

## **Envolventes paramétricas, Nuevas luces para el Brisol Solei**

### **Autor(es):**

Universidad La Gran Colombia, Bogotá, Facultad de Arquitectura, Semillero en Envolventes Paramétricas, Docente Asesor: Arquitecto Oscar Mauricio Pérez Fernández. Estudiantes: Brayan Daniel Contreras Sánchez, Julián David Rojas Murcia, Jaqueline Goyeneche Beltran, Yuly Natalia Anzola González, Yimmy Enrique Lopez Trujillo, Sergio Daniel Nieto Córdoba, Sergio Leon Avendaño, Correo Electrónico Docente asesor: [oscar.perez@ugc.edu.co](mailto:oscar.perez@ugc.edu.co), Correo Electrónico del líder del grupo: [bcontrerass@ulagrancolombia.edu.co](mailto:bcontrerass@ulagrancolombia.edu.co) teléfono: +57 304 6243060

### **Cuerpo del trabajo:**

#### **Problema de investigación abordado y pregunta de investigación:**

El planteamiento de la fachada constituye un momento clave del proyecto arquitectónico, la fachada actúa como la piel del proyecto de arquitectura, siendo el punto de contacto con las condiciones exteriores del edificio y su habitabilidad interior. El diseño da la posibilidad de producir modelos digitales y simulaciones solares que facilitan la toma de decisiones en un proyecto de arquitectura. Esta investigación se pregunta por ¿cómo generar un modelo de diseño paramétrico de fachadas basado en el Brisol Solei que adecue el impacto lumínico permitiendo así garantizar un confort según los estándares de Retilap?

#### **Objetivos de investigación: un objetivo general y tres específicos.**

##### **General:**

1. Diseñar un modelo de diseño bioclimático de fachadas basado en el "Brisol Solei" utilizando para ello software de diseño paramétrico y simulación lumínica.

##### **Específicos:**

1. Categorizar las investigaciones sobre diseño paramétrico enfocadas al tema de pieles paramétricas.

2. Desarrollar modelos tridimensionales con el fin de comprobar las investigaciones anteriormente clasificadas.

3. Desarrollar un modelo paramétrico que facilite la toma de decisiones a la hora de diseñar una fachada, teniendo como centro parámetros, geométricos, de uso y de orientación.

4. Proponer un modelo de pieles paramétricas en el país que sirva de referente como solución ambiental y aporte para la actividad natural ambiental de Colombia

**Marco teórico (cuatro párrafos), se debe hacer citación de fuentes.**

La simulación digital se conforma como una práctica que ha tomado fuerza en los últimos años debido a la presencia de diferentes programas de alta precisión que permiten predecir las condiciones ambientales para los proyectos de arquitectura.

El diseño paramétrico se ha popularizado en la última década debido a la experimentación formal de la arquitectura contemporánea. a partir de esta práctica se han logrado sistematizar los procesos que anteriormente tomarían horas de dibujo y modelado a partir una nueva forma de concebir los proyectos: la programación visual.

Esto nos lleva a una práctica en la cual la construcción geométrica y espacial de un edificio se da a través de una escritura digital basada en programación visual.

En lugar de dibujar directamente sobre la línea el arquitecto paramétrico escribe código a partir de elementos preestablecidos, esto puede darse a través de bloques estables, pero también de algoritmos que incorporen simulaciones ambientales; iluminación solar, acústica, viento, termodinámica, dinámica de fluidos, (Peralta, 2012) pero también parámetros de comportamiento parámetros de conducta, desplazamientos en situaciones de riesgo, dinámicas de consumo, psicología de la forma. (Schumacher, 2016)

La unión de la simulación digital y el diseño paramétrico presentan una herramienta clave para entender las dinámicas y la generación, caminos para replantear los flujos de trabajo, así como la necesidad de concebir nuevas metodologías de diseño y redefinir las formas de aprendizaje para la disciplina mutante y conceptual del diseño. Como plantean (Oxman, 2017) esto plantea la redefinición epistemológica de las teorías y procesos de diseño.

