

FILTROS AMBIENTALES

MICHELE LECLERCQ RUIZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

CIUDAD DE MEDELLIN

AÑO 2017

FILTROS AMBIENTALES

MICHELE LECLERCQ RUIZ

Trabajo de grado para optar al título de Arquitecto

Asesor

LUIS FELIPE LALINDE CASTRILLON

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

CIUDAD DE MEDELLIN

AÑO 2017

26 de mayo de 2017

Filtros Ambientales

“Declaro que esta tesis (o trabajo de grado) no ha sido presentada para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad” Art 82 Régimen Discente de Formación Avanzada.

Firma

Michele Leclercq Ruiz.

Michele Leclercq Ruiz
CC 1152458409

A la memoria de Mariela y Deyanira Ruiz, su ejemplo de vida y amor incondicional será espíritu motivante para luchar por nuestros sueños.

AGRADECIMIENTOS

El siguiente trabajo investigativo hace parte importante de mi formación como persona y como profesional integral. A continuación se presenta una recopilación de indagación, análisis y experimentación de un proyecto pequeño que hace parte de la infinita gama de saberes que engloba la arquitectura.

Es preciso agradecer en primera instancia a Dios por la etapa que llega a su fin, por los conocimientos adquiridos, los errores cometidos y el crecimiento integral que he logrado, teniendo en cuenta que como creyente su voluntad fue favorecedora para el inicio, el desarrollo y la culminación del mismo.

En segunda instancia agradecer a mis padres y a mi hermana por el apoyo incondicional y la motivación permanente que me brindaron para lograr los apuntes que encontraran a continuación.

Quiero agradecer a los docentes de PDT por sus valiosos aportes, especialmente a mi tutor por ser guía constante durante todo el proceso, por sus consejos, el apoyo y la motivación permanente para seguir desarrollando la investigación por buen camino.

Finalmente agradecer al colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana, por permitirme la indagación, instalación de los filtros ambientales, el registro constante de datos y el dialogo directo con la comunidad educativa para el análisis previo y posterior de resultados.

Lo que encontraran en las siguientes hojas constituye mi proyecto de titulación como estudiante de arquitectura en continuo proceso de formación.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION	12
1.1. Descripción del problema	13
1.2. Antecedentes	14
1.3. Delimitacion	17
1.4. Formulacion del problema	18
1.5. Objetivo general	18
1.6. Objetivos Especificos.....	18
1.6.1. Objetivo Especifico 1	18
1.6.2. Objetivo Especifico 2	18
1.6.3. Objetivo Especifico 3	18
1.6.4. Objetivo Especifico 4	18
1.6.5. Objetivo Especifico 5	18
1.7. Elementos o Variables.....	19
1.7.1. Aula Educativa	19
1.7.2. Materialidad.....	19
1.7.3. Agua.....	19
1.7.4. Confort	19
1.8. Justificacion.....	20
1.9. Metodologia.....	21
1.9.1. Grafico de tiempos	21
1.9.2. Grafico resumen del proceso elaborado	23
2. MARCO CONTEXTUAL.....	24
3. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO	27
3.1. Conceptos claves a resaltar.....	30
4. MARCO PRACTICO	31
4.1. Aula Educativa.....	32
4.1.1. Encuestas Aplicadas	34
4.1.2. Encuesta N° 1: Previa Analisis	34
4.1.3. Entrevista: Prosterior Instalacion Prototipos	39
4.2. Materialidad.....	39

4.2.1.	Posibles materiales para la elaboracion de los Filtros Ambientales	40
4.2.1.1.	Materiales para Tejido.....	41
4.2.1.2.	Materiales para Tejido 2.....	42
4.2.1.1.	Materiales para Estructura	43
4.2.2.	Matriz para selección de Materiales.....	44
4.2.2.1.	Resultados producto de la aplicación de la Matriz.....	45
4.2.2.2.	Reticula en Madera	45
4.2.3.	Experimento a Escala Real.....	46
4.2.3.1.	Filtro ambiental Tejido.....	47
4.3.	Agua.....	48
4.3.1.	Filtro ambiental con circulacion de Agua	49
4.4.	Confort	51
4.4.1.	Instalacion de Filtros Ambientales.....	53
4.4.2.	Resultados y Analisis de Resultados	54
5.	CONCLUSIONES	64
6.	RECOMENDACIONES	65
6.1.	Aspectos a mejorar.....	65
7.	CIBERGRAFIA - BIBLIOGRAFIA	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Impacto radiación Solar en Aulas educativas. Gettyimages-Imagen intervenida.	14
Figura 2. EKOMURO H2O+. ecoinventos.....	15
Figura 3. ¿Qué jardín vertical elegir? Canevaflor.....	16
Figura 4. Hábitat 5 (H5) / Alejandro Borrachia. archdaily.....	17
Figura 5. Salones Colegio UPB. Registro propio.....	20
Figura 6. Gráfico de tiempos.....	22
Figura 7.Gráfico de resumen de proceso.....	23
Figura 8. Ubicación Intervenida. MapGis.....	32
Figura 9. Plano esquemático de las aulas. Elaboración propia.....	33
Figura 10.Plano esquemático de las aulas. Elaboración propia.....	33
Figura 11.Fachada esquemática del aula con filtros. Elaboración propia.....	34
Figura 12.Resultados encuesta previa pregunta 1.....	35
Figura 13.Grafica pregunta 2.....	36
Figura 14.Resultados encuesta previa-pregunta 3.....	36
Figura 15.Resultados encuesta previa-pregunta 4.....	37
Figura 16.Resultados encuesta previa-pregunta 5.....	37
Figura 17.Resultados encuesta previa-pregunta 6.....	38
Figura 18.Resultados encuesta previa-pregunta 7.....	38
Figura 19.Resultados encuesta previa-pregunta 8.....	39
Figura 20.Material-Variable y subvariables.....	40
Figura 21. Materiales para tejido.....	41
Figura 22. Materiales para tejido 2.....	42
Figura 23. Materiales para estructura.....	43
Figura 24.Reticula en Madera.....	45
Figura 25.Experimento a Escala. Elaboración propia.....	46
Figura 26.Experimento: Ensayo de tejidos. Elaboración propia.....	47
Figura 27.Tejidos definidos para este tipo de Filtro Ambienta. Elaboración propia.....	47
Figura 28.Filtro Ambiental diseñado a partir de la circulación de agua. Elaboración propia.....	48
Figura 29. Experimento para verificar el caudal de agua por minuto. Elaboración propia.....	49
Figura 30.Instalación del venoclisis para el Filtro Ambiental con circulación de agua. Elaboración propia.....	49
Figura 31. Instrumento de Medición empleado. Registro propio.....	51
Figura 32.Plano esquemático de la situación de confort. Elaboración propia.....	52
Figura 33. Fachada esquemática del aula con filtros. Elaboración propia.....	52
Figura 34. Filtros ambientales instalados. Registro propio.....	53
Figura 35. Instalación de dispensadores de agua desde el pasamanos. Registro propio.....	53
Figura 36.Filtros ambientales instalados-.....	54
Figura 37. Luxes-5 días: Oficina de Fotografía y Comunicación.....	61
Figura 38. Temperatura-5 días: Oficina de Fotografía y Comunicación.....	61
Figura 39.Humedad-5 días: Oficina de Fotografía y Comunicación.....	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables-Subvariables-Trabajo propio	19
Tabla 2. Aula-Variable y subvariables	32
Tabla 3. Calificación encuesta previa	35
Tabla 4. Tabulación pregunta 2	35
Tabla 5. Matriz de Materiales	44
Tabla 6. Agua-Variable y subvariables	48
Tabla 7. Caudal por minuto con el Venoclisis sin perforar. Elaboración propia	50
Tabla 8. Caudal por minuto con el Venoclisis perforado. Elaboración propia	50
Tabla 9. Confort-Variable y subvariable	51

RESUMEN

La ubicación, la incidencia del sol, el diseño arquitectónico y funcional constituyen un problema continuo que influencia el desarrollo eficiente y el confort de estudiantes y personal docente dentro de las aulas educativas. Lo anterior es evidente desde la experiencia como estudiante de la UPB en cuyos espacios académicos se ha podido evidenciar dicha falencia.

A partir del problema enunciado anteriormente surge la presente investigación como alternativa para mejorar los factores de temperatura, humedad e iluminación, esto se aplicó implementando unos prototipos de filtros ambientales compuestos por diferentes materiales, tejidos con fibras y con un sistema de circulación de agua.

La metodología implementada se dio en tres semestres consecutivos; se realizó por etapas, un periodo de indagación, recopilación de datos y experimentación. El prototipo diseñado finalmente se instaló en uno de los salones educativos del colegio de la UPB y se llevó a cabo un registro constante durante un periodo de siete días.

Los resultados tomados se compararon con un registro realizado en el salón contiguo, un aula con las mismas condiciones de ubicación y espacialidad sin embargo con el aire acondicionado en constante uso y sin la instalación del prototipo plateado.

Las condiciones climáticas no fueron favorecedoras, pero a pesar de este aspecto, se obtuvieron resultados positivos ya que el aula con el prototipo presentó datos similares a los que se tenían con el aire encendido en el aula tomada como base de comparación.

PALABRAS CLAVE: CONFORT, TEMPERATURA, HUMEDAD, ILUMINACION, AULAS EDUCATIVAS, FILTROS AMBIENTALES, TEJIDO, MATERIALIDAD, SOTENIBILIDAD, BIOCLIMATICA, UBICACIÓN, SOL, RADIACION, DISEÑO, ARQUITECTURA.

ABSTRACT

The location, the incidence of the sun, the architectural and functional design are a continuous problem that influences the efficient development and comfort of students and teaching staff within the classroom. This is evident from the experience as a student of the UPB in whose academic spaces has been able to evidence such failure.

Based on the above mentioned problem, the present research as an alternative to improve the temperature, humidity and illumination factors was applied by implementing prototypes of environmental filters composed of different materials, fiber fabrics and a water circulation system.

The methodology implemented was given in three consecutive semesters, it was made in stages: a period of inquiry, data collection and experimentation was carried out. The designed prototype was finally installed in one of the educational rooms of the UPB school and a constant registration was carried out over a period of seven days.

The results were compared with a register made in the adjoining room, a classroom with the same conditions of location and spatiality, however, with air conditioning in constant use and without the installation of the prototype.

The climatic conditions were not favorable, but in spite of this aspect, positive results were obtained since the classroom with the prototype presented similar data with the classroom that was taken as base of comparison.

KEY WORDS: COMFORT, TEMPERATURE, HUMIDITY, ILLUMINATION, EDUCATION CLASSROOMS, ENVIRONMENTAL FILTERS, TISSUE, MATERIALITY, SUSTAINABILITY, BIOCLIMATIC, LOCATION, SUN, RADIATION, DESIGN, ARCHITECTURE.

1. INTRODUCCIÓN

La Arquitectura es una labor ligada a todos los aspectos de la vida humana, una vida que cambia y se transforma rápidamente, en donde los hogares, se convierten en espacios transitorios, los padres se encuentran cumpliendo horarios de trabajo y los niños o estudiantes pasan la mayor parte de su tiempo en las escuelas en las cuales se encuentran matriculados.

Los salones se convierten en un hogar, un recinto en el cual desde la experiencia propia es posible reconocer la ausencia de condiciones arquitectónicas adecuadas y funcionales, donde se requiere verificar a partir de un sistema de medición constante la situación de temperatura, humedad e iluminación presentes.

A partir de la primicia anterior, se propone realizar un prototipo y un proceso de ensayo-medición compuesto con diferentes materiales seleccionados según características favorecedoras aprovechando dentro de estos el agua como elemento clave para refrigerar los espacios.

Es una situación interesante, preocupante y en espera de ser resuelta presente dentro de nuestro contexto, la Ciudad de Medellín, por tanto resulta motivante el hecho de poder contribuir a mejorar la calidad, el confort y al mismo tiempo el progreso de los estudiantes dentro de las escuelas, planteando soluciones económicas gracias a elementos arquitectónicos construidos a partir de métodos ordinarios.

Este proceso investigativo es una forma de crear conciencia del desarrollo responsable que se debe tener en una profesión en pro del ser humano, esta investigación constituye una experiencia para la formación profesional, un aporte para la adquisición de conocimientos no solo respecto a temáticas constructivas innovadoras, soluciones viables y comprometidas con el entorno que nos rodea, sino también como ejercicio de comprensión del efecto positivo que trae el desarrollo de la arquitectura pensada adecuadamente.

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El problema en el cual se centra esta investigación surge a partir de la experiencia como estudiante del colegio de la UPB y se fundamenta en el bajo confort y en el prácticamente inexistente diseño arquitectónico evidenciado en las aulas educativas. Un hecho que puede ser repetitivo en diferentes instituciones en el Valle de Aburra y que afecta directamente el desempeño de estudiantes y equipo docente.

La capital Antioqueña, es una ciudad cuya temperatura promedio es de “21.6 ° C” (conjunto de redacciones Climate Data, s.f.) y su radiación ultravioleta durante todo el año “es mayor de 9 en promedio 10” (Hernández Garzón & Sanclemente Mesa, 2010, pág. 1).

Sin embargo según registro del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam), el presente año se dio un incremento considerable de la temperatura en diferentes ciudades del país.

En Medellín, el Sistema de Alerta Temprana (Siata) señaló que la primera semana de febrero fue la más calurosa de la historia. El sector del Jardín Botánico marcó temperaturas entre los 30,9 y los 31,5 grados centígrados. (Semana, 2017), situación preocupante que afecta notablemente el índice de confort permisible.

Es un asunto indispensable proyectar e intervenir arquitectónicamente como aliados del sol o tratar de mitigar su impacto a través del buen diseño o por medio de la implementación de elementos arquitectónicos. Por tanto se requiere de una investigación para detectar aulas en estado desfavorable, fijando como meta el diseñar, construir y aplicar el prototipo conocido como Filtros ambientales en el sector educativo.

Se proponen unos sistemas eco-constructivos a partir de materiales sencillos, económicos y seguros que permitan adaptarse a todo tipo de presupuesto y elevar los niveles de confort al interior de los espacios.

Es un proceso lento que requiere de metodología directa e interactiva con la comunidad afectada. Se busca que a partir de la aplicación de encuestas y el registro de propiedades relacionadas con el confort se arrojen datos acerca de la situación real del entorno y de quienes lo habitan.

Una experimentación coherente con materiales del entorno, económicos, prácticos y funcionales, un hecho actual, presente, preocupante y una necesidad a resolver que busca a futuro resultados positivos, un funcionamiento adecuado del espacio académico y el desempeño por parte de estudiantes y equipo de profesores.

-
- conjunto de redacciones Climate Data. (s.f.). Climate Data,. Obtenido de Clima Medellin.
 - Hernández Garzón, G. E., & Sanclemente Mesa, G. (Junio de 2010). Iatreia Revista Médica Universidad de Antioquia. Obtenido de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/iatreia/article/view/11125/10207>
 - Semana. (08 de 02 de 2017). Obtenido de Semana SOSTENIBLE: <http://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/bogota-registra-la-temperatura-mas-alta-en-su-historia/37055>

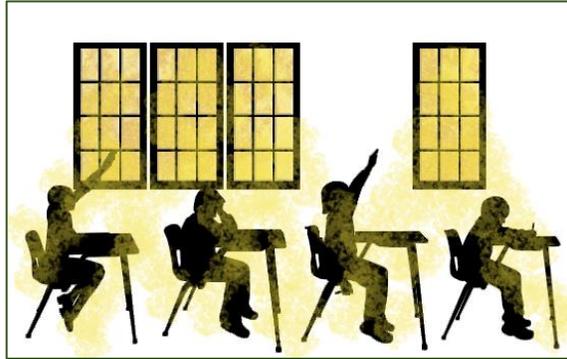


Figura 1: Impacto radiación Solar en Aulas educativas.
Gettyimages-Imagen intervenida.

1.2. ANTECEDENTES

Los espacios académicos han sido y continúan siendo tema de alta preocupación, el espacio de formación de las nuevas generaciones, los templos de aprendizaje y crecimiento se encuentran en situaciones deplorablemente arquitectónicas. Diseños en cantidad carentes de la calidad. Esto constituye una temática apropiada y pertinente de abordar durante el proceso de investigación de PDT, ya que desde la experiencia en la ciudad de Medellín, específicamente en el colegio de la UPB se evidencian falencias de confort en las aulas educativas.

Esta vivencia remite a aspectos que han sido evaluados en previas investigaciones, como se habla en el artículo: “Evaluación de los efectos psicológicos de los factores climáticos en entornos educativos” (Haghparast, 2008), donde se pretende mostrar la importancia de los microclimas y como estos afectan los espacios y las personas, influyendo en el desarrollo y en el comportamiento. Esta investigación sirve de sustento o justificación para el presente trabajo académico.

El hecho de comprender la influencia de los microclimas permite asimilar la influencia que pueden tener los factores de temperatura, humedad e iluminación al interior de las aulas. Englobando por tanto temáticas de circulación de aire y factores visuales apropiados en espacios colectivos.

-
- gettyimages. (s.f). Energized Classroom Vector Silhouette [Gráfico]. Recuperado de <http://www.gettyimages.com/detail/illustration/energized-classroom-vector-silhouette-royalty-free-illustration/165811046>
 - HAGHPARAST, Farzin. Evaluación de los efectos psicológicos de los factores climáticos en entornos educativos. En: Passive and Low Energy Architecture (PLEA), Wednesday 22 October 2008, Comfort, Paper 650. arch.org/ARCHIVE/2008/content/papers/oral/PLEA_FinalPaper_ref_650.pdf [Consulta: 22 de febrero de 2016]

La información recopilada por Haghparast se realizó a partir de herramientas como encuestas, juegos y exámenes aplicados a los usuarios para conocer la situación que se presentaba. Un proceso de búsqueda útil que sirvió de ejemplo para plantear herramientas similares en la población estudiantil del colegio de la UPB próxima a evaluar.

Dentro de este análisis de antecedentes se estudiaron diversas propuestas innovadoras para la elaboración de los filtros ambientales que permitieran la aplicación de materiales económicos y funcionales dentro de diferentes contextos.

El EKOMURO H2O+, es un “Sistema de recolección de agua lluvia elaborado modularmente reutilizando 54 botellas PET de 3 a 2.5 litros, que interconectados entre sí, conforman un depósito de agua tipo vertical, compacto y resistente a las presiones del líquido, ocupando un mínimo de espacio y orientado a satisfacer las necesidades de Ahorro de Agua en una vivienda urbana.” (Eco-Inventos, 2016, párr.1).



Figura 2. EKOMURO H2O+. ecoinventos.

-
- Eco-Inventos. (2016). Eco-Inventos. Recuperado de <http://ecoinventos.com/ekomuro-h2o-paredes-que-recogen-el-agua-de-lluvia/#ixzz4hN0AeBX0>
 - Eco-Inventos. (2016). Eco-Inventos [Gráfico]. Recuperado de <http://ecoinventos.com/ekomuro-h2o-paredes-que-recogen-el-agua-de-lluvia/#ixzz4hN0AeBX0>

Luego de analizado el caso anterior en cuanto a factibilidad, estética, elaboración, ventajas y desventajas, se procede con la investigación de referentes de muros verdes, como complemento que ayudaría al enfriamiento al interior de los salones.

Se estudió el muro verde Intensivo de la marca Canevaflor, un prototipo suspendido que favorece factores térmicos, acústicos, descontaminantes y decorativos (Claro, 2016).

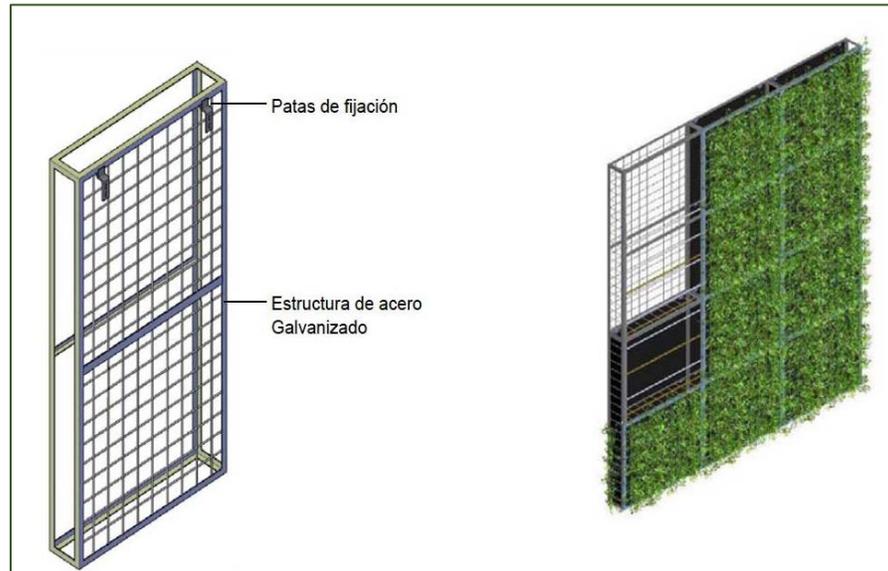


Figura 3. ¿Qué jardín vertical elegir? Canevaflor

A partir de los casos estudiados anteriormente se evidencian factores estéticos y funcionales negativos para la aplicación del prototipo realizado con botellas PET y al mismo tiempo se reconocen factores positivos desde la aplicación de elementos vegetales como material clave para ayudar al confort.

