESIS, UNIVALLE. FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICA. Facultad de Ciencias Sociales y Económicas. Colombia: Universidad del Valle, 2011.

Araya Obando, Jose Andres. *El rol de la investigación en las Universidades Latinoamericanas en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico*. Revista EIDENAR: Ejemplar 9 / Enero - Diciembre 2010. Universidad del Valle.

Arocena, Rodrigo (Autor), Sutz Judith (Autor). *La universidad latinoamericana del futuro: tendencias-escenarios-alternativas*. Publicación México : Union de Universidades de America Latina, 2001.
Assaf, Leonar. El aprovechamiento energético del alumbrado natural en edificios. Capítulo 12, Manual de Iluminación Eficiente PDF. Universidad Tecnológica Nacional. ELI-Argentina, 2002.

Bermejo, Roberto. *La gran transición hacia la sostenibilidad: principios y estrategias de economía*. Publicación España: Siglo XXI, 2005.

Campos, Jose Luis Rosua. *Seminario Internacional Universidad y ambiente (3: Noviembre 8-10, 2005: Bogotá)*, SI (Congresos, Conferencias, Exposiciones ..). Universidad y ambiente. Memorias. Publicación Colombia : Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A.), 2005

Carson, R. *Silent Spring*, Boston: Houghton Mifflin Company. 1962.

CNUMAD (Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo): *Conferencia de Rio 92*. 1993.

CMMAD (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo). *Nuestro Futuro Común (Informe Bruntland)*, Madrid. Alianza Editorial. 1988

Carrizosa Umaña, Julio. *Seminario Internacional Universidad y ambiente (3: Noviembre 8-10, 2005: Bogotá)*. Universidad y ambiente. Memorias. Publicación Colombia : Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A.), 2005.

Clugston, Richard y Calder, W. *Critical Dimensions of Sustainability in Higher Education*. En W. leal Filho (Ed., Sustainability and University Life, New York, NY; Peter Lang Scientific Publishers. 1999.
Clugston, Richard. The UN Decade of Education for Sustainable Development, SGI Quarterly, Soka Gakkai International, October 2004.

Colombo, Elisa. O´Donell , Beatriz. Kirschbaum, Carlos. *Iluminacion eficaz, calidad y factores humanos. Capítulo 3. Manual de Iluminación Eficiente* PDF. Universidad Tecnológica Nacional. ELI-Argentina, 2002.

Delgado, Camacho Clemencia. *Seminario Internacional Universidad y ambiente (3: Noviembre 8-10, 2005: Bogotá)*, SI (Congresos, Conferencias, Exposiciones ..). Universidad y ambiente. Memorias. Publicación Colombia : Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A.), 2005.

Escobar, Luis Alfonso. Díaz, Ariel José. *Informe del proceso de elaboración de la propuesta de política ambiental para la Universidad del Valle*. Santiago de Cali, 22 Septiembre de 2011.
Fiskel, Joseph. Ingeniería de Diseño Medioambiental. DFE. Madrid, España. McGraw-Hill/Interamericana de España.

Folchi, M. *Conflictos de contenido ambiental y ecologismo de los pobres: no siempre pobres, ni siempre ecologista*. Ecología Política, 22, 79-100. 2001.

Fiori, Stella, *Diseño Industrial Sustentable, una percepción desde las ciencias sociales*. -1ª Ed. – Córdoba: Brujas, 2006.

Gordillo Bedoya, Fernando. Hernandez Castro, Nieves Lucely. Ortega Morales, James. *Pautas para una construcción sostenible en Colombia: Bogotá - Cali – Medellín*. Colombia: Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesionales Auxiliares, 2010.

Guerrero Forero, Eduardo. Saravia Perry, Catalina. *Energías para un desarrollo sostenible: ensayos sobre gestión ambiental de los recursos energéticos*. Colombia: Financiera Eléctrica Nacional, 1999.
Jacobs, M. Economía Verde: Medio Ambiente y Desarrollo sostenible. Bogota: TM Editores y Ediciones Uniandes. 1991.