Continuando con el proceso de indagación, se busca como solución al prototipo una retícula en madera, la cual sería estéticamente más agradable, de bajo costo, liviana y eficiente a la hora de instalarse.

Hábitat 5 (H5) de Alejandro Borrachia, fue el referente empleado, este es un “Sistema Modular de Construcción en Madera que puede albergar desde huertas orgánicas en la cubierta hasta cultivos verticales en los muros o apicultura.” (Castro, 2014, párr. 2)

-
- Claro, M. (2017). ¿Qué jardín vertical elegir? Canevaflor. Recuperado de <http://www.canevaflor.cl/productos>
 - Castro, F. (19 de marzo de 2014). Hábitat 5 (H5) / Alejandro Borrachia. ArchDaily. Recuperado de <http://www.archdaily.co/co/750737/habitat-5-h5-alejandro-borrachia>
 - Claro, M. (2017). ¿Qué jardín vertical elegir? Canevaflor [Gráfico]. Recuperado de <http://www.canevaflor.cl/productos>



Figura 4. Hábitat 5 (H5) / Alejandro Borrachia. archdaily

Estos referentes, sirvieron de motivación y de solución, permitiendo encontrar razones para continuar con el planteamiento de los filtros ambientales como un elemento arquitectónico que puede ser de mejoría para el confort de los espacios educativos, brindando salubridad y aspectos positivos para el desarrollo académico de los estudiantes. Una solución realista, un sistema oportuno y económico; donde se aprovechan tejidos comunes y agua como medio efectivo para generar confort al interior del espacio.

1.3. DELIMITACIÓN

La investigación se encuentra delimitada en el sector educativo, ya que este proyecto académico surge a partir de la experiencia como estudiante del colegio de la UPB.

En este espacio seleccionado se aplicara el prototipo planteado, realizando un registro constante en donde se evidencie como el confort se encuentra en una situación desfavorable debido a las condiciones de temperatura, humedad e iluminación presentes al interior del espacio.

Un hecho que puede ser replicable en otras aulas educativas del Valle de Aburra expuestas a las inclemencias del sol y que termina repercutiendo en el correcto desempeño de estudiantes y equipo docente.

- Castro, F. (2014). Hábitat 5 (H5) / Alejandro Borrachia [Gráfico]. Recuperado de <http://www.archdaily.co/co/750737/habitat-5-h5-alejandro-borrachia>

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Como se mencionó anteriormente, la investigación se encuentra enfocada en aulas educativas expuestas al sol en el Valle de Aburra, lugares que se deben intervenir para buscar mejores condiciones de confort. La siguiente pregunta se planteó como guía para encaminar la investigación:

¿Cómo generar un mayor grado de confort al interior de las aulas educativas a partir de la implementación y el diseño de elementos arquitectónicos económicos, livianos, duraderos, seguros y fáciles de instalar?

1.5. OBJETIVO GENERAL

Implementar filtros ambientales mediante paneles instalados en aulas educativas de la Ciudad de Medellín, diseñados empleando materiales ordinarios y aplicando el proceso de circulación de agua, con la intención de mitigar notablemente la radiación y el flujo de calor hacia el interior, generando confort y favoreciendo al desempeño de estudiantes y personal docente.

1.6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.6.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Identificar aulas educativas de la Ciudad de Medellín expuestas a la radiación, para estudiar sus condiciones de confort y plantear soluciones viables.

1.6.2. OBJETIVO ESPECIFICO 2

Identificar materiales que permitan el desarrollo de diversos filtros ambientales, buscando garantía en cuanto a confort, economía, durabilidad y seguridad para la comunidad educativa.

1.6.3. OBJETIVO ESPECIFICO 3

Aprovechar la circulación de agua en el diseño de los filtros ambientales para favorecer al confort.

1.6.4. OBJETIVO ESPECIFICO 4

Realizar una medición constante y oportuna de la temperatura, la humedad y la iluminación al interior de las aulas.

1.6.5. OBJETIVO ESPECIFICO 5

Verificar a partir de una consulta al usuario sobre los beneficios brindados por la implementación de los filtros ambientales.

1.7. ELEMENTOS O VARIABLES

1.7.1. AULA EDUCATIVA

Se refiere al lugar en el cual se aplicara la investigación, buscando reconocer, entender y plantear soluciones a partir de la ubicación, el diseño y la accesibilidad para la instalación del prototipo.

1.7.2. MATERIALIDAD

Materiales cuyo peso y durabilidad sean características sobresalientes, apuntando siempre a la facilidad, a la disponibilidad y a la economía para replicar su creación y su instalación.

1.7.3. AGUA

Materia prima indispensable, ya que a partir de su circulación se pretende enfriar o mejorar significativamente las condiciones climáticas dentro del espacio.

1.7.4. CONFORT

En base a esta se depositara y se realizara el análisis de registro de temperatura, humedad e iluminación, para entender la percepción y la situación que se vivencia en el espacio.

VARIABLES	SUBVARIABLES
AULA	Ubicación
	Diseño
	Accesibilidad
CONFORT	Temperatura
	Percepcion
	Iluminacion
MATERIAL	Durabilidad
	Peso
	Facilidad
	Economia
AGUA	Disponibilidad
	Circulacion
	Cantidad
	Frecuencia

Tabla 1. Variables-Subvariables-Trabajo propio

1.8. JUSTIFICACIÓN

La experiencia como estudiante del colegio de la UPB es un factor relevante para justificar el problema detectado dentro de los salones académicos, en los cuales se buscaba aumentar las condiciones de confort a partir de la instalación de papel Kraft

Las ventanas expuestas sol, son un hecho común y repetitivo no solo en aulas educativas sino también en viviendas y otros lugares de carácter público o privado en el Valle de Aburra. Por tanto los filtros ambientales, se plantean como un elemento factible, económico, duradero, seguro y efectivo de implementar.

Estos prototipos facilitan la disminución de la temperatura, el confort lumínico y la humedad apropiada ya sea a partir de la circulación constante de agua o por medio de tejidos artesanales que impiden el paso directo del rayo lumínico.

Es una alternativa funcional y estéticamente agradable a la vista, se puede adaptar fácilmente y al poseer elementos de carácter natural permite una visión menos fría y distante de los espacios.

Un planteamiento creativo, innovador y novedoso para los centros educativos, una propuesta asequible a cualquier institución.



Figura 5. Salones Colegio UPB. Registro propio

1.9. METODOLOGIA

Para el desarrollo de esta investigación se propone en primer aspecto, la investigación y el reconocimiento dentro del área metropolitana de la Ciudad de Medellín, de escuelas, instituciones o colegios que presenten aulas expuestas al sol.

Luego, se analizará el caso seleccionado, su viabilidad y la posibilidad para la aplicación de los filtros ambientales, buscando implementar para su elaboración materiales del entorno inmediato y el agua como un recurso necesario para obtener mayor beneficio.

Se ejecutará un trabajo de diálogo con la comunidad afectada, se aplicarán unas encuestas de manera previa y posterior a la instalación del prototipo y se llevará a cabo un estudio a partir de mediciones directas de la temperatura, la humedad y la iluminación dentro del espacio.

Los datos registrados permitirán conocer la gravedad de la situación, observar la incidencia directa en la comunidad estudiantil y en el equipo docente. Reconociendo las ventajas y desventajas, observando el comportamiento y el desempeño que se presenta a lo largo del día, focalizando parte de la atención en horas críticas y estableciendo comparaciones con situaciones contrarias en donde no se aplicaron los filtros ambientales.

Se plantea como un periodo de recolección de información amplio, inicialmente una experimentación a escala con diversos materiales livianos, durables, económicos y prácticos para la construcción efectiva y eficaz de los filtros ambientales a instalar en las fachadas o áreas expuestas a la radiación solar.

Finalmente se propone la aplicación de cuestionarios que permitan conocer el grado de satisfacción de los usuarios y las posibles mejoras para próximas investigaciones.

1.9.1. GRAFICO DE TIEMPOS

En la siguiente imagen se muestra de forma gráfica el tiempo estimado por objetivo planteado, un total de 24 semanas aproximadamente constituyen el rango para su ejecución.

El primer objetivo con un desarrollo en seis semanas se plantea como el espacio para la identificación de la institución, más específicamente la selección de las dos aulas, la primera en la cual se aplicará el prototipo y la segunda, con la cual se hará la comparación de registros de confort.

El segundo objetivo, se plantea en seis semanas, como el momento para la experimentación con materiales y la selección de los más apropiados para realizar el modelo a escala real.

El objetivo numero tres, se relaciona igualmente con un material indispensable como lo es el agua, tres semanas de prueba aproximadamente, para idear el funcionamiento y el caudal por minuto.

Finalmente los objetivos cuatro y cinco respectivamente, hacen referencia a la toma constante de datos en el espacio seleccionado y al dialogo o las encuestas desarrolladas por los usuarios como forma certera de formular conclusiones y realizar aportes a nuevas investigaciones.b

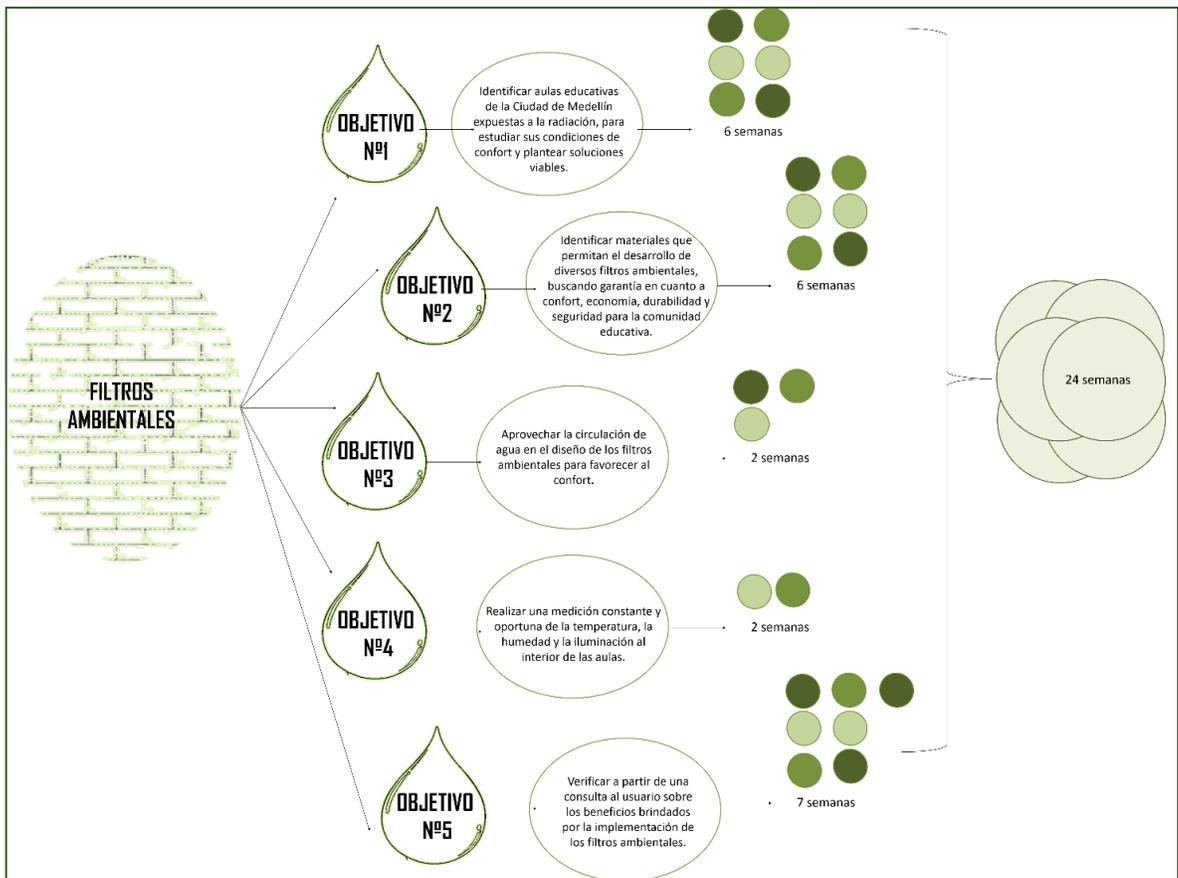


Figura 6. Gráfico de tiempos

1.9.2. GRAFICO RESUMEN DEL PROCESO ELABORADO

En la siguiente tabla se hace referencia a la metodología empleada por objetivo y al resultado obtenido en cada uno de estos:

OBJETIVO	Nº OBJETIVO	METODOLOGIA	RESULTADO
Identificar aulas educativas de la Ciudad de Medellín expuestas a la radiación, para estudiar sus condiciones de confort y plantear soluciones viables.	1	Consulta en paginas web, visita, búsqueda de instituciones y entrevistas con la direccion academica de estas para la aprobacion.	Reconocimiento y selección de la institucion en area de impacto solar y su aprobacion.
Identificar materiales que permitan el desarrollo de diversos filtros ambientales, buscando garantía en cuanto a confort, economía, durabilidad y seguridad para la comunidad educativa.	2	Visita del lugar, experimento a escala y analisis de resultados.	Analisis experimental con diversos materiales que permitan una selección de estos para su aplicación y realizacion del prototipo a escala real.
Aprovechar la circulación de agua en el diseño de los filtros ambientales para favorecer al confort.	3-4	Instalacion del prototipo, visita y toma de temperaturas con instrumentos apropiados.	Aplicación de 2 modelos de filtros ambientales a escala real y toma simultanea del registro de confort en dos aulas, una con el prototipo y otra sin este.
Realizar una medición constante y oportuna de la temperatura, la humedad y la iluminación al interior de las aulas.			
Verificar a partir de una consulta al usuario sobre los beneficios brindados por la implementación de los filtros ambientales.	5	Aplicacion de encuestas, y dialogo con usuarios.	Encuestas realizadas y conclusiones.

Figura 7. Gráfico de resumen de proceso

2. MARCO CONTEXTUAL

Cada proyecto arquitectónico debe diseñarse teniendo en cuenta las corrientes de aire o protegerse de ellas, saber la cantidad de sol que debe entrar a un espacio y los elementos de protección solar necesarios para mantener una temperatura agradable y asegurar el aprovechamiento de la luz natural disponible, definir lo compacta o dispersa que debe ser la distribución de la planta física, concretar cuál será la composición de la fachada, entre muchos otros, son aspectos que están estrechamente relacionados y deberían ser definidos por el clima y el entorno (Área Metropolitana del Valle de Aburra, Universidad Pontificia Bolivariana, 2015, pág. 31). Sin embargo en nuestro contexto, somos testigos permanentes de la creación de una arquitectura sin sentido, dominada por meros factores económicos, sociales-tradicionales y con altos limitantes en miras a soluciones tecnológicas o innovadoras viables, por tanto se hace necesario en primer aspecto educar, conocer la normativa y capacitar en la aplicación de métodos contextualizados que permitan el desarrollo de una arquitectura pasiva con resultados positivos en sus usuarios.

Temperatura, humedad e iluminación constituyen un círculo a tratar continuamente por arquitectos y profesionales de la construcción. Diversas investigaciones, hacen pie en la importancia de un diseño adecuado para las aulas educativas, espacios que deben ser de alto grado de desarrollo arquitectónico, funcionales y salubres para los usuarios.

Investigaciones como “El Desempeño ambiental de las escuelas en zonas de sensibilidad cultural” (Trebilcock et al, 2012), desarrollada en los Andes del Sur de Chile en dos escuelas rurales, una diseñada ancestralmente y otra ejecutada a partir de los fundamentos del diseño pasivo, arrojan datos que permiten continuar con el fundamento de la presente investigación, ya que dio como resultado el reconocimiento de las dificultades presentes en el diseño tradicional y la necesidad de planteamientos a futuro que involucren temáticas bioclimáticas y sostenibles alcanzadas a partir de propuestas y materiales innovadores. Beneficios evidentes enunciados por los usuarios de estos espacios.

-
- Área Metropolitana del Valle de Aburra, Universidad Pontificia Bolivariana, 2015, pág 31. (2015). Política Pública de Construcción Sostenible. Oficina Asesora de Comunicaciones del Área Metropolitana del Valle de Aburra. Recuperado de <http://www.metropol.gov.co/ConstruccionSostenible/Documents/PPCSILineaBase27112015.pdf>
 - Trebilcock, M et al. El desempeño ambiental de las escuelas en zonas de sensibilidad cultural. En: Passive and Low Energy Architecture (PLEA), Opportunities, Limits & Needs (Lima, 7 - 9 November 2012), Comfort And Occupancy (Inside & Outside). <http://plea.arch.org/ARCHIVE/2012/files/T02-20120130-0094.pdf> [Consulta: 07 de marzo de 2016].

El tema socioeconómico no es un impedimento, ya que estas mejoras se pueden generar a partir de actos o cambios sencillos. Las escuelas constituyen un área de observación y diseño minucioso, pues “el confort humano en entornos educativos puede verse afectado por una amplia gama de condiciones climáticas, incluyendo la temperatura del aire, humedad relativa, el movimiento del aire, la radiación solar, la calidad del aire, etc...” (Haghparast, 2016, párr. 1), detalles y problemáticas a ser tratadas con anterioridad en el campo arquitectónico y constructivo.

Se habla de aulas expuestas a radiaciones solares continuas donde “la ventilación natural es determinante para el confort térmico y la calidad del aire. Estos factores ambientales son importantes para un desarrollo satisfactorio de las actividades recreativas y formativas de los profesores y los niños en el aula” (Castro, 2012, párr. 1). Se deben realizar diseños consientes, donde la bioclimática y la eco-construcción sean temáticas indispensables en un mundo contaminado y en deterioro constante. Múltiples factores de diseño deben ser evaluados con minuciosidad, la arquitectura no es una vocación cuyos detalles deben ser dejados al azar, se debe planificar con el usuario y para el usuario.

Dentro de estos factores, encontramos igualmente la “reflectancia de las superficies, la distribución y ubicación de las aberturas, las cuales deben ser consideradas en el diseño arquitectónico para mejorar la sensación de confort visual en las primeras etapas de aprendizaje” (Giraldo y Ruttkay, 2012, párr. 1), es así como nuevamente temas de bienestar al interior de los espacios educativos son abordadas como asunto clave para un funcionamiento efectivo.

La presente investigación busca por tanto, continuar con el aporte de fundamentos para el mejoramiento de estos espacios. Filtros ambientales realizados no solo a partir de tejidos sino también desarrollados implementando el factor hídrico como un material clave para generar confort, teniendo en cuenta “la necesidad de cuidar el agua potable que tenemos disponible desde la arquitectura” (Zapata, 2011, pág 16) con la conciencia de utilizarla y reutilizarla adecuadamente dentro de las intervenciones que se propongan.

-
- Haghparast, F. Evaluación de los efectos psicológicos de los factores climáticos en entornos educativos. En: Passive and Low Energy Architecture (PLEA), Wednesday 22nd October 2008, Comfort, Paper 650. http://plea-arch.org/ARCHIVE/2008/content/papers/oral/PLEA_FinalPaper_ref_650.pdf [Consulta: 22 de febrero de 2016]
 - Castro, V et al. Evaluación de la relación entre la ventilación natural y la agrupación de niños de cinco años en un aula de jardín de infancia de Medellín. En: Passive and Low Energy Architecture (PLEA), Opportunities, Limits & Needs (Lima, 7 - 9 November 2012), Comfort And Occupancy (Inside & Outside). <http://plea-arch.org/ARCHIVE/2012/files/T02-20120130-0090.pdf> [Consulta: 07 de marzo de 2016]
 - Giraldo y Ruttkay. Influencia de la altura de la línea de la vista en la evaluación de la sensación de deslumbramiento en aulas de pre-escolar. En: Passive and Low Energy Architecture (PLEA), Opportunities, Limits & Needs (Lima, 7 - 9 November 2012), Comfort And Occupancy (Inside & Outside). <http://plea-arch.org/ARCHIVE/2012/files/T02-20120123-0015.pdf> [Consulta: 07 de marzo de 2016]

Esta temática es una realidad estudiada con anterioridad y de poca inversión dentro de nuestro contexto, los niños y jóvenes estudiantes necesitan de entornos adecuados para su buen desarrollo, “Las condiciones de confort se ofertan por parte de objetos, bienes o servicios, a nivel físico, material y ambiental, para dar como resultado situaciones de bienestar humano a nivel físico y psicológico, que se denominan como indicadores de habitabilidad.”(Área Metropolitana del Valle de Aburra, Universidad Pontificia Bolivariana, 2015, pág 69), brindar espacios de calidad no puede ser un privilegio, tiene que ser una necesidad, la salud no es una temática en discusión, la vida no es un factor secundario y los múltiples edificios enfermos necesitados de cambio son un hecho prioritario, una situación del presente que no debe quedarse solo en meros apuntes teóricos.