Henriques Ardila, Veronica. Perez Corrales, Jose Antonio. *Control solar Vs iluminación natural en climas cálidos de la zona tropical*. Archivo PDF.

Kopfmüller, J. / Brandl, V. / Jörisen, J. / Paetau, M. / Banse, G. / Coenen, R. / Grunwald, A. (2001). Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet – Konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren (*desarrollo sostenible visto integralmente – elementos constitutivos, normas, indicadores*). Edition Sigma. Berlin. 432 p.

Leff, E. *Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales*. Cultura y manejo sustentable de los recursos. 1993.

Lleras, Rudas Guillermo. *Ambiente y desarrollo ensayos 4: institucionalización del tema ambiental en la Universidad. Series Ambiente y desarrollo*. Serie investigación (6 y 7) Publicación Colombia : Pontificia Universidad Javeriana, 2001.

MEA. *Evaluación de los Ecosistemas del milenio*. Washington DC; Nairobi: Millenium. 2005.

Michelsen, Gerd. *Las universidades y la agenda 21: el ejemplo de la Universidad de Lunenburg*. Polis, Revista de la Universidad Bolivariana. Vol II, No 5. 2003.

Moller Rolf, *Principio de desarrollo para América Latina*, Revista EIDENAR: Ejemplar 9 / Enero - Diciembre 2010. Universidad del Valle.

Muñoz, Ángela María. *Universidad Sostenible: Principios conceptuales para un sistema de gestión para la sostenibilidad*. Revista Avances de Tecnología y Producción No 2. Universidad Externado de Colombia, Facultad de Administración de Empresas. Noviembre 2004.

Papanek, Victor, *Diseñar para el mundo real, Ecología Humana y Cambio Social*. Lo H. Blume 03 Ediciones. Rosario 17. Madrid.

Pattini, Andrea. *La iluminación natural y su influencia en la calidad de vida*. Presentación Power Point. Congreso y Exposición de Ingeniería eléctrica y luminotecnia, control automatización y seguridad. Mendoza, Argentina, 2007.

Pattini, Andrea. *Luz natural e iluminación de interiores. Capítulo 11, Manual de Iluminación Eficiente* PDF. Universidad Tecnológica Nacional. ELI-Argentina, 2002.

Pérez Rincón, Mario Alejandro (Compilador) Rojas Padilla, Johnny Harold (Compilador) Ordóñez Barona, Camilo (Compilador). *Desarrollo sostenible: principios, aplicaciones y lineamientos de política para Colombia*. Publicación. Colombia: Universidad del Valle, 2010.

PUMA (Proyecto Universitario de Medio Ambiente). *Construcción de la Política ambiental en la Universidad cultivando el reto de hacer Universidad* 2009. Universidad del Valle.

Raitelli, Mario. *Diseño de la iluminación de interiores. Capítulo 8, Manual de Iluminación Eficiente* PDF. Universidad Tecnológica Nacional. ELI-Argentina, 2002.

RETILAP, *Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público*. Ministerio de Minas y energía Colombia. 2010.

Tanides, Carlos. *Introducción al uso eficiente de la energía en la iluminación. Capítulo 1, Manual de Iluminación Eficiente* PDF. Universidad Tecnológica Nacional. ELI-Argentina, 2002.

Udual. (1999). *Historia de las universidades de América Latina*, México, 591. Velez, I. y Davila, R. (1984). De la investigación universitaria en Colombia.

Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Dpto. de Física. *Determinación del*

consumo final en los sectores residenciales urbanos y comerciales y determinación de consumo para equipos domésticos de energía eléctrica y gas. Resumen ejecutivo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Dpto. de Física 2006.

UPME, Unidad de planeación minero energética. *Alumbrado interior de edificaciones para entidades públicas*. Ministerio de Minas y energía Colombia. 2007.