-
- Zapata Sofía. Propuesta para el uso eficiente del agua en la Arquitectura” En: Biblioteca central UPB (MONOGRAFIAS), [Consulta: 14 de octubre de 2016]
 - Área Metropolitana del Valle de Aburra, Universidad Pontificia Bolivariana, 2015, pág 31. (2015). Política Pública de Construcción Sostenible. Oficina Asesora de Comunicaciones del Área Metropolitana del Valle de Aburra. Recuperado de <http://www.metropol.gov.co/ConstruccionSostenible/Documents/PPCSILineaBase27112015.pdf>

3. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO

La educación es un tema fundamental en el desarrollo de la sociedad, la arquitectura como profesión responsable del diseño de los espacios debe velar por su adecuado funcionamiento. Temáticas relevantes como la SOSTENIBILIDAD que “procura satisfacer las necesidades de sus ocupantes en todo momento, tiempo y espacio, sin poner en riesgo el desarrollo sostenible y el bienestar de las futuras generaciones” (Serrano, 2016, párr. 7) constituyen un aspecto a tratar previamente con un grado alto de responsabilidad.

La arquitectura debe darse de la mano de teorías de BIOCLIMÁTICA ya que a partir de estas se “aprovecha el clima y las condiciones del entorno para construir los criterios de diseño solar pasivo (DSP), que garanticen niveles óptimos de confort térmico en el interior del edificio con el menor gasto energético” (Serrano, 2016, párr. 9), la arquitectura es así, una amplia gama de temas que no deben ser tratados de forma aislada, sino de forma conjunta para un funcionamiento armónico y coordinado.

El ser humano como habitante permanente o esporádico de los espacios, necesita diseños a conciencia enfocados en su bienestar físico y mental, factores relacionados directamente con el adecuado desarrollo de actividades o labores efectuadas en el día a día.

Esta investigación, busca centrarse en uno de los primeros campos en los cuales inicia el desarrollo educativo, personal y social del ser humano: las escuelas o colegios que albergan como un segundo hogar a múltiples alumnos, reunidos en aulas supuestamente adecuadas para su excelente desempeño académico, ¿Pero es esto cierto?, es una cuestión a resolver directamente con la comunidad afectada y desde el registro de datos en el lugar.

Este proyecto como se mencionó con anterioridad, centra su interés en los espacios educativos teniendo por objetivo o pilar básico reconocer y proponer soluciones viables a las inadecuadas condiciones de CONFORT, pues este “se refiere a un estado ideal del hombre que supone una situación de bienestar, salud y comodidad en la cual no existe en el ambiente ninguna distracción o molestia que perturbe física o mentalmente a los usuarios” (Siber, 2016, párr. 1) hecho preocupante y una falencia que posiblemente se

-
- Serrano, M. (2016). Hablemos de Sostenibilidad. Serrano ecodiseño y soluciones sostenibles. Recuperado de http://arquitecturaambientalrd.blogspot.com.co/p/blog-page_24.html
 - Siber. (2016)¿Qué es el confort en la arquitectura? Siber. Recuperado de <https://www.siberzone.es/blog/que-es-el-confort-en-la-arquitectura/>

evidencie en diferentes aulas educativas de la ciudad de Medellín que se encuentran expuestas al sol y cuentan con diseños arquitectónicos desfavorables.

Un problema en el cual el calor proyectado en sus fachadas o muros exteriores, es absorbido, una radiación calórica significativa la cual es liberada en el interior y favorece a la generación del llamado efecto invernadero haciendo evidente así la ausencia de confort y bienestar para los estudiantes y equipo docente que las emplean a diario y repercutiendo igualmente dicha situación en el desempeño de estos para el buen cumplimiento de sus labores.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y las temáticas de sostenibilidad, bioclimática y confort trabajadas, es posible enunciar otras como lo son el estudio de su UBICACIÓN o EL ANALISIS DEL LUGAR, “es decir una mirada desde tres niveles de intervención: macroclima, mesoclima y microclima, con la intención de diseñar estableciendo relaciones adecuadas entre el interior y el exterior de un proyecto” (Gonzales, 2015).

Aunque “la teoría del diseño cambia continuamente a medida que las ideas evolucionan y responden a los movimientos arquitectónicos anteriores y el resto del mundo” (Dudley, n.f, párr. 1) lo esencial de esta permanece, la pureza de su DISEÑO y la trascendencia de la arquitectura pensada y creada conscientemente siempre será primicia.

Por tanto, el concepto de Aula Educativa, es decir, los espacios destinados a la enseñanza académica, va más allá del mero hecho físico, buscando entender factores de percepción e influencia en el usuario, teniendo como meta su correcto desempeño.

La TEMPERATURA, la ILUMINACION y la MATERIALIDAD son temas relevantes, ligados entre sí, teniendo en cuenta que a partir del diseño adecuado con estos es posible generar ambientes confortables.

Desde la antigüedad “la relación entre el clima y la arquitectura ha sido siempre íntima, estableciéndose una dependencia de los materiales, las técnicas, los sistemas constructivos y el diseño de los edificios, con el clima del lugar” (Neila, 2013, párr. 2), es un hecho estudiando con anterioridad que no solo nos cuestiona sobre la temperatura adecuada en el espacio como tal, sino que al mismo tiempo nos remite a la búsqueda de la temperatura adecuada que debe permanecer en el cuerpo humano para obtener una sensación de bienestar, teniendo en cuenta que las “temperaturas ambientales superiores a 37°C aumentan la temperatura de la piel, y menores de 37°C la disminuyen” (Moreno, 1993, pág. 26), configurándose los materiales empleados como barrera o puerta para el

-
- Gonzales, A. (2015). Curso de Bioclimática. Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
 - Dudley, V. (n.f). Teoría del diseño en la arquitectura. ehowenespanol. Recuperado de http://www.ehowenespanol.com/teoria-del-diseno-arquitectura-sobre_396967/
 - Neila, J. (2013). El clima y la arquitectura. ayre. Recuperado de <https://ayreblog.wordpress.com/2013/02/22/el-clima-y-la-arquitectura/>
 - Moreno, S. (1993). Colombia: Arquitectura, hombre y clima. Sonia Cristina Prieto. Entorno Ltda. Recuperado de <https://ecologia.unibague.edu.co/arclima.pdf>

diseño efectivo y teniendo características de peso, durabilidad, facilidad, economía, disponibilidad y resistencia como una gama de subvariables o conceptos claves de la mano con el desarrollo para lograr un diseño completo, favorable y con una excelente propuesta envolvente y protectora.

El AGUA, es otro tema indispensable en el tratar arquitectónico, en este caso de investigación es una materia prima importante para la realización de los filtros ambientales a plantear como solución eficiente para la generación de espacios propicios para los estudiantes y los maestros en sus labores diarias. Un elemento propuesto dentro de las temáticas que busca ser aplicado de una manera simple, pero con todo el cuidado y la rigurosidad, una la experimentación a escala y a tamaño real que pretende disminuir los factores negativos al interior de los salones.

Esta investigación es un problema cercano, angustiante y ausente de soluciones evidentes, por tanto es necesario plantear ofertas prácticas, viables y económicas para resolver dicha condición, proyectando la implementación de filtros ambientales edificados a partir de materiales ordinarios que hagan uso de tejidos y del agua como alternativas confiable y aplicables para un mayor grado de confort.

Estos prototipos se instalaron en las ventanas o fachadas expuestas al sol, para retener el calor en el horario de clases y generar una disminución en la carga de calor re-irradiada entre las superficies y objetos interiores. Un sistema que puede posicionarse como una solución efectiva para el medio educativo, disminuyendo no solo el consumo de energía, sino al mismo tiempo propiciando una mirada más fresca a los ambientes.

Para resumir las temáticas de este proyecto investigativo, giran en torno a la sostenibilidad, la bioclimática, el confort, la ubicación o el análisis del lugar, el diseño, la temperatura, la iluminación, la materialidad y el elemento agua como instrumento relevante durante el proceso de intervención.

3.1. CONCEPTOS CLAVES A RESALTAR

- Exposición solar:
El edificio o alguna de sus fachadas se encuentran expuestas a la radiación solar, ya sea al sol naciente o al sol que se da en el poniente.
- Desempeño:
Cumplimiento efectivo de las actividades y funciones inherentes a un cargo, un trabajo.
- Aulas educativas:
Espacios destinados a la enseñanza académica.
- Percepción:
Capacidad para recibir mediante los sentidos las imágenes, impresiones o sensaciones externas, o comprender y conocer algo (Pérez y Gardey, 2008, párr. 1)
- Peso:
Fuerza que ejerce la gravedad sobre un cuerpo determinado (ARQHYS. 2012, párr. 1)
- Durabilidad:
Resistencia de un material de permanecer inalterable al paso del tiempo (Durabilidad, S.f)
- Facilidad:
Sencillo de manejar, no es complicado para realizar algún tipo de trabajo o experimento.
- Económico:
Que gasta o consume poco; que es poco costoso (WordReference, 2017, párr. 2)
- Disponibilidad
Acceso a un material en el medio inmediato.
- Resistencia:
Relación entre la aplicación de fuerzas externas que se aplican a los cuerpos y la reacción que esas fuerzas producen en su interior (parro, 2017, párr. 3)
- Medellín:
Municipio Colombiano, capital del departamento de Antioquia.
Su clima es templado – seco. La temperatura promedio es de 21.5 °C. Al medio día la temperatura máxima media oscila entre 26 y 28°C. En la madrugada la temperatura mínima está entre 17 y 18°C y la humedad relativa del aire oscila durante el año entre 63 y 73 %, siendo mayor en la época lluviosa del segundo semestre. (Ideam, s.f, pág. 11)

-
- Pérez y Gardey. (2008). Definición de Percepción. DefiniciónDe. Recuperado de <http://definicion.de/percepcion/>
 - ARQHYS. 2012, 12. El peso. Revista ARQHYS.com. Obtenido 05, 2017, de <http://www.arqhys.com/construccion/peso.html>.
 - (s. f). Durabilidad. Construmatica. Recuperado de <http://www.construmatica.com/construpedia/Durabilidad>.
 - WordReference. (2017). Económico. WordReference. Recuperado de <http://www.wordreference.com/definicion/economico>
 - Parro. (2017). Definición de resistencia de materiales y conceptos relacionados. Parro. Recuperado de <http://www.parro.com.ar/definicion-de-resistencia-de-materiales>
 - IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, (s.f). características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos. ideam. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21789/1Sitios+turisticos2.pdf/cd4106e9-d608-4c29-91cc-16bee9151ddd>

4. MARCO PRACTICO

En este capítulo se presenta la experimentación, el desarrollo, la aplicación a escala real y los resultados obtenidos de la investigación.

Se da la selección del espacio, realizando en paralelo una elección de materiales a partir de factores específicos de durabilidad, peso, facilidad, economía y disponibilidad para iniciar con estos una experimentación en maquetas y prototipos a escala.

Posterior a la selección anterior y según criterios establecidos, se hacen experimentos para conocer el caudal del agua y así poder determinar el tiempo adecuado para llenar cada sistema de circulación. Un proceso de error y acierto, a medida que se iba desarrollado se buscaba la forma de un funcionamiento más efectivo.

Continuando con este hilo se inició el desarrollo del prototipo a escala real, implementando tejidos y el sistema de venoclisis a partir de conexiones.

Los prototipos de filtros ambientales se ubicaron en el Colegio de la UPB, para esto se emplearon dos aulas del primer piso cuyas condiciones son similares, ambas expuestas al naciente en un rango de hora de 8:00 am a 12:00 pm y de espacialidad similar, lo cual fue apropiado para la investigación.

En las dos aulas se realizó un registro constante de datos de confort, es decir, temperatura, humedad e iluminación. Los prototipos se instalaron solo en uno de estos salones educativos, en el cual se apagó el aire acondicionado para observar si se presentaba variación de datos con respecto a la otra aula o salón de comparación en donde solo se tomó registro teniendo en cuenta los datos arrojados sin apagar el aire acondicionado.

A continuación se presenta el desarrollo de este capítulo de forma más detallada a partir de imágenes, gráficos y tablas elaboradas desde el seguimiento en el espacio mismo y desde la percepción de usuarios y personal permanente.

4.1. AULA EDUCATIVA

VARIABLE	SUBVARIABLE
AULA	Ubicación
	Diseño
	Accesibilidad

Tabla 2. Aula-Variable y subvariables

Se refiere al lugar en el cual se aplicara la investigación, buscando reconocer, entender y solucionar los factores negativos que se presenten debido a la ubicación, siendo a partir de esta que se comprende la influencia de la ola calórica.



Figura 8. Ubicación Intervenida. MapGis

El aula educativa permite al mismo tiempo un análisis de su diseño para generar un estudio del espacio con el cual se cuenta, observando la bioclimática, la funcionalidad y la situación de quienes lo habitan. A la par de lo mencionado anteriormente se observa la accesibilidad para la instalación del prototipo, reconociendo los factores positivos, negativos y los riesgos que se corren con la comunidad educativa.

Esta es una variable clave ya que facilita la adquisición de argumentos sólidos y verificables para justificar el planteamiento del proyecto.

- MapGis. (S.f). Medellin.gov [Gráfico]. Recuperado de <https://www.medellin.gov.co>

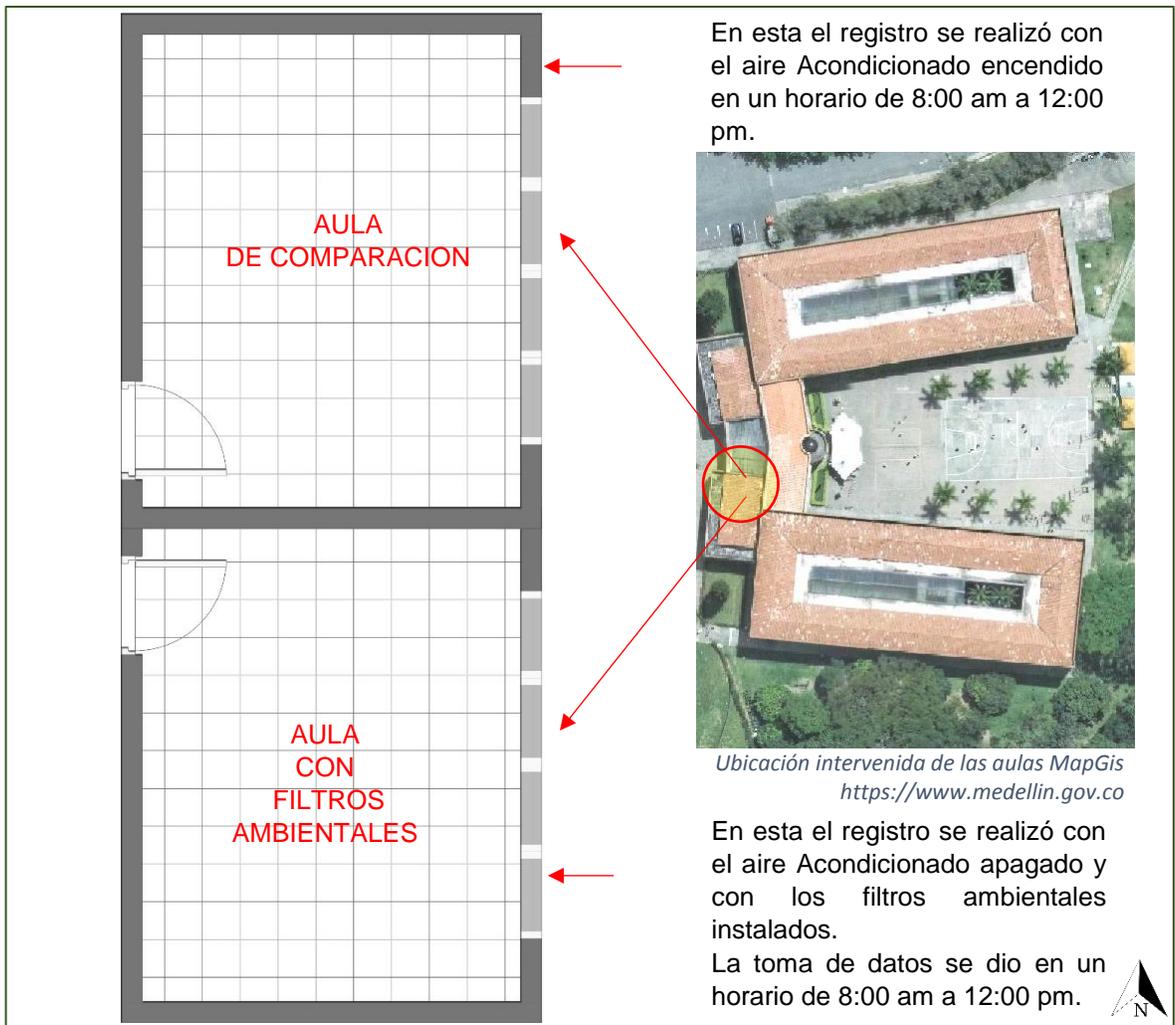


Figura 9. Plano esquemático de las aulas. Elaboración propia

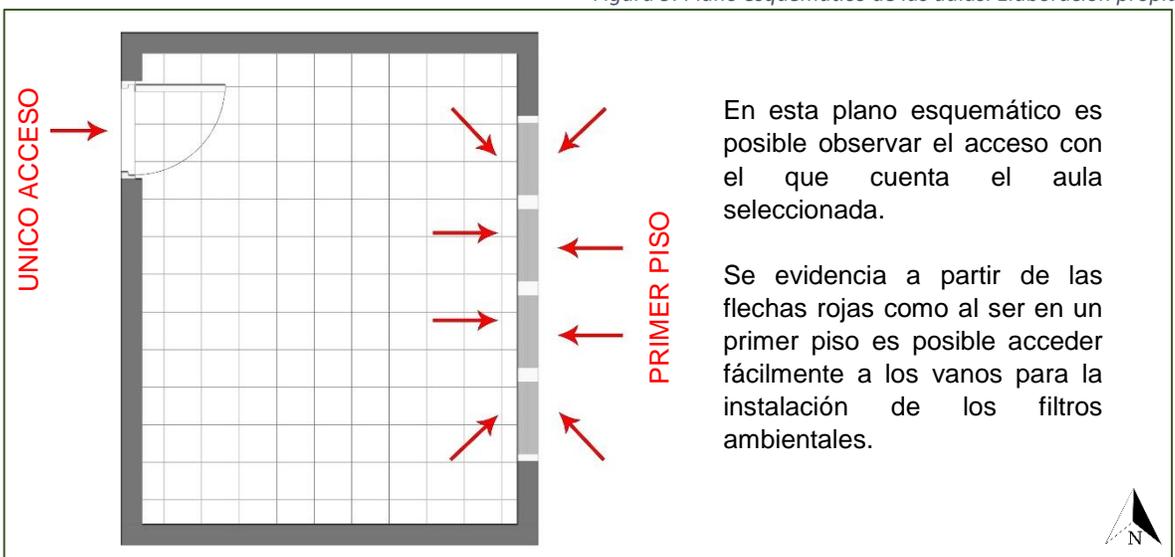


Figura 10. Plano esquemático de las aulas. Elaboración propia

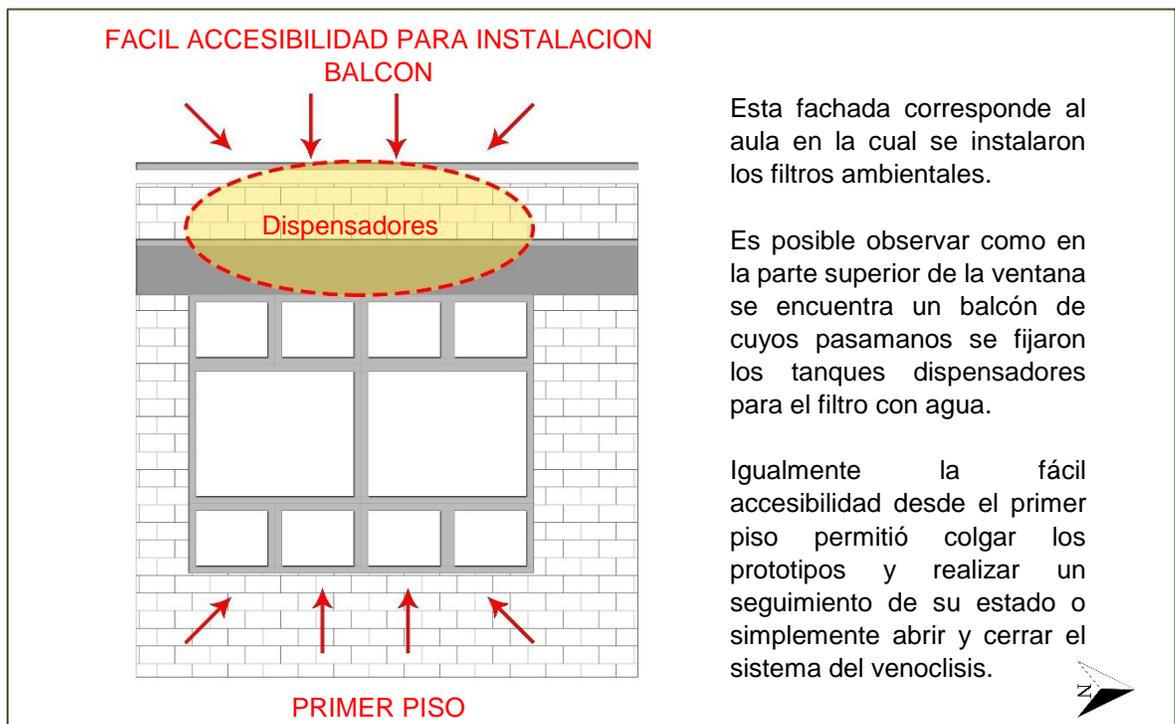


Figura 11. Fachada esquemática del aula con filtros. Elaboración propia

NOTA: La identificación del aula educativa se realiza desde la observación, la experiencia y la aplicación de ENCUESTAS a una parte de la comunidad educativa del colegio de la UPB, identificando de tal forma las aulas con falencias respecto a temáticas de confort.

4.1.1 ENCUESTAS APLICADAS

4.1.2 ENCUESTA N° 1: PREVIA-ANALISIS

1. ¿Siente usted una temperatura no confortable en el aula de estudio? Señale con un punto en la imagen la ubicación del salón en el cual se encuentra.

- a. Siempre
- b. Casi siempre
- c. Nunca



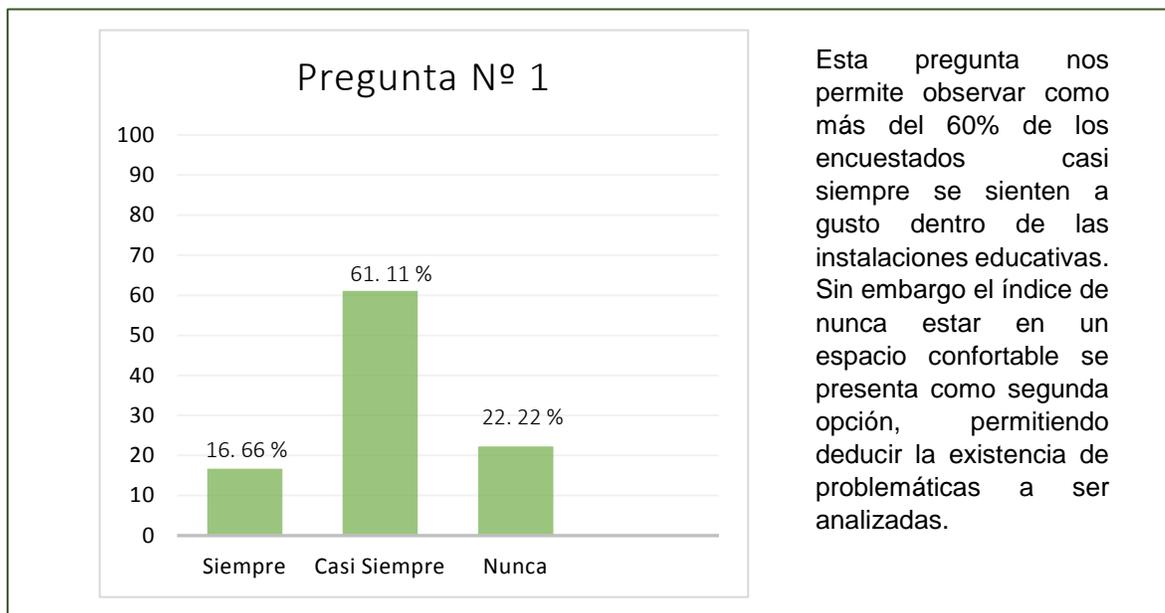


Figura 12. Resultados encuesta previa pregunta 1

2. Según su percepción, ¿En qué momentos u horas del día percibe un aumento significativo en la temperatura? Califique de 1 a 5:

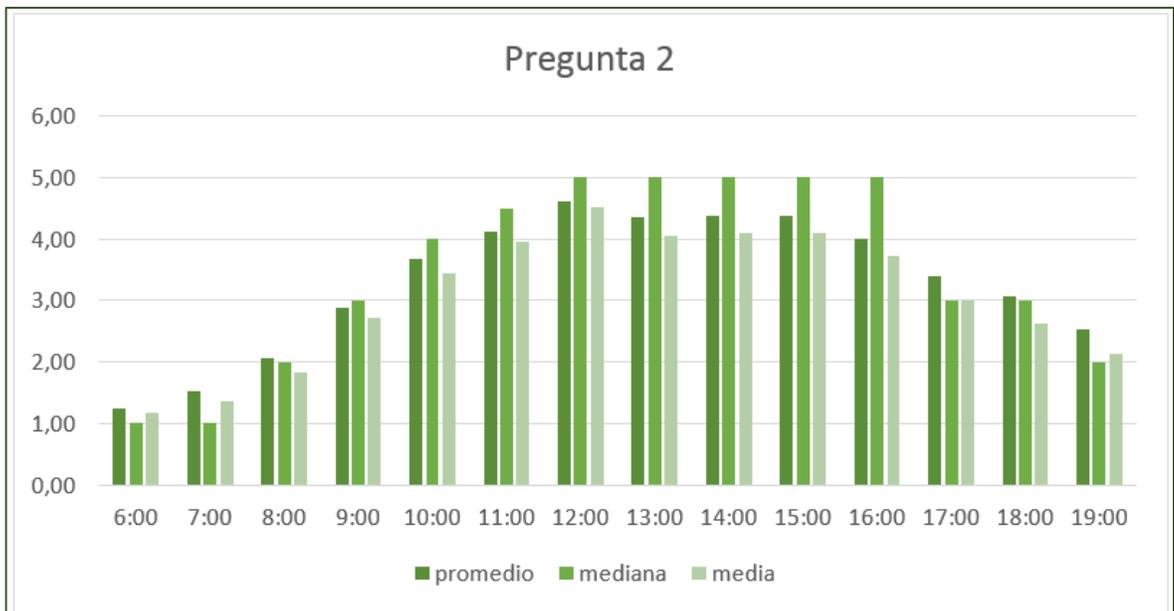
1: No Calor – 5: Calor Insoportable

HORA	CALIFICACION
6:00 a. m.	
7:00 a. m.	
8:00 a. m.	
9:00 a. m.	
10:00 a. m.	
11:00 a. m.	
12:00 p. m.	
1:00 p. m.	
2:00 p. m.	
3:00 p. m.	
4:00 p. m.	
5:00 p. m.	
6:00 p. m.	
7:00 p. m.	

Tabla 3. Calificación encuesta previa

Hora	Promedio	Mediana	Media
6:00	1,24	1,00	1,18
7:00	1,53	1,00	1,37
8:00	2,06	2,00	1,83
9:00	2,89	3,00	2,72
10:00	3,67	4,00	3,44
11:00	4,11	4,50	3,95
12:00	4,61	5,00	4,51
13:00	4,36	5,00	4,04
14:00	4,38	5,00	4,10
15:00	4,38	5,00	4,10
16:00	4,00	5,00	3,71
17:00	3,38	3,00	3,00
18:00	3,08	3,00	2,62
19:00	2,54	2,00	2,12

Tabla 4. Tabulación pregunta 2



De la gráfica se puede concluir que el horario en el cual se genera una mayor temperatura es de 10:00 am a 4:00pm, sobrepasando valores de 3.5 en la media geométrica, la mediana y el promedio de datos captado

Figura 13. Grafica pregunta 2

3. ¿Ha sentido usted sudoración durante el tiempo que permanece en el aula?
- Sí, ¿A qué horas? _____
 - No

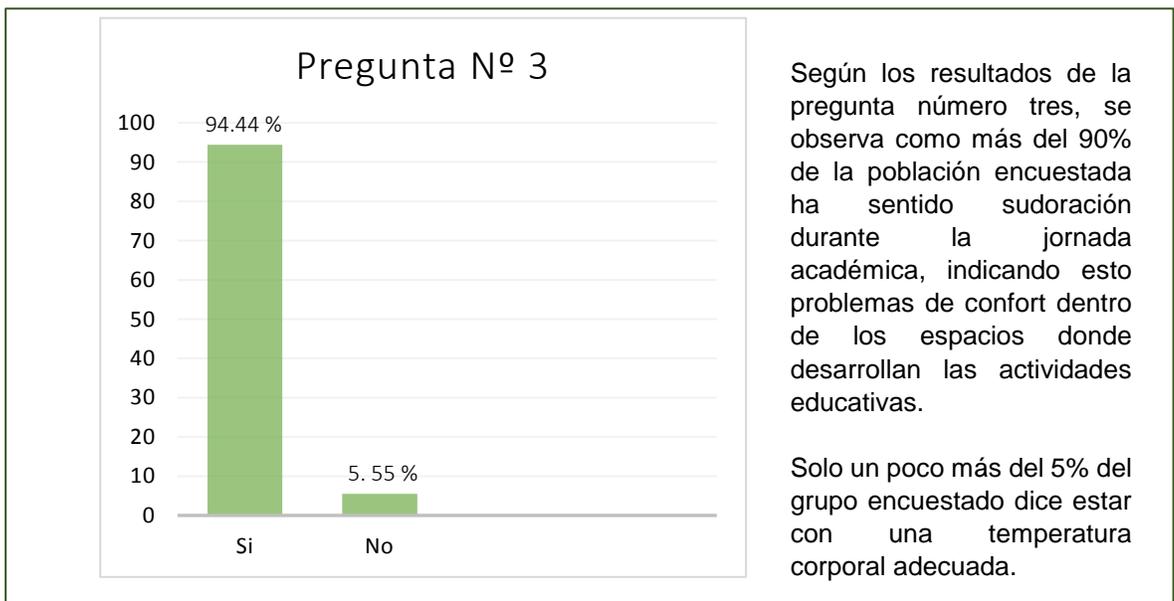
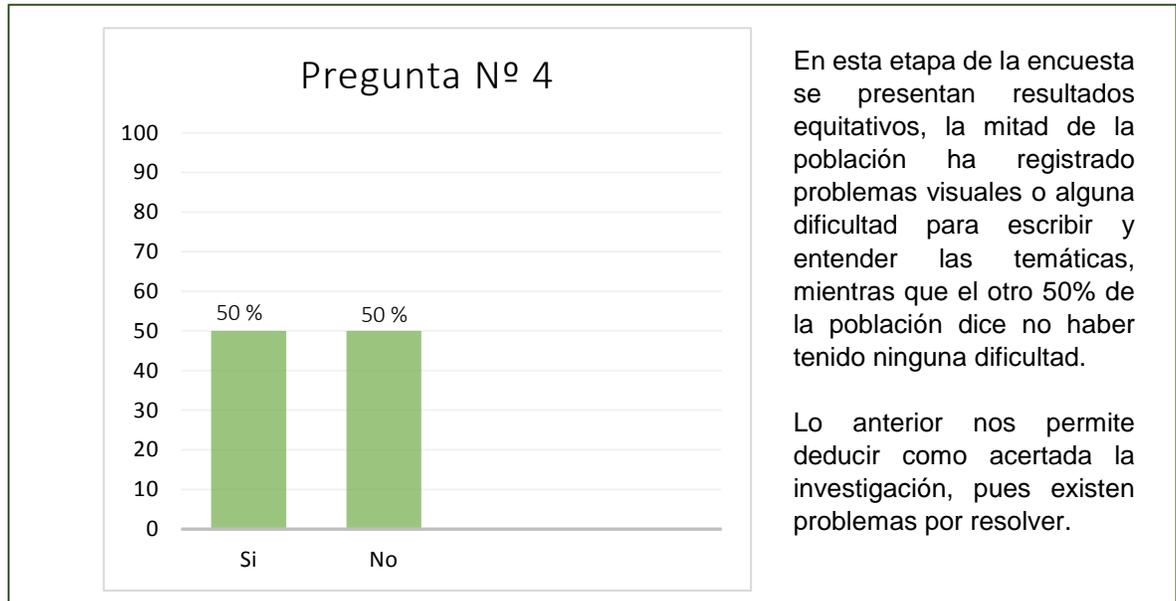


Figura 14. Resultados encuesta previa-pregunta 3

4. ¿Ha tenido problemas visuales, dificultad para escribir y entender lo que el docente copia en el tablero del aula?
- Sí, ¿A qué horas? _____
 - No

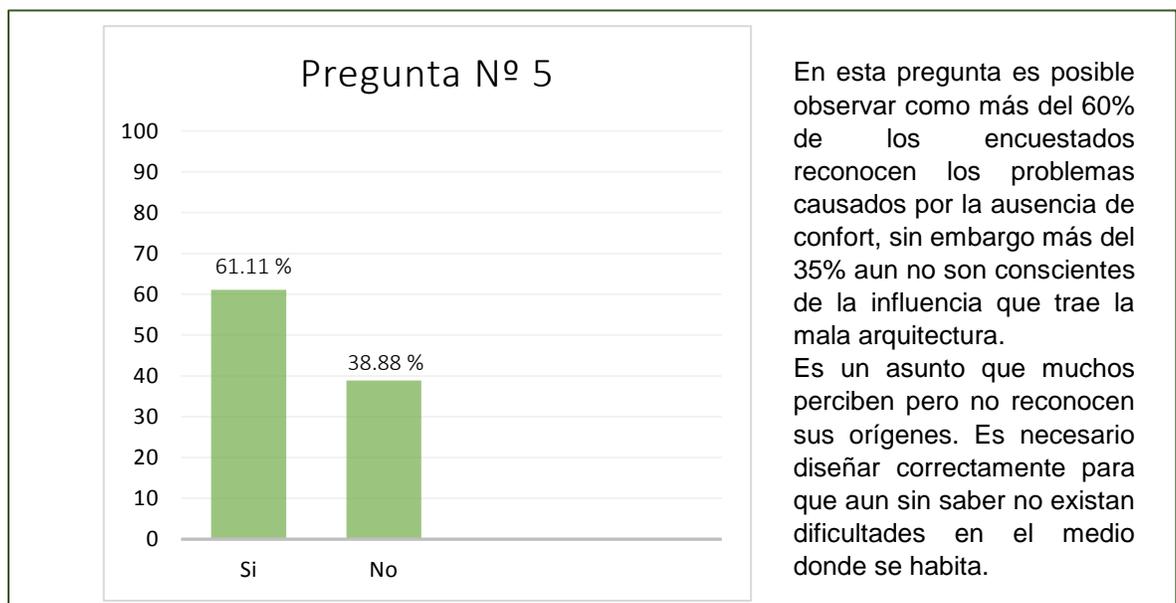


En esta etapa de la encuesta se presentan resultados equitativos, la mitad de la población ha registrado problemas visuales o alguna dificultad para escribir y entender las temáticas, mientras que el otro 50% de la población dice no haber tenido ninguna dificultad.

Lo anterior nos permite deducir como acertada la investigación, pues existen problemas por resolver.

Figura 15. Resultados encuesta previa-pregunta 4

5. ¿Es consciente del problema que causa la ausencia de confort o la mala arquitectura en su cuerpo y en su desarrollo como estudiante o docente?
- Si
 - No



En esta pregunta es posible observar como más del 60% de los encuestados reconocen los problemas causados por la ausencia de confort, sin embargo más del 35% aun no son conscientes de la influencia que trae la mala arquitectura.

Es un asunto que muchos perciben pero no reconocen sus orígenes. Es necesario diseñar correctamente para que aun sin saber no existan dificultades en el medio donde se habita.

Figura 16. Resultados encuesta previa-pregunta 5

6. ¿Siente alguno de estos síntomas cuando se encuentra en el aula de clases?
- Irritaciones de ojos, nariz y garganta.
 - Náuseas, mareos y vértigos.
 - Dolor de cabeza y fatiga mental.
 - Todas la anteriores

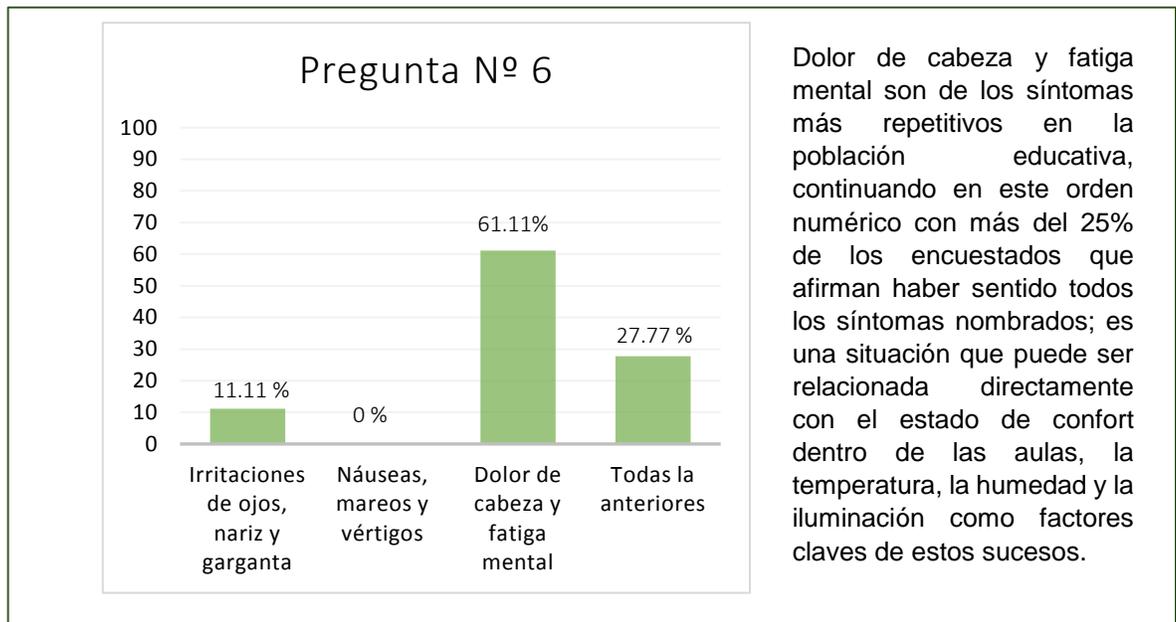


Figura 17. Resultados encuesta previa-pregunta 6

7. ¿Identifica en el colegio alguna opción que haya sido aplicada para mejorar las condiciones de confort dentro del aula educativa?
- Sí, ¿Cuál? _____
 - No

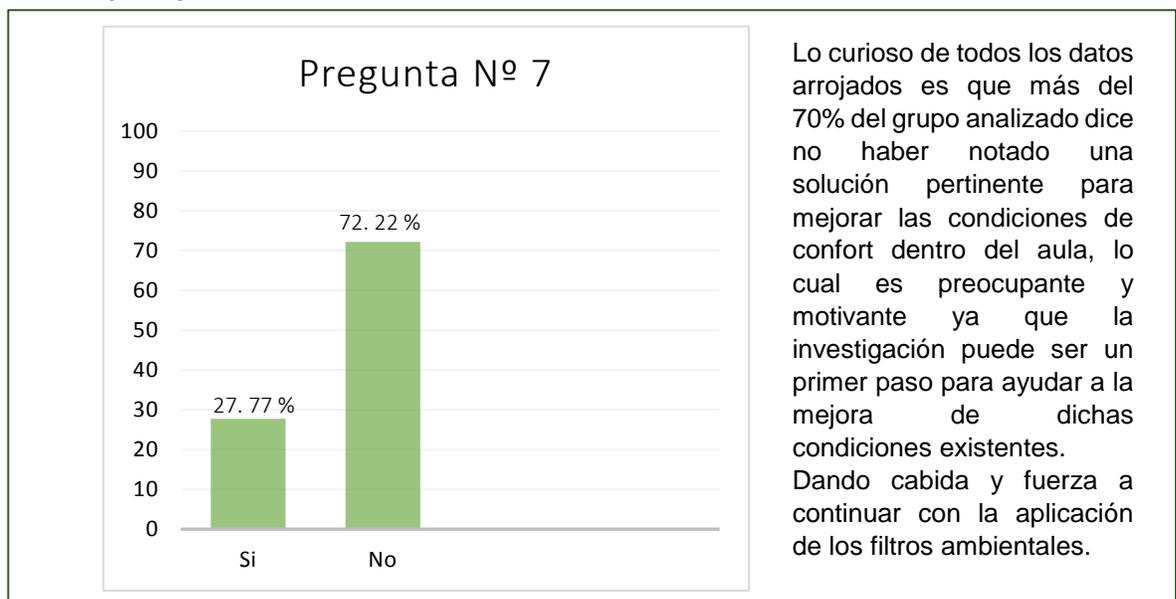


Figura 18. Resultados encuesta previa-pregunta 7

8. ¿Le gustaría que se aplicaran los filtros de agua en las fachadas de las aulas como solución para mejorar la situación de confort existente?
- a. Si
 - b. No, ¿Por qué? _____

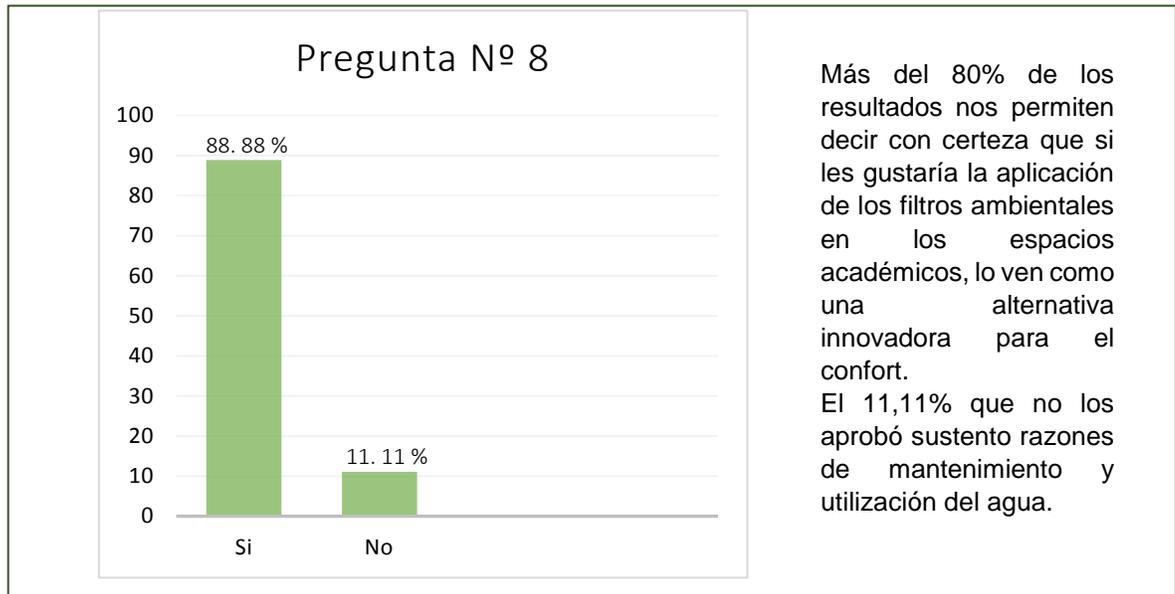


Figura 19. Resultados encuesta previa-pregunta 8

NOTA: La encuesta anterior fue realizada a una población de veinte estudiantes seleccionados por el personal docente de la institución.

Cabe resaltar que este grupo respondió a un conjunto de estudiantes que presenciaban la situación de exposición al sol del aula de estudio,

4.1.3 ENTREVISTA: POSTERIOR INSTALACION DE PROTOTIPOS

Luego de aplicados los prototipos de filtros ambientales, se dialogó con personas que se encontraron en contacto permanente con estos y que habían vivenciado la situación de inconformidad presente en el espacio por la influencia de la radiación solar.

Teniendo en cuenta lo anterior respecto a los beneficios obtenidos por la aplicación de los prototipos, se les pregunto respecto a los beneficios observados por la instalación de los prototipos, contestando uno de ellos que el ambiente dentro del espacio se sentía fresco sin emplear el aire acondicionado y el otro entrevistado si comunico que había notado beneficios pero muy pocos.

Respecto a la concentración, al aumento del desempeño y a la sensación de agotamiento no notaron aspectos positivos o negativos, la situación continuo de igual forma; sin embargo consideraron la investigación como pertinente ya que los elementos instalados impidieron el paso directo de los rayos solares favoreciendo internamente al confort.

Otra pregunta clave se refiere a su aplicación dentro del espacio académico, a lo que uno de estos sugirió que se mejorara la forma de amarre y que se pensara en una forma de plegarse, por lo contrario muchas otras personas aseguraron que daba un imagen más fresca, más relajante y menos fría del lugar, resaltando su diseño artesanal y simbólico con la implementación de plantas artificiales como una ventaja favorecedor.

Aunque esta entrevista posterior no se aplicó a un número significativo de personas, se puede deducir que existen opiniones encontradas, favorables y desfavorables para la implementación de la investigación, pero resaltando que ambas son apuntes completamente valiosos para el mejoramiento continuo de técnicas, diseños y experiencias.

4.2. MATERIALIDAD

Para el desarrollo de esta investigación se hace indispensable el conocer, investigar y aplicar materiales cuyo peso y durabilidad sean características sobresalientes, ya que se hacen indispensables en un primer aspecto a la hora de su instalación y en un segundo punto, a la hora de enfrentarse a las condiciones climáticas.

Es necesario que se apunte a la facilidad, a la disponibilidad y la economía para replicar su creación y su instalación eficazmente dentro del sector educativo.

VARIABLE	SUBVARIABLE
MATERIAL	Durabilidad
	Peso
	Facilidad
	Economía
	Disponibilidad

Figura 20. Material-Variable y subvariables

4.2.1. POSIBLES MATERIALES PARA LA ELABORACION DE LOS FILTROS AMBIENTALES:

Estos materiales se pueden clasificar en tres grupos de acuerdo a su uso respectivo dentro de la investigación:

4.2.1.1. MATERIALES PARA TEJIDO

- A. Botellas de plástico (PET): Resina plástica derivada del petróleo. (MaxiPET, S.f, párr. 1)
- B. Corcho natural: Tejido vegetal del tronco de ciertos árboles y arbustos, especialmente del alcornoque, es impermeable y se emplea en la fabricación de materias aislantes, tapones, pavimentos, entre otros. (WordReference, 2005, párr. 1)
- C. Algodón Orgánico (Tejido artesanal): Pelusa, suave y absorbente que cubre la semilla de esta planta. (Oxford University Press, 2017, párr. 2)
- D. Cáñamo: Fibra textil que se obtiene del tallo de esta planta y se usa para hacer cuerdas y otros objetos. (Oxford University Press, 2017, párr. 2)



Figura 21. Materiales para tejido

-
- MaxiPET. (s.f) ¿Qué es el PET? MaxiPET. Recuperado de http://www.maxi-pet.com.mx/Que_es_el_PET.html
 - WordReference. (2015). Económico. WordReference. Recuperado de <http://www.wordreference.com/definicion/economico>
 - Oxford University Press. (2017). Español Oxford Living Dictionaries. Oxford University Press. Recuperado de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/algod%C3%B3n>
 - Oxford University Press. (2017). Español Oxford Living Dictionaries. Oxford University Press. Recuperado de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/canamo>
 - A. ecoosfera. (2014). Sencillos pasos para construir un colector de lluvia para tu hogar [Gráfico]. Recuperado de <http://ecoosfera.com/2014/11/sencillos-pasos-para-construir-un-colector-de-lluvias-para-tu-hogar/>
 - B. Consumer. (2017) El corcho, un aislante muy eficaz [Gráfico]. Recuperado de <http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/carpinteria/2014/03/25/219573.php>
 - C. mundolanar. (2017). Algodón orgánico [Gráfico]. Recuperado de <http://www.mundolanar.com/blog/algodon-organico-pakucho-colores-naturales/>
 - D. eugeniamuscio. (2017). va de fibras [Gráfico]. Recuperado <http://eugeniamuscio.blogspot.com.co/2017/01/fibras-de-agave.html>

4.2.1.2. MATERIALES PARA TEJIDO Nº 2

- E. Yumbolon: Llamado también espuma de polietileno es una poliolefina de base polietileno (Plastempack, s.f, párr. 1).
- F. Papel de burbujas para embalaje: Material formado por burbujas de aire que protegen y rellenan espacios en el embalaje de objetos (Caja de Cartón, s.f, párr. 2).
- G. Paños absorbentes: Material que permite recoger salpicaduras o pequeños derrames de líquidos (Geo Soluciones, s.f, párr. 1).
- H. Pitillos: Paja para tomar bebidas (Oxford University Press, 2017, párr. 2).
- I. Venoclisis: inyección de inserción lenta que puede contener medicamentos, suero o cualquier otra sustancia (Oxford University Press, 2017, párr. 2).

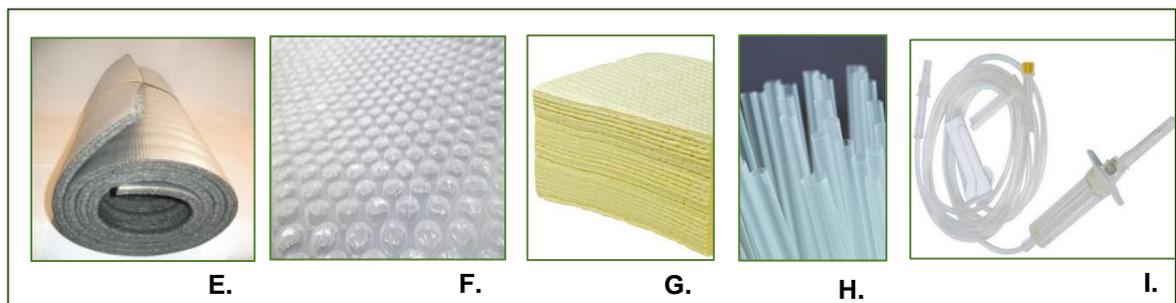


Figura 22. Materiales para tejido 2

- Plastempack. (s.f) Espuma de Polietileno Superlon y Yumbolon. Plastempack. Recuperado de <http://www.plastempack.com/empaque-y-embalaje/espuma-de-polietileno-superlon-y-jumbolon.html>
- Caja de Cartón. (S.f). Plástico de burbujas. Caja de Cartón. Recuperado de <https://www.cajadecarton.es/plastico-de-burbujas>
- Geo Soluciones. (s.f). Paños Absorbentes. geomembranas. Recuperado de <http://www.geomembranas.com.co/productos/control-de-derrames/panos-absorbentes/>
- Oxford University Press. (2017). Español Oxford Living Dictionaries. Oxford University Press. Recuperado de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/pitillo>
- Definicion ABC. (2017). Definición de Venoclisis. definicionabc. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/salud/venoclisis.php>
- E. plastempack. (S.F). Espuma de Polietileno Superlon y Yumbolon [Gráfico]. Recuperado de <http://www.plastempack.com/empaque-y-embalaje/espuma-de-polietileno-superlon-y-jumbolon.html>
- F. anicla. (2014). products [Gráfico]. Recuperado de <http://anicla.com/en/products/protective-systems.html>
- G. absorbentesindustriales. (2014). Paños absorbentes [Gráfico]. Recuperado de <http://www.absorbentesindustriales.cl/productos/panos-absorbentes/>
- H. darnelgroup. (2014). Pitillos TAMI [Gráfico]. Recuperado de <http://co.darnelgroup.com/Pitillos-TAMI>
- I. hoyfarma. (s.f). Equipo de venoclisis macrogoteo con o sin aguja baxter [Gráfico]. Recuperado de <http://www.hoyfarma.com/dispositivos/equipo-de-venoclisis-macrogoteo-con-o-sin-aguja-baxter-detail.html>

4.2.1.3. MATERIALES PARA ESTRUCTURA

- J. Gavión: Estructuras realizadas con mallas de hierro galvanizado o acero inoxidable que se llenan de diferentes tipos de materiales. (Muroxs xteriors singular, s.f, párr. 1).
- K. Espuma metálica: Son una clase de materiales que se caracterizan por tener una baja densidad en combinación con sus notables propiedades, tales como absorción de energía al impacto, permeabilidad a diferentes fluidos, propiedades acústicas entre otras (Díaz, F. 2009, pág. 3).
- L. Espuma filtrante: Es una espuma de poliuretano, de base poliéster, o poliéter, de células totalmente abiertas, fabricadas o espumadas en bloques, y con la abertura o expansionado total de las células (Foamland. 2009, s.f. párr. 1).
- M. Madera: Parte sólida y fibrosa de los árboles que aparece bajo su corteza (WordReference, 2005, párr. 1)

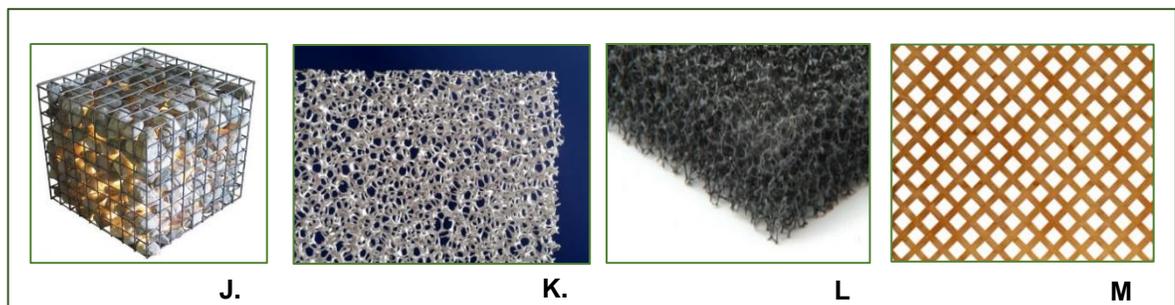


Figura 23. Materiales para estructura

- Muroxs xteriors singular. (s.f) Muroxs xteriors singular. Muroxs xteriors singular. Recuperado de <http://www.gaviones.es/muros-gaviones/>
- Díaz, F. (2009). Espumas metálicas. Facultad de estudios superiores Cuautitlán. Recuperado de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/espumas_metalicas.pdf
- Foamland. (s.f). Espumas filtrantes. Foamland SL. Recuperado de <http://www.foamland.es/espumas-filtrantes>
- WordReference. (2005). Económico. WordReference. Recuperado de <http://www.wordreference.com/definicion/madera>
- J. Wiremesh product. (S.F). Hexagonal Gabions [Gráfico]. Recuperado de http://www.wiremesh-product.com/products_detail/productId=24.html?gclid=CKLfp-aglNQCFUVDhgodN2wOgA
- K. Mi espacio de arquitectura. (2014). La tecnología constructiva del futuro [Gráfico]. Recuperado de <http://miespaciodearquitectura.blogspot.com.co/2014/05/la-tecnologia-constructiva-del-futuro.html>
- L. servifiltro. (S.F). Espumas Filtrantes de Poliuretano (Prefiltro) [Gráfico]. Recuperado de <http://www.servifiltro.com/index.php/es/filtracion/2014-07-22-09-59-38/espumas-poliuretano-prefiltro>
- M. sodimac. (2017). Enrejado diamante [Gráfico]. Recuperado de <http://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/1190938/Enrejado-diamante-121.5-x-244-cm>

4.2.2. MATRIZ PARA SELECCIÓN DE MATERIALES

La tabla que se presenta a continuación se elabora como forma práctica de selección de materiales bajo los parámetros de durabilidad, peso, facilidad, economía y disponibilidad.

En cada una de las propiedades citadas anteriormente se presenta un rango de bueno, regular y malo, ubicando por material una x dentro de una de estas categorías, con la intención de reconocer los que posean mayor número de aspectos positivos y negativos pertenecientes a cada material y de tal forma poder descartar los menos favorables y continuar el proceso de experimentación con los materiales más apropiados.

MATERIAL	DURABILIDAD			PESO			FACILIDAD		
	BUENA	REGULAR	MALA	BUENA	REGULAR	MALA	BUENA	REGULAR	MALA
PET	X			X			X		
CAÑAMO	X			X			X		
ESPUMA METALICA	X			X				X	
YUMBOLON	X			X			X		
COSTAL DE FIQUE	X			X			X		
CORCHO NATURAL		X		X					X
ALGODÓN ORGANICO			X	X			X		
GAVION	X					X			X
CAJAS DE HUEVO			X	X				X	
ESPUMA FILTRANTE	X			X			X		
PAPEL DE BURBUJAS		X		X			X		
PAÑOS ABSORVENTES			X		X				X
PITILLOS	X			X					X
MANGUERAS PLASTICAS	X			X			X		

MATERIAL	ECONOMIA			DISPONIBILIDAD		
	BUENA	REGULAR	MALA	BUENA	REGULAR	MALA
PET	X			X		
CAÑAMO	X			X		
ESPUMA METALICA		X		X		
YUMBOLON	X			X		
COSTAL DE FIQUE	X			X		
CORCHO NATURAL			X			X
ALGODÓN ORGANICO		X			X	
GAVION		X			X	
CAJAS DE HUEVO	X				X	
ESPUMA FILTRANTE	X				X	
PAPEL DE BURBUJAS	X			X		
PAÑOS ABSORVENTES			X		X	
PITILLOS			X	X		
MANGUERAS PLASTICAS	X				X	

X	BUENA
X	REGULAR
X	MALA

Tabla 5. Matriz de Materiales

4.2.2.1. RESULTADOS PRODUCTO DE LA APLICACIÓN DE LA MATRIZ

Entre los materiales con características más favorables destacaron:

- PET
- Cáñamo
- Espuma Metálica
- Yumbolon
- Costal de Fique
- Madera
- Venocllisis

A partir de este estudio por temas de durabilidad, peso, facilidad, economía, disponibilidad y estética se seleccionaron:

- Cáñamo
- Madera
- Venocllisis

4.2.2.2. RETICULA EN MADERA:

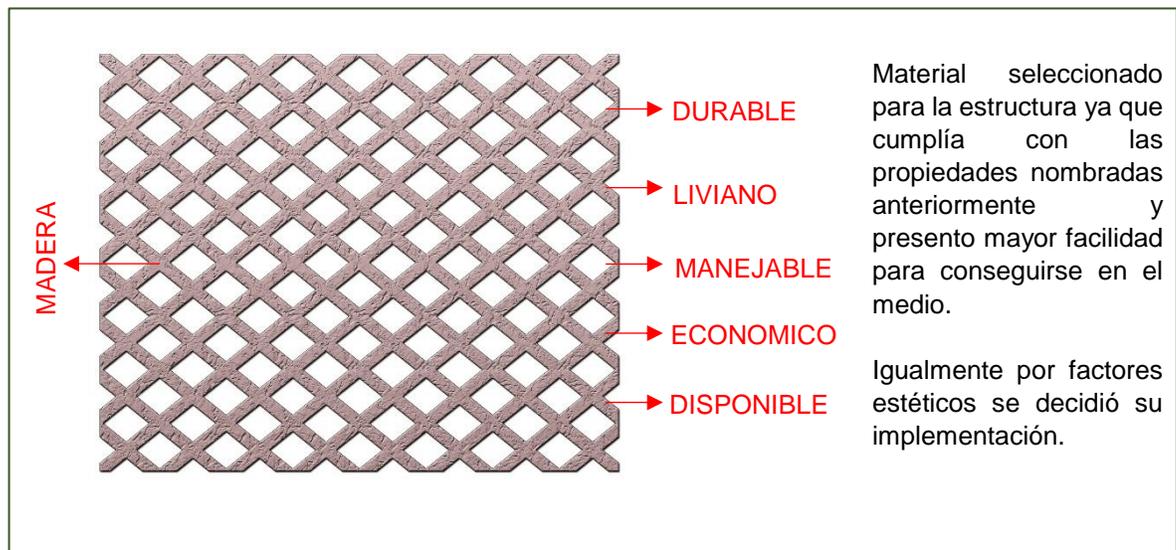


Figura 24.Reticula en Madera

4.2.3. EXPERIMENTO A ESCALA

En esta etapa se inicia un proceso de error y ensayo de cómo sería el diseño funcional y práctico del prototipo, buscando como se muestra en la imagen la forma adecuada de instalar el sistema de venoclisis.



Figura 25. Experimento a Escala. Elaboración propia

Se realizaron alrededor de tres modelos diferentes de filtros ambientales, reconociendo dificultades y probando con los materiales seleccionados. Se observan los tejidos, las retículas de madera y los aspectos positivos y negativos de contar con vegetación.

Finalmente a partir de este proceso a escala se da el paso siguiente, iniciando el diseño real del prototipo, en donde se evidenciaron más fácilmente aspectos relacionados con el peso, la instalación y la funcionalidad.

A continuación se presenta información más detallada de los dos filtros diseñados. El primero consta de tejidos de tipo artesanal y el segundo hace énfasis en la circulación del agua, ambos poseen vegetación artificial de forma simbólica, pero se recomienda a futuro la implementación de plantas naturales ya que se generarían mejores resultados.

4.2.3.1. FILTRO AMBIENTAL TEJIDO

Este filtro se logra desarrollar con mayor profundidad a partir de una visita realizada al laboratorio de la facultad, en el cual se observan diversos materiales naturales empleados en el diseño de vestuario o en otras carreras de manera artesanal.

Se reconocen las ventajas de implementarlos dentro de la investigación como un elemento favorable para mejorar las condiciones de confort al interior, ya que sus hilos entrelazados permiten cortar el rayo lumínico que pretende pasar de forma prácticamente ininterrumpida al interior del espacio.



Figura 26. Experimento: Ensayo de tejidos. Elaboración propia



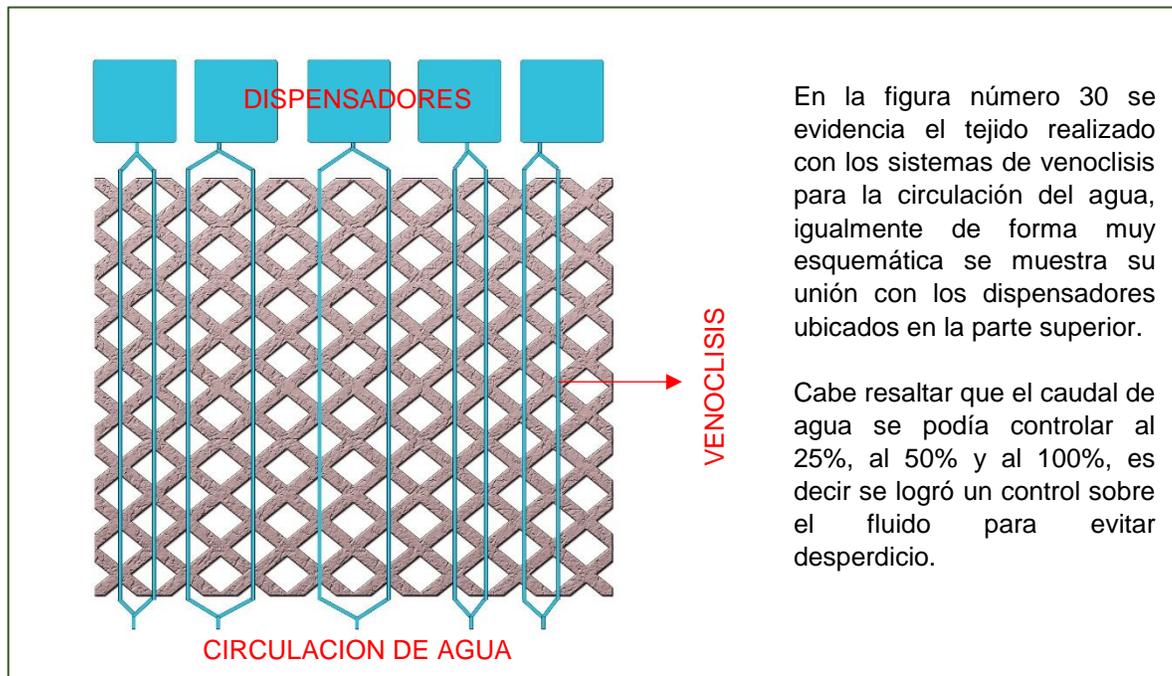
Figura 27. Tejidos definidos para este tipo de Filtro Ambiental. Elaboración propia

4.3. AGUA

El agua constituye una materia prima indispensable, ya que a partir de su circulación se pretende enfriar o mejorar significativamente las condiciones climáticas dentro del espacio. Para lo anterior, es necesario tener en cuenta la cantidad necesaria, la frecuencia y el caudal con el cual se debe realizar la parte práctica y aplicativa del prototipo para que se evidencien cambios y una mejor condición de confort al interior.

VARIABLE	SUBVARIABLE
AGUA	Circulación
	Cantidad
	Frecuencia

Tabla 6. Agua-Variable y subvariables



En la figura número 30 se evidencia el tejido realizado con los sistemas de venoclisis para la circulación del agua, igualmente de forma muy esquemática se muestra su unión con los dispensadores ubicados en la parte superior.

Cabe resaltar que el caudal de agua se podía controlar al 25%, al 50% y al 100%, es decir se logró un control sobre el fluido para evitar desperdicio.

Figura 28. Filtro Ambiental diseñado a partir de la circulación de agua.
Elaboración propia

4.3.1. FILTRO AMBIENTAL CON CIRCULACION DE AGUA

El filtro diseñado a partir de un modelo de circulación de agua se genera empleando sistemas de Venocllisis que permiten un control adecuado del caudal de agua. Las mangueras de venocllisis empleadas en este prototipo fueron perforadas para obtener mayor eficiencia en el proceso de absorción del calor.



Figura 29. Experimento para verificar el caudal de agua por minuto. Elaboración propia

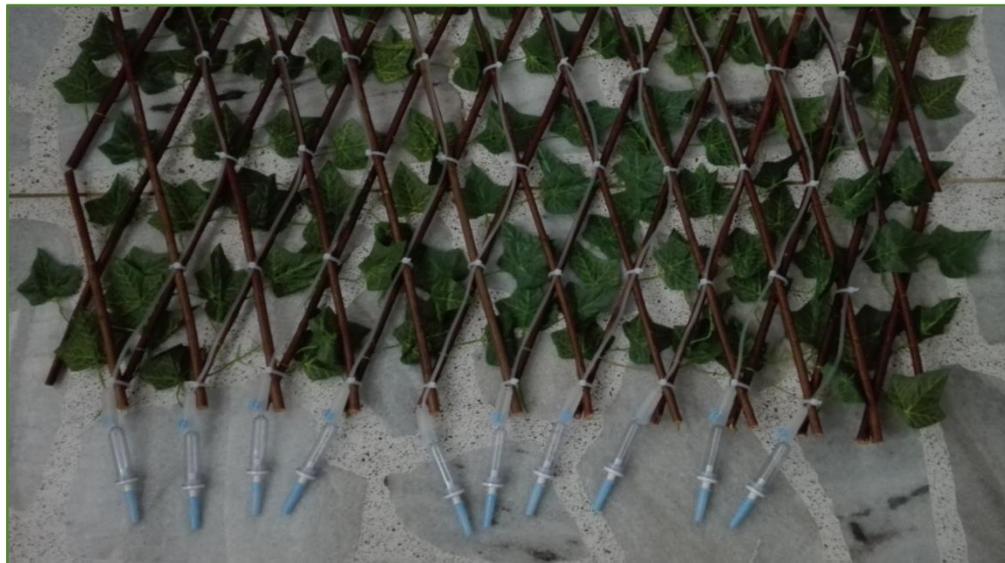


Figura 30. Instalación del venocllisis para el Filtro Ambiental con circulación de agua. Elaboración propia

a

Para conocer el caudal y si se debía perforar o no las mangueras, se realizó el experimento correspondiente a las imágenes superiores de esta página, en donde se contabilizo por minuto el caudal a través de un venoclisís perforado y otro sin perforar. Con esta toma de medidas, se verifico:

El caudal de agua que se deposita o alimenta a las plantas con el VENOCLISIS SIN PERFORAR es mayor, generando un mayor desperdicio sino se reutiliza y su influencia para disminuir el calor puede ser mucho menor.

RECIPIENTE 5 Litros			
LLENADO 1.5 Litros			
1 NORMAL	VENOCLISIS SIN PERFORAR	MILILITROS (ml)	LITROS (l)
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 100 %	129 ml x min	0,129 l x min
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 50 %	58 ml x min	0,058 l x min
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 25 %	20 ml x min	0,020 l x min
1 CONTRARIO	VENOCLISIS SIN PERFORAR	MILILITROS (ml)	LITROS (l)
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 100 %	18,3 ml x min	0,0183 l x min
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 50 %	17 ml x min	0,017 l x min
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 25 %	1,3 ml x min	0,013 l x min
LOS DOS	VENOCLISIS SIN PERFORAR	MILILITROS (ml)	LITROS (l)
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 100 %	141 ml x min	0,141 l x min
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 50 %	124 ml x min	0,124 l x min
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 25 %	38,2 ml x min	0,0382 l x min

Tabla 7. Caudal por minuto con el Venoclisís sin perforar. Elaboración propia

El caudal de agua que se deposita o alimenta a las plantas con el VENOCLISIS PERFORADO es menor; mientras que un mayor desperdicio se da al perforarse la manguera y permitir un fluido adicional al exterior; pero el proceso de enfriamiento se produce con mayor facilidad de esta forma.

RECIPIENTE 5 Litros			
LLENADO 1.5 Litros			
1 NORMAL	VENOCLISIS PERFORADO	MILILITROS (ml)	LITROS (l)
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 100 %	118,4 ml x min	0,1184 l x min
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 50 %	73,1 ml x min	0,0731 l x min
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 25 %	18,1 ml x min	0,0181 l x min
1 CONTRARIO	VENOCLISIS PERFORADO	MILILITROS (ml)	LITROS (l)
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 100 %	17 ml x min	0,017 l x min
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 50 %	17 ml x min	0,017 l x min
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 25 %	2,0 ml x min	0,02 l x min
LOS DOS	VENOCLISIS PERFORADO	MILILITROS (ml)	LITROS (l)
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 100 %	138 ml x min	0,138 l x min
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 50 %	63 ml x min	0,63 l x min
	Caudal por Minuto con el Venoclisís abierto al 25 %	14,3 ml x min	0,0143 l x min

Tabla 8. Caudal por minuto con el Venoclisís perforado. Elaboración propia

4.4. CONFORT

El confort es una temática sumamente importante ya que en base a esta se depositan los análisis del registro de temperatura, humedad e iluminación presentes en el espacio, todo esto para entender no solo desde la percepción de los usuarios sino también a partir de los resultados arrojados la situación de incomodidad que se vivencia continuamente en el lugar de estudio y trabajo.

VARIABLE	SUBVARIABLE
CONFORT	Temperatura
	Percepcion
	Iluminacion

Tabla 9. Confort-Variable y subvariable

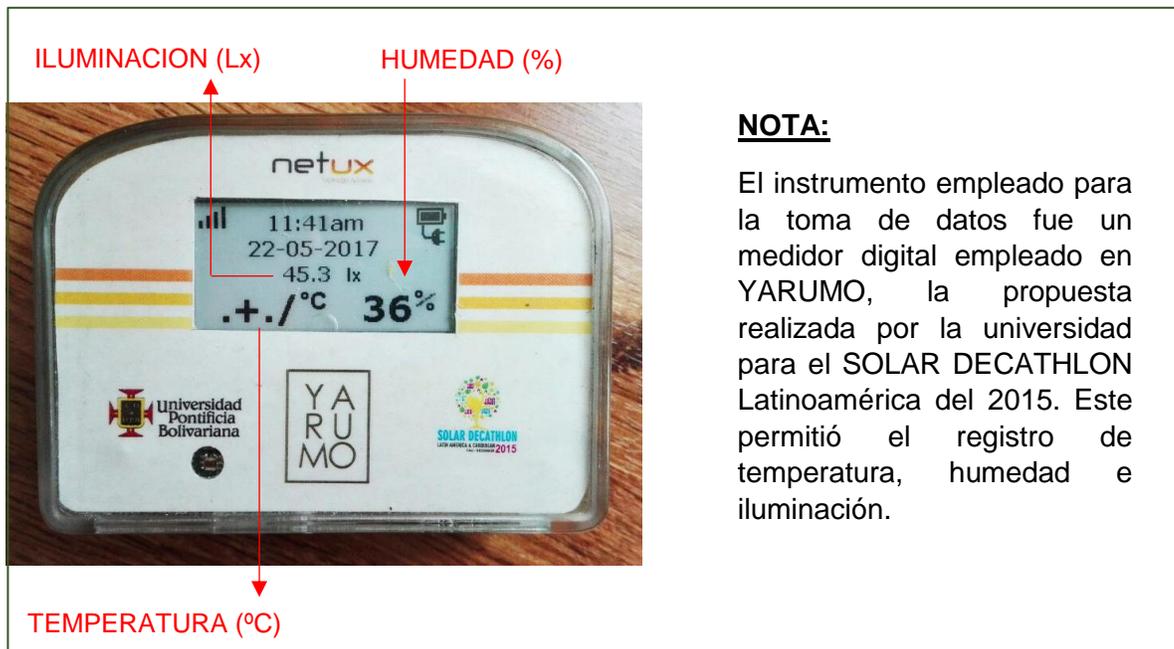


Figura 31. Instrumento de Medición empleado. Registro propio

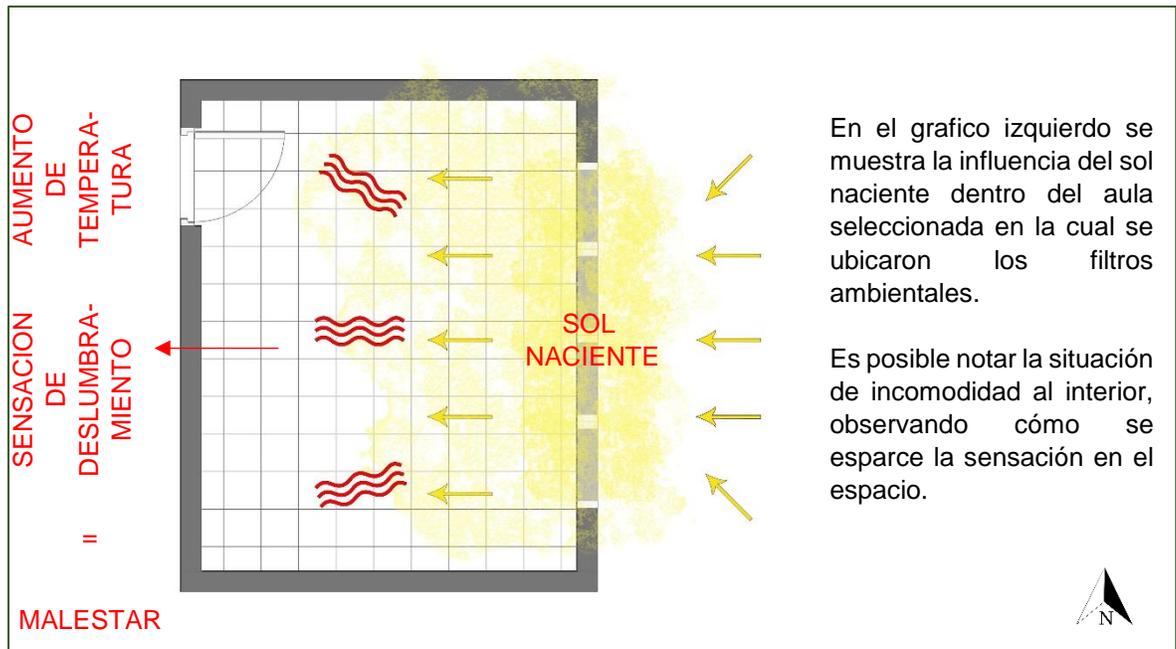


Figura 32. Plano esquemático de la situación de confort. Elaboración propia

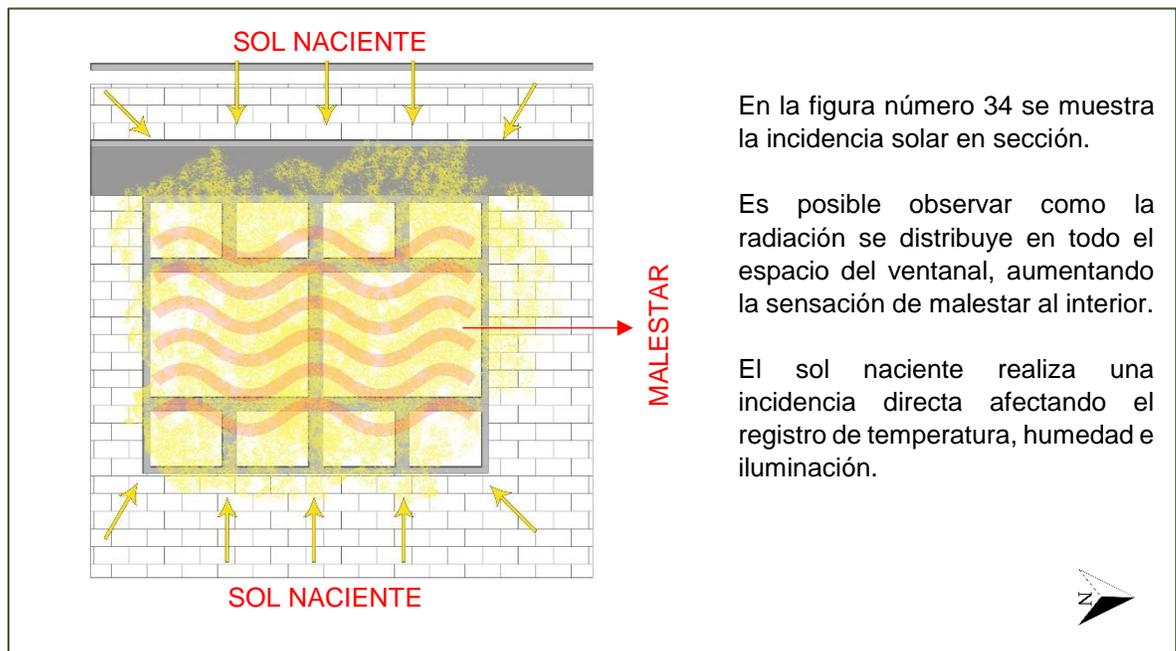


Figura 33. Fachada esquemática del aula con filtros. Elaboración propia

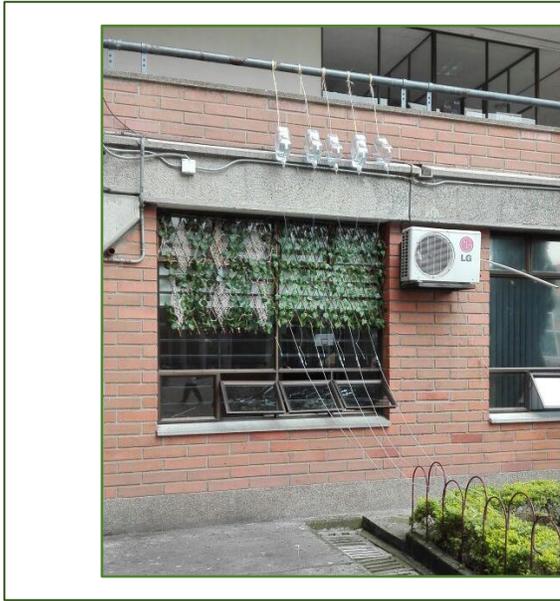
4.4.1. INSTALACION DE FILTROS AMBIENTALES



Figura 35. Instalación de dispensadores de agua desde el pasamanos. Registro propio



Figura 34. Filtros ambientales instalados. Registro propio



De esta forma se realizó la instalación de los filtros ambientales.

Se implementaron los dos prototipos, el de la izquierda conformado a partir de una serie de tejidos artesanales y el de la derecha compuesto a partir de la circulación constante de agua a través de venoclisis conectados a dispensadores, para conducir el agua por medio de mangueras a la jardinera adena al proyecto.

*Figura 36. Filtros ambientales instalados-
Jardinera. Registro propio*

4.4.2. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

En este fragmento del trabajo de campo se llevó a cabo un registro de las siguientes propiedades de confort: luxes (lx), temperatura (°C) y humedad (%), durante 7 días en dos oficinas con las mismas condiciones espaciales, físicas y climáticas.

Fue un proceso elaborado simultáneamente donde la oficina de fotografía tenía el prototipo de la investigación instalado y el aire acondicionado apagado, mientras que la segunda, es decir, la oficina de comunicaciones, donde no se encontraba el prototipo, permanecía con el aire encendido, lo anterior, con la intención de realizar una comparación de resultados.

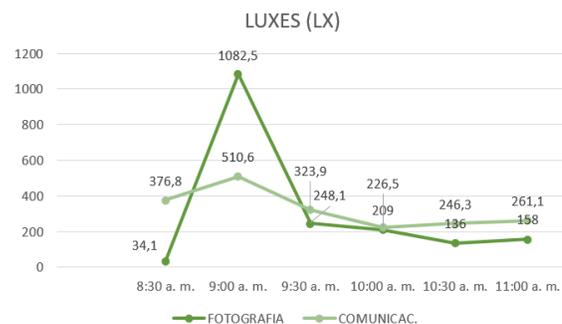
A continuación se presentan los datos registrados por día debido a la situación de registro y a las condiciones climáticas. El sol que afectaba era el naciente, por tanto el horario de registro fue de 8:30 a.m. a 12:00 p.m.; teniendo en cuenta como se mencionó anteriormente que por motivos de **dirección de cada oficina fue complicado tomar un dato de cada hora pensada, por tanto quedaron algunos espacios en blanco; la comparación se realiza con los datos que se tienen completos en ambos casos.**

FICHA DE REGISTRO N° 1
MIÉRCOLES 03 DE MAYO DE 2017

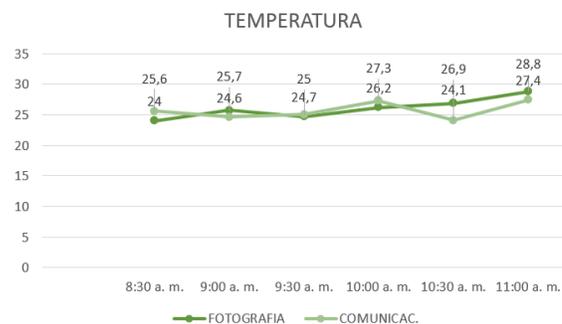
MIÉRCOLES 03 DE MAYO DE 2017			
OFICINA FOTOGRAFIA			
HORA	LUXES (LX)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD
8:30 a. m.	34,1	24	45%
9:00 a. m.	1082,5	25,7	58%
9:30 a. m.	248,1	24,7	46%
10:00 a. m.	209	26,2	47%
10:30 a. m.	136,0	26,9	53%
11:00 a. m.	158,0	28,8	63%
11:30 a. m.	157,4	23,6	40%
12:00 p. m.	-	-	-

La temperatura varía constantemente entre ambas aulas, sin embargo estas no presentan una diferencia significativa entre las dos. En la oficina de fotografía se logra una temperatura similar sin el aire acondicionado, comparándola con comunicaciones que si lo tiene.

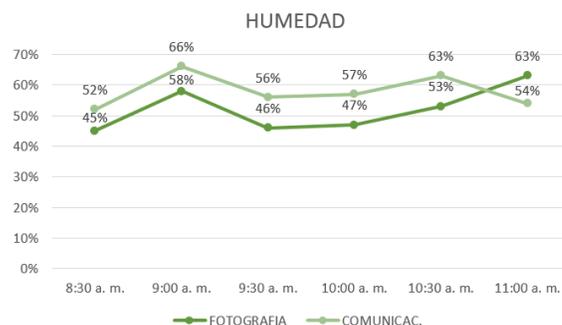
MIÉRCOLES 03 DE MAYO DE 2017			
OFICINA DE COMUNICACION			
HORA	LUXES (LX)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD
8:30 a. m.	376,8	25,6	52%
9:00 a. m.	510,6	24,6	66%
9:30 a. m.	323,9	25	56%
10:00 a. m.	226,5	27,3	57%
10:30 a. m.	246,3	24,1	63%
11:00 a. m.	261,1	27,4	54%
11:30 a. m.	-	-	-
12:00 p. m.	-	-	-



Se muestra un aumento considerable de la iluminación a las 9:00 am en el salón de fotografía, mientras en las otras horas siempre es mayor la del aula de comunicaciones. Pico por un evento excepcional. Siempre el aula de fotografía debajo de la de comunicaciones por efecto del prototipo. Día nublado.



La humedad siempre fue mayor en el aula de comunicaciones, sin embargo a las 10:30 el registro se presentó mayor en el aula de fotografía.



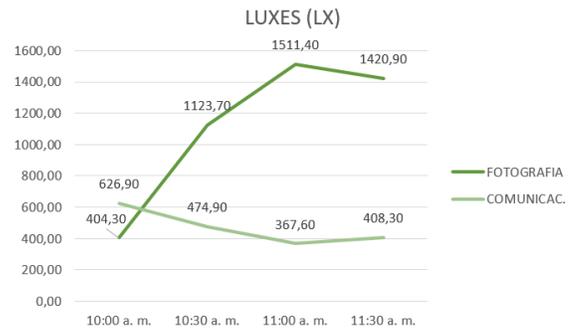
FICHA DE REGISTRO N° 2
VIERNES 05 DE MAYO DE 2017

VIERNES 05 DE MAYO DE 2017			
OFICINA FOTOGRAFIA			
HORA	LUXES (LX)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD
8:30 a. m.	-	-	-
9:00 a. m.	-	-	-
9:30 a. m.	-	-	-
10:00 a. m.	404,3	24,9	40%
10:30 a. m.	1123,7	24,8	45%
11:00 a. m.	1511,4	26,1	47%
11:30 a. m.	1420,9	26,9	45%
12:00 p. m.	-	-	-

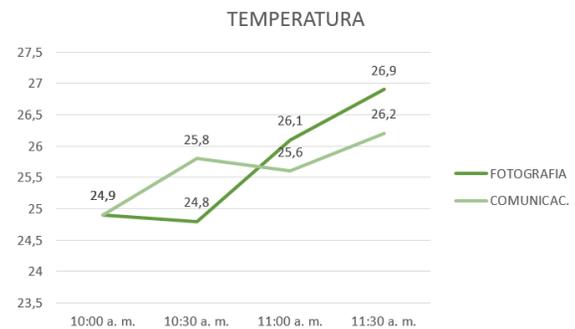
Se puede ver que a las 10:30 am la temperatura disminuye comprobando la efectividad del prototipo, sin embargo a las 11:30 la temperatura del salón de fotografía sobrepasa la de comunicación.

Fotografía sin aire vs comunicaciones con aire. Día soleado

VIERNES 05 DE MAYO DE 2017			
OFICINA DE COMUNICACION			
HORA	LUXES (LX)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD
8:30 a. m.	-	-	-
9:00 a. m.	-	-	-
9:30 a. m.	-	-	-
10:00 a. m.	626,9	24,9	48%
10:30 a. m.	474,9	25,8	48%
11:00 a. m.	367,6	25,6	49%
11:30 a. m.	408,3	26,2	47%
12:00 p. m.	-	-	-

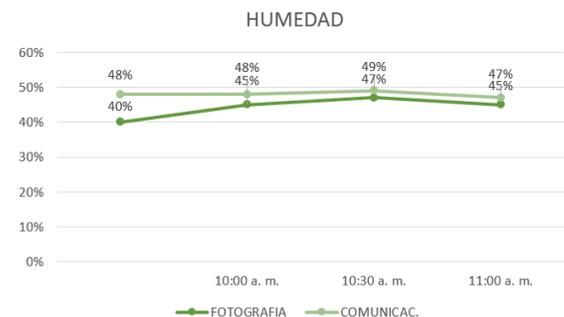


En la gráfica se puede apreciar un aumento en la iluminación del salón de fotografía respecto al de comunicación, alcanzando su máximo punto a las 11:00 am. Persiana incorporada en comunicaciones. Día soleado, por esto se dio el aumento luxes en fotografía



Se evidencia que durante el rango de toma de registros la humedad fue muy a la par en ambos casos, sin embargo siempre fue menor la del salón de fotografía.

Día soleado menor humedad



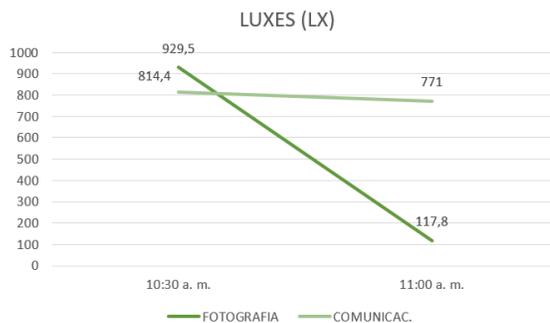
FICHA DE REGISTRO N° 3
MARTES 09 DE MAYO DE 2017

MARTES 09 DE MAYO DE 2017			
OFICINA FOTOGRAFIA			
HORA	LUXES (LX)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD
8:30 a. m.	-	-	-
9:00 a. m.	1026,4	25,7	58%
9:30 a. m.	1360,0	24,1	63%
10:00 a. m.	1304,9	24,5	62%
10:30 a. m.	929,5	23,6	60%
11:00 a. m.	117,8	24,6	60%
11:30 a. m.	-	-	-
12:00 p. m.	-	-	-

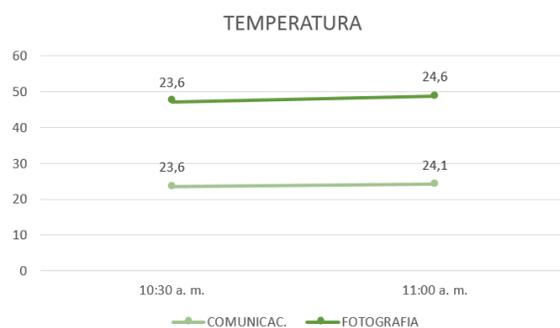
Se dio un aumento constante en ambos salones, conservándose más alta la temperatura en el salón de fotografía.

Fotografía sin aire vs comunicaciones con aire.

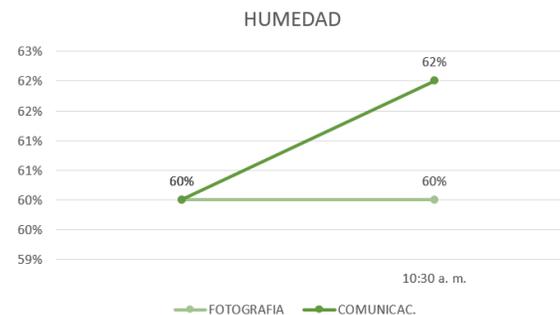
MARTES 09 DE MAYO DE 2017			
OFICINA DE COMUNICACION			
HORA	LUXES (LX)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD
8:30 a. m.	-	-	-
9:00 a. m.	-	-	-
9:30 a. m.	-	-	-
10:00 a. m.	-	-	-
10:30 a. m.	814,4	23,6	60%
11:00 a. m.	771,0	24,1	62%
11:30 a. m.	-	-	-
12:00 p. m.	-	-	-



Se puede ver una caída drástica en la iluminación del salón de fotografía de las 10:30 am a 11:00 am. Influencia persiana cerrada.



La humedad permanece constante en el salón de fotografía, mientras que en el de comunicaciones se da un aumento constante.



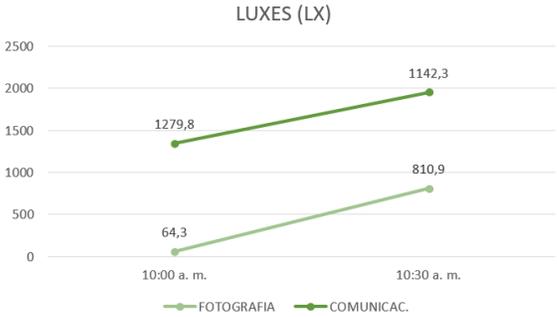
FICHA DE REGISTRO Nº 4
MIÉRCOLES 10 DE MAYO DE 2017

MIÉRCOLES 10 DE MAYO DE 2017			
OFICINA FOTOGRAFIA			
HORA	LUXES (LX)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD
8:30 a. m.	-	-	-
9:00 a. m.	-	-	-
9:30 a. m.	61,2	25,6	57%
10:00 a. m.	64,3	26,7	50%
10:30 a. m.	810,9	25,5	54%
11:00 a. m.	387,4	26,4	52%
11:30 a. m.	868,0	26,3	53%
12:00 p. m.	1376,4	26,0	51%

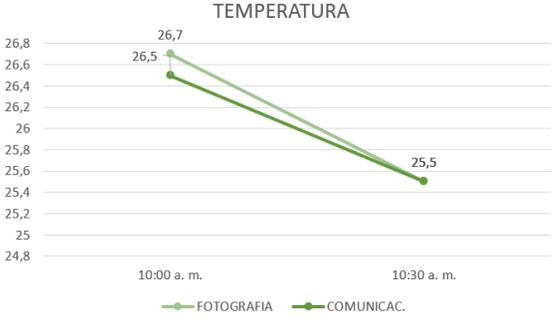
Ambas temperaturas presentan un grado de disminución de las 10:00 am a las 10:30 am terminando en un registro de 25,5 grados.

Fotografía sin aire vs comunicaciones con aire.

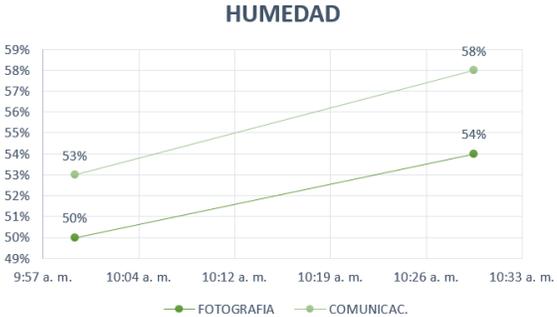
MIÉRCOLES 10 DE MAYO DE 2017			
OFICINA DE COMUNICACION			
HORA	LUXES (LX)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD
8:30 a. m.	-	-	-
9:00 a. m.	-	-	-
9:30 a. m.	-	-	-
10:00 a. m.	1279,8	26,5	53%
10:30 a. m.	1142,3	25,5	58%
11:00 a. m.	-	-	-
11:30 a. m.	-	-	-
12:00 p. m.	-	-	-



Se da un aumento constante en ambos salones, de las 10:00 am a las 11:30 am, siendo mayor el registro en el aula de comunicaciones.



La humedad en el salón de fotografía presenta un aumento del 4%, mientras que en el salón de comunicaciones se da un aumento del 5% en un lapsus de media hora.



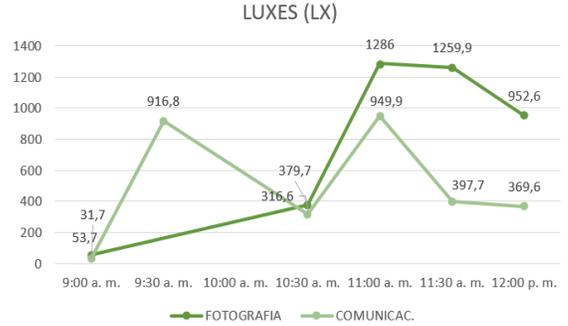
FICHA DE REGISTRO N° 5
MARTES 16 DE MAYO DE 2017

MARTES 16 DE MAYO DE 2017			
OFICINA FOTOGRAFIA			
HORA	LUXES (LX)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD
8:30 a. m.	-	-	-
9:00 a. m.	53,7	26,1	54%
9:30 a. m.	-	30	43%
10:00 a. m.	-	28,3	46%
10:30 a. m.	379,7	27,5	47%
11:00 a. m.	1286	26,6	49%
11:30 a. m.	1259,9	26,9	49%
12:00 p. m.	952,6	26,4	50%

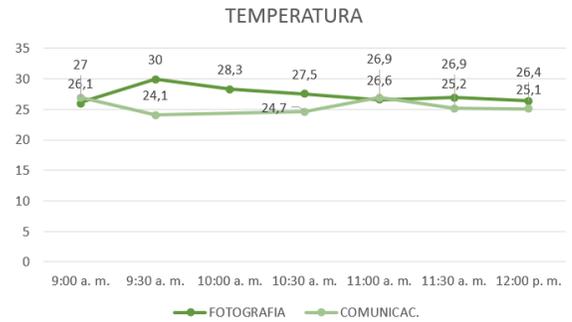
Se presenta una temperatura constante en ambos salones, siendo mayor en el aula de fotografía donde el rango de diferencia es de un 4%.

Fotografía sin aire vs comunicaciones con aire.

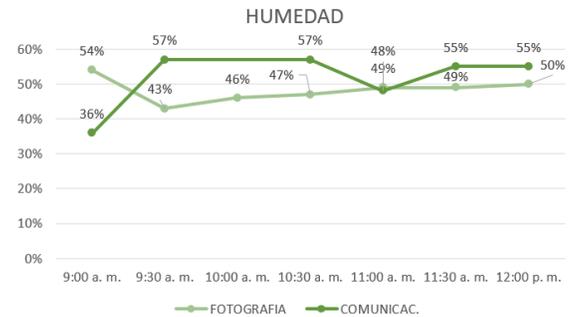
MARTES 16 DE MAYO DE 2017			
OFICINA DE COMUNICACION			
HORA	LUXES (LX)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD
8:30 a. m.	-	-	-
9:00 a. m.	31,7	27	36%
9:30 a. m.	916,8	24,1	57%
10:00 a. m.	-	-	-
10:30 a. m.	316,6	24,7	57%
11:00 a. m.	949,9	26,9	48%
11:30 a. m.	397,7	25,2	55%
12:00 p. m.	369,6	25,1	55%



Presento aumento a las 9:00 am hasta las 11:00 am de la mañana, sin embargo a partir de esta hora se da una disminución constante.



La humedad casi siempre fue mayor en el aula de fotografía, teniendo en cuenta que el registro fue muy similar en ambos.



FICHA DE REGISTRO N° 6
MIÉRCOLES 17 DE MAYO DE 2017

MIÉRCOLES 17 DE MAYO DE 2017			
OFICINA FOTOGRAFIA			
HORA	LUXES (LX)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD
8:30 a. m.	-	-	-
9:00 a. m.	-	-	-
9:30 a. m.	-	28,1	51%
10:00 a. m.	-	29,3	48%
10:30 a. m.	1014,0	26,4	53%
11:00 a. m.	803,6	26,5	53%
11:30 a. m.	855,6	25,9	54%
12:00 p. m.	596,2	26,1	54%

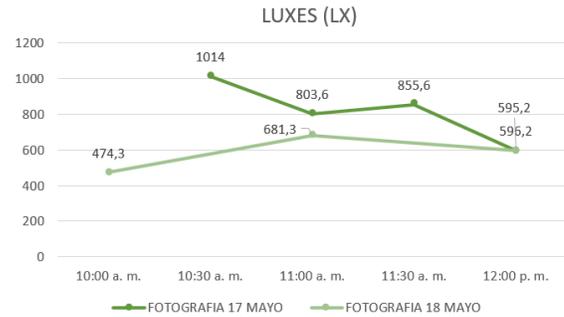
Se presenta una temperatura similar ambos días, sin embargo el 18 de mayo se muestra una temperatura mayor a las 11:0 am.

FICHA DE REGISTRO N° 6
JUEVES 18 DE MAYO DE 2017

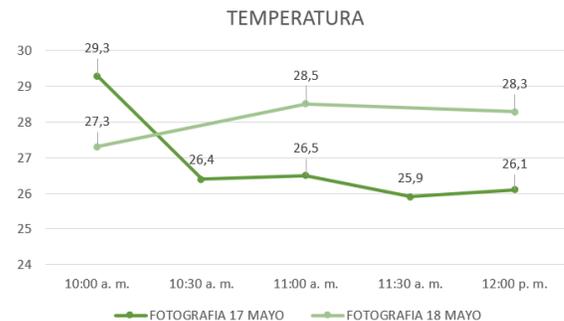
JUEVES 18 DE MAYO DE 2017			
OFICINA DE FOTOGRAFIA			
HORA	LUXES (LX)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD
8:30 a. m.	-	-	-
9:00 a. m.	-	-	-
9:30 a. m.	-	-	-
10:00 a. m.	474,3	27,3	58%
10:30 a. m.	-	-	-
11:00 a. m.	681,3	28,5	52%
11:30 a. m.	-	-	-
12:00 p. m.	595,2	28,3	52%

NOTA:

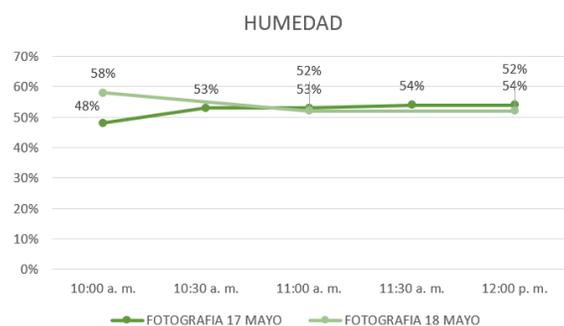
Este día no fue posible realizar registro en la oficina de Comunicación ya que fue complicado coincidir con el personal encargado del lugar.



El día 17 se presentó una mayor iluminación en el espacio.



La humedad el 18 de mayo inicia siendo mayor, pero a lo largo del registro esta se presenta menor con respecto al día 17.



- **ANALISIS DE LUXES:**

En ambas graficas es posible evidenciar que la iluminación presenta un registro muy variable, sin embargo se puede notar que los luxes permanecieron más altos en el salón de fotografía que en el salón de comunicaciones; teniendo en cuenta que en el salón de fotografía se contaba con los filtros ambientales para impedir el rayo solar directo, mientras que en la otra oficina siempre se contó con una persiana.

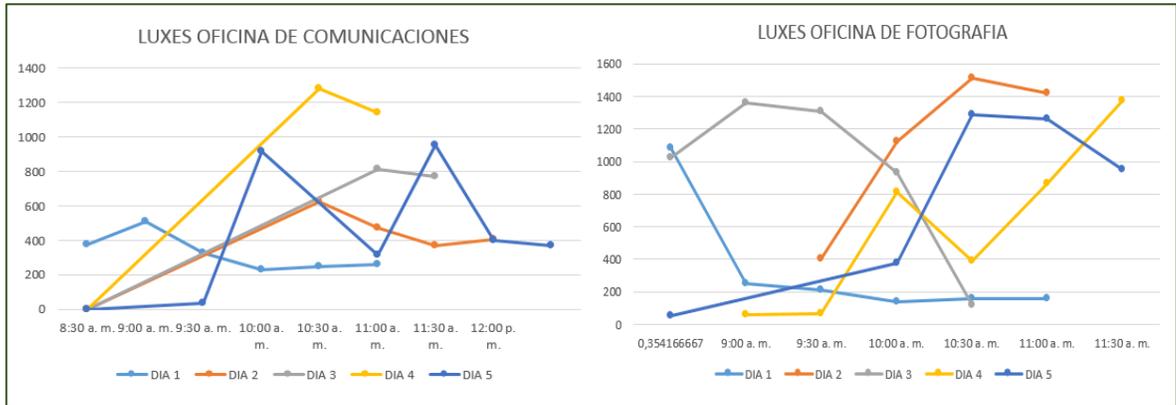


Figura 37. Luxes-5 días: Oficina de Fotografía y Comunicación

- **ANALISIS DE TEMPERATURA:**

- Se presentó una mayor temperatura en la oficina de fotografía que en la oficina de comunicaciones.

Es necesario tener en cuenta en un primer punto que en la oficina de comunicaciones la temperatura se registró sin apagar el aire acondicionado, mientras que en la de fotografía se anotó sin este y en un segundo aspecto los grados centígrados de diferencia realmente son muy pocos entre ambas.

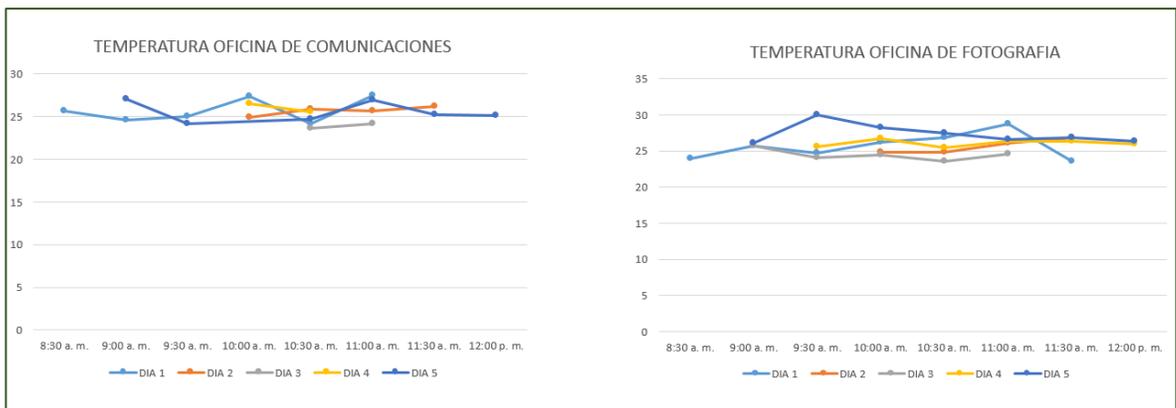


Figura 38. Temperatura-5 días: Oficina de Fotografía y Comunicación

- ANALISIS DE HUMEDAD:

- Se presentó una mayor humedad en la oficina de comunicaciones que en la oficina de fotografía.
- La humedad rebaja cuando es mayor la temperatura.
- Uno de los aspectos que puede marcar una diferencia entre ambos registros es que en la oficina de comunicaciones se encontraban dos personas laborando permanentemente y allí se tenía más mobiliario; mientras que en la oficina de fotografía solo había una persona y el mobiliario existente era más poco.

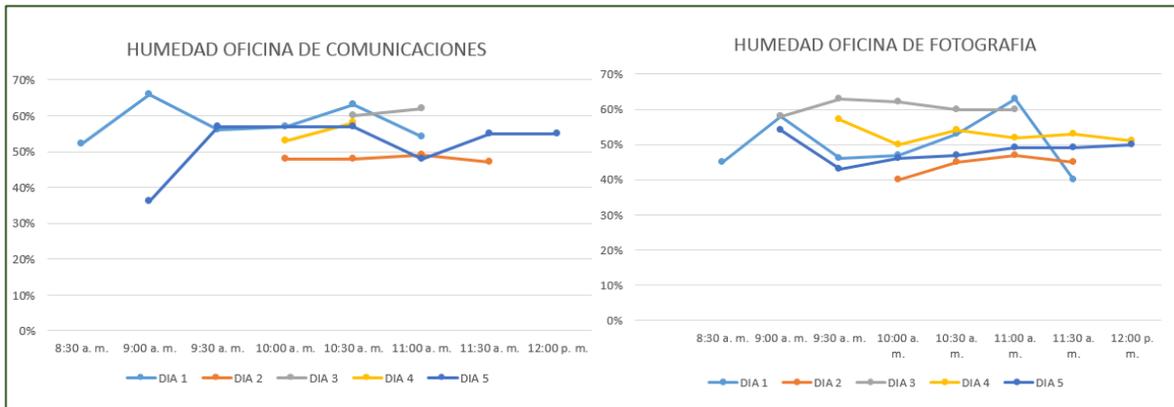


Figura 39. Humedad-5 días: Oficina de Fotografía y Comunicación

- ANALISIS DE DISEÑO:

El diseño del prototipo es un modelo fácil de realizar, liviano, económico y sin problema para instalar.

- ANALISIS DE MATERIALIDAD:

Para el tiempo que se ubicó el prototipo la materialidad fue favorable, pues resistió las adversidades del clima, las condiciones del lugar y la curiosidad de sus usuarios.

- ANALISIS DEL TIEMPO CLIMÁTICO:

Este factor fue bastante complicado ya que fue una temporada húmeda con pocos días de sol para tomar registro.

- ANALISIS DEL LUGAR:

El lugar ideal sería un aula educativa, sin embargo por accesibilidad, facilidad y tiempo se instaló en la oficina de fotografía; este espacio fue apropiado, sencilla la instalación, la ubicación fue rápida y se dispuso fácilmente de los elementos del entorno para hacer viable su realización.

- ANALISIS DEL ESPACIO:

El espacio fue apropiado, encajo perfectamente el prototipo y se acoplo o se logró un amarre efectivo para su duración.

5. CONCLUSIONES

- A partir del desarrollo de esta investigación, es posible enunciar un equilibrio en ambas oficinas respecto al factor de la iluminación, durante los días se registró un aumento y una disminución que generan resultados equitativos.
- La temperatura permaneció mayor en la oficina de fotografía a pesar de que en esta se instaló el panel, sin embargo es necesario tener en cuenta que la diferencia de grados es muy pequeña y que el registro de temperatura en la de comunicaciones se realizó como se mencionó anteriormente con el aire acondicionado encendido.
- La humedad permaneció durante todo el registro mayor en la oficina de comunicación, quizás debido al aire acondicionado en uso constantemente.
- Aunque se implementaron plantas artificiales, es necesario probar el sistema con vegetación natural, ya que sería más eficiente para mayores beneficios.
- El agua es un aspecto fundamental, se debe considerar más su circulación y el punto en el que se da su evacuación o en otro caso su recirculación.

6. RECOMENDACIONES

6.1. ASPECTOS A MEJORAR:

- Implementación de enredaderas naturales.
- Diseñar un sistema con una pequeña bomba para hacer recircular el agua.
- Anclar, amarrar o sujetar de alguna manera las agujas del equipo de venoclisis para el recorrido del agua.
- Realizar ensayos previos en el lugar para evitar filtraciones de agua u otros inconvenientes.
- Implementar materiales plásticos para evitar una descomposición a largo plazo.

7. CIBERGRAFIA – BIBLIOGRAFIA

- (s. f). Durabilidad. Construmatica. Recuperado de <http://www.construmatica.com/construpedia/Durabilidad>.

- Área Metropolitana del Valle de Aburra, Universidad Pontificia Bolivariana, 2015, pág 31. (2015). Política Pública de Construcción Sostenible. Oficina Asesora de Comunicaciones del Área Metropolitana del Valle de Aburra. Recuperado de <http://www.metropol.gov.co/ConstruccionSostenible/Documents/PPCSILineaBase27112015.pdf>

- Área Metropolitana del Valle de Aburra, Universidad Pontificia Bolivariana, 2015, pág 31. (2015). Política Pública de Construcción Sostenible. Oficina Asesora de Comunicaciones del Área Metropolitana del Valle de Aburra. Recuperado de <http://www.metropol.gov.co/ConstruccionSostenible/Documents/PPCSILineaBase27112015.pdf>

- ARQHYS. 2012, 12. El peso. Revista ARQHYS.com. Obtenido 05, 2017, de <http://www.arqhys.com/construccion/peso.html>.

- Caja de Cartón. (S.f). Plástico de burbujas. Caja de Cartón. Recuperado de <http://www.cajadecarton.es/plastico-de-burbujas>

- Castro, F. (19 de marzo de 2014). Hábitat 5 (H5) / Alejandro Borrachia. ArchDaily. Recuperado de <http://www.archdaily.co/co/750737/habitat-5-h5-alejandro-borrachia>

- Castro, F. (2014). Hábitat 5 (H5) / Alejandro Borrachia [Gráfico]. Recuperado de <http://www.archdaily.co/co/750737/habitat-5-h5-alejandro-borrachia>

- Castro, V et al. Evaluación de la relación entre la ventilación natural y la agrupación de niños de cinco años en un aula de jardín de infancia de Medellín. En: Passive and Low Energy Architecture (PLEA), Opportunities, Limits & Needs (Lima, 7 - 9 November 2012), Comfort And Occupancy (Inside & Outside). <http://plea-arch.org/ARCHIVE/2012/files/T02-20120130-0090.pdf> [Consulta: 07 de marzo de 2016]

- Claro, M. (2017). ¿Qué jardín vertical elegir? Canevaflor [Gráfico]. Recuperado de <http://www.canevaflor.cl/productos>

- Claro, M. (2017). ¿Qué jardín vertical elegir? Canevaflor. Recuperado de <http://www.canevaflor.cl/productos>

- conjunto de redacciones Climate Data. (s.f.). Climate Data,. Obtenido de Clima Medellín.

- Definicion ABC. (2017). Definición de Venocclisis. definicionabc. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/salud/venocclisis.php>

- Díaz, F. (2009). Espumas metálicas. Facultad de estudios superiores Cuautitlán. Recuperado de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/espumas_metalicas.pdf

- Dudley, V. (n.f). Teoría del diseño en la arquitectura. ehowenespanol. Recuperado de http://www.ehowenespanol.com/teoria-del-diseno-arquitectura-sobre_396967/
- Eco-Inventos. (2016). Eco-Inventos [Gráfico]. Recuperado de <http://ecoinventos.com/ekomuro-h2o-paredes-que-recogen-el-agua-de-lluvia/#ixzz4hN0AeBX0>

- Eco-Inventos. (2016). Eco-Inventos. Recuperado de <http://ecoinventos.com/ekomuro-h2o-paredes-que-recogen-el-agua-de-lluvia/#ixzz4hN0AeBX0>

- Foamland. (s.f). Espumas filtrantes. Foamland SL. Recuperado de <http://www.foamland.es/espumas-filtrantes>

- Geo Soluciones. (s.f). Paños Absorbentes. geomembranas. Recuperado de <http://www.geomembranas.com.co/productos/control-de-derrames/panos-absorbentes/>

- gettyimages. (s.f). Energized Classroom Vector Silhouette [Gráfico]. Recuperado de <http://www.gettyimages.com/detail/illustration/energized-classroom-vector-silhouette-royalty-free-illustration/165811046>

- Giraldo y Ruttkay. Influencia de la altura de la línea de la vista en la evaluación de la sensación de deslumbramiento en aulas de pre-escolar. En: Passive and Low Energy Architecture (PLEA), Opportunities, Limits & Needs (Lima, 7 - 9 November 2012), Comfort And Occupancy (Inside & Outside). <http://plea-arch.org/ARCHIVE/2012/files/T02-20120123-0015.pdf> [Consulta: 07 de marzo de 2016]

- Gonzales, A. (2015). Curso de Bioclimática. Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.

- Haghparast, F. (Wednesday 22nd de October de 2008). Passive and LowEnergyArchitecture (PLEA). Obtenido de Passive and LowEnergyArchitecture (PLEA): [arch.org/ARCHIVE/2008/content/papers/oral/PLEA_FinalPaper_ref_650.pdf](http://plea-arch.org/ARCHIVE/2008/content/papers/oral/PLEA_FinalPaper_ref_650.pdf)

- Haghparast, F. Evaluación de los efectos psicológicos de los factores climáticos en entornos educativos. En: Passive and Low Energy Architecture (PLEA), Wednesday 22nd October 2008, Comfort, Paper 650. http://plea-arch.org/ARCHIVE/2008/content/papers/oral/PLEA_FinalPaper_ref_650.pdf [Consulta: 22 de febrero de 2016]

- HAGHPARAST, Farzin. Evaluación de los efectos psicológicos de los factores climáticos en entornos educativos. En: Passive and Low Energy Architecture (PLEA), Wednesday 22 October 2008, Comfort, Paper 650. [arch.org/ARCHIVE/2008/content/papers/oral/PLEA_FinalPaper_ref_650.pdf](http://plea-arch.org/ARCHIVE/2008/content/papers/oral/PLEA_FinalPaper_ref_650.pdf) [Consulta: 22 de febrero de 2016]

- Hernández Garzón, G. E., & Sanclemente Mesa, G. (Junio de 2010). Iatreia Revista Médica

- Hurtado, S. (2012). Criterio De Expertos. Su Procesamiento A Través Del Método Delphy. Histodidáctica. Recuperado de http://www.ub.edu/histodidactica/index.php?option=com_content&view=article&id=21:criterio-de-expertos-su-procesamiento-a-traves-del-metodo-delphy&catid=11:metodologia-y-epistemologia&Itemid=103

- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, (s.f). características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos. ideam. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21789/1Sitios+turisticos2.pdf/cd4106e9-d608-4c29-91cc-16bee9151ddd>

- MapGis. (S.f). Medellin.gov [Gráfico]. Recuperado de <https://www.medellin.gov.co>

- MaxiPET. (s.f) ¿Qué es el PET? MaxiPET. Recuperado de http://www.maxi-pet.com.mx/Que_es_el_PET.html

- Moreno, S. (1993). Colombia: Arquitectura, hombre y clima. Sonia Cristina Priento. Entorno Ltda. Recuperado de <https://ecologia.unibague.edu.co/arclima.pdf>

- Muroxs xteriors singular. (s.f) Muroxs xteriors singular. Muroxs xteriors singular. Recuperado de <http://www.gaviones.es/muros-gaviones/>

- Neila, J. (2013). El clima y la arquitectura. ayre. Recuperado de <https://ayreblog.wordpress.com/2013/02/22/el-clima-y-la-arquitectura/>

- Oxford University Press. (2017). Español Oxford Living Dictionaries. Oxford University Press. Recuperado de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/algod%C3%B3n>

- Oxford University Press. (2017). Español Oxford Living Dictionaries. Oxford University Press. Recuperado de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/canamo>

- Oxford University Press. (2017). Español Oxford Living Dictionaries. Oxford University Press. Recuperado de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/pitillo>

- Parro. (2017). Definición de resistencia de materiales y conceptos relacionados. Parro. Recuperado de <http://www.parro.com.ar/definicion-de-resistencia+de+materiales>
- Pérez y Gardey. (2008). Definición de Percepción. DefiniciónDe. Recuperado de <http://definicion.de/percepcion/>

- Plastempack. (s.f) Espuma de Polietileno Superlon y Yumbolon. Plastempack. Recuperado de <http://www.plastempack.com/empaque-y-embalaje/espuma-de-polietileno-superlon-y-jumbolon.html>
- Serrano, M. (2016). Hablemos de Sostenibilidad. Serrano ecodiseño y soluciones sostenibles. Recuperado de http://arquitecturaambientalrd.blogspot.com.co/p/blog-page_24.html

- Siber. (2016)¿Qué es el confort en la arquitectura? Siber. Recuperado de <https://www.siberzone.es/blog/que-es-el-confort-en-la-arquitectura/>

- Trebilcock, M et al. El desempeño ambiental de las escuelas en zonas de sensibilidad cultural. En: Passive and Low Energy Architecture (PLEA), Opportunities, Limits & Needs (Lima, 7 - 9 November 2012), Comfort And Occupancy (Inside & Outside). <http://plea.arch.org/ARCHIVE/2012/files/T02-20120130-0094.pdf> [Consulta: 07 de marzo de 2016].

- WordReference. (2005). Económico. WordReference. Recuperado de <http://www.wordreference.com/definicion/madera>

- WordReference. (2015). Económico. WordReference. Recuperado de <http://www.wordreference.com/definicion/economico>

- WordReference. (2017). Económico. WordReference. Recuperado de <http://www.wordreference.com/definicion/economico>

- Zapata Sofía. Propuesta para el uso eficiente del agua en la Arquitectura” En: Biblioteca central UPB (MONOGRAFIAS), [Consulta: 14 de octubre de 2016]

- A. ecoosfera. (2014). Sencillos pasos para construir un colector de lluvia para tu hogar [Gráfico]. Recuperado de <http://ecoosfera.com/2014/11/sencillos-pasos-para-construir-un-colector-de-lluvias-para-tu-hogar/>

- B. Consumer. (2017) El corcho, un aislante muy eficaz [Gráfico]. Recuperado de <http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/carpinteria/2014/03/25/219573.php>

- C. mundolanar. (2017). Algodón orgánico [Gráfico]. Recuperado de <http://www.mundolanar.com/blog/algodon-organico-pakucho-colores-naturales/>

- D. eugeniamuscio. (2017). va de fibras [Gráfico]. Recuperado <http://eugeniamuscio.blogspot.com.co/2017/01/fibras-de-agave.html>

E. plastempack. (S.F). Espuma de Polietileno Superlon y Yumbolon [Gráfico]. Recuperado de <http://www.plastempack.com/empaque-y-embalaje/espuma-de-polietileno-superlon-y-jumbolon.html>

F. anicla. (2014). products [Gráfico]. Recuperado de <http://anicla.com/en/products/protective-systems.html>

G. absorbentesindustriales. (2014). Paños absorbentes [Gráfico]. Recuperado de <http://www.absorbentesindustriales.cl/productos/panos-absorbentes/>

H. darnelgroup. (2014). Pitillos TAMI [Gráfico]. Recuperado de <http://co.darnelgroup.com/Pitillos-TAMI>

I. hoyfarma. (s.f). Equipo de venoclisis macrogoteo con o sin aguja baxter [Gráfico]. Recuperado de <http://www.hoyfarma.com/dispositivos/equipo-de-venoclisis-macrogoteo-con-o-sin-aguja-baxter-detail.html>

J. Wiremesh product. (S.F). Hexagonal Gabions [Gráfico]. Recuperado de http://www.wiremesh-product.com/products_detail/productId=24.html?gclid=CKLfp-aglNQCFUVDhgodN2wOgA

K. Mi espacio de arquitectura. (2014). La tecnología constructiva del futuro [Gráfico]. Recuperado de <http://miespaciodearquitectura.blogspot.com.co/2014/05/la-tecnologia-constructiva-del-futuro.html>

L. servifiltro. (S.F). Espumas Filtrantes de Poliuretano (Prefiltro) [Gráfico]. Recuperado de <http://www.servifiltro.com/index.php/es/filtracion/2014-07-22-09-59-38/espumas-poliuretano-prefiltro>

M. sodimac. (2017). Enrejado diamante [Gráfico]. Recuperado de <http://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/1190938/Enrejado-diamante-121.5-x-244-cm>