Esta investigación aborda el tema del diseño de la fachada arquitectónica concebida como un elemento capaz de optimizar el manejo de la luz solar y reducir el consumo energético de acuerdo a las funciones que albergue el edificio (Fernández, 2011). Un edificio diseñado bioclimáticamente mejora el confort ambiental, actuando directamente en el aprovechamiento del espacio y mejorando de su desempeño funcional y habitacional.

**Metodología completa (tres párrafos), se debe justificar a partir de una teoría.**

El tipo de fachada escogido está basado en el sistema de brisol solei (Figura 1) creado por el arquitecto franco suizo Le Corbusier a mitades del siglo XX. Un sistema de fachada que como precisa Morel Corrêa, Anzolch, Pedrotti (2015) es susceptible de ser adaptado a partir del estudio de las condiciones de orientación. Teniendo como antecedentes en cuanto al diseño de fachadas en relación con parámetros de confort térmico visual y acústico, (Vazquez, 2008), la experiencia de estudios en ambientes tropicales de De La Paz, (2012) , Velasco, & Robles, D. (2011) y Jiménez (2015).

Para esta investigación se retoma el sistema de Brisol Solei utilizando para ello recursos digitales e incorporando sistemas de simulación solar y estándares de luminiscencia Retilap (Artículo 4º de la Resolución 18 1331 de 2009,). Esto permite que se evalúe el desempeño ambiental de las fachadas de acuerdo a las funciones previstas para un proyecto de arquitectura, facilitando la toma de decisiones e incidiendo en la metodología de diseño

La metodología empleada para esta investigación fue el estudio comparativo empleando modelación paramétrica utilizando para ello el plugin grasshopper (Figura 2) de Rhino, el cual permitió construir las variaciones del brisol solei en una fachada de 3x3 metros a como resultados hasta el momento se ha logrado modelar el sistema de brisol solei cruzado, en una fachada de módulo 300x300 cm con separaciones cada 10, 25, 50 y 100 cm (Figura 3), orientando cada fachada hacia los 4 puntos cardinales y enfocándose en 4 fechas, equinoccio de otoño, equinoccio de primavera, solsticio de invierno y solsticio de verano. Estos valores permiten construir una primera base para la toma de decisiones respecto al diseño a partir de un sistema paramétrico en relación con la necesidad lumínica exigida por el RETILAP.

Principales hallazgos o contribuciones (dos párrafos)

En esta primera muestra de datos teniendo como base el cielo de la ciudad de Bogotá (4.600691N -74.073W) se perfila la fachada norte como la fachada que recibe luz a largo del año de manera constante, manteniéndose entre los 300 - 2000 Lux, lo cual la hace ideal para funciones que requieren una gran cantidad de luz tales como Oficinas, Almacenes, salas, circulaciones y Talleres en los cuales la tabla base de RETILAP (Figura 4), exige entre 10% y 70% niveles de luminiscencia artificial, por lo anterior éste modelo se vuelve óptimo a la hora de reducir uso energético artificial, implementando espacios mejor ventilados y con mayor incidencia solar.

Las fachadas oriental y occidental presentan momentos de radiación solar directa lo cual hace imprescindible el uso de protecciones lumínicas para funciones que involucren el trabajo o el estudio, por esta razón se recomienda el uso de brisol solei cada 25 centímetros (Figura 5) para estas funciones lo cual tamiza la luz y permite mantener una visual hacia el exterior.

Novedad y pertinencia (dos párrafos).

Este recurso de diseño bioclimático podrá ser aplicado tanto en la concepción de proyectos nuevos, como en la adecuación de fachadas que optimicen (o maten dado el caso) sus condiciones lumínicas del entorno para así y generar ahorro en recursos como la iluminación artificial o la refrigeración activa.

Esta investigación nos demuestra que existe un camino para re-pensar la enseñanza de la arquitectura, asumir el terreno digital y las posibilidades que conlleva como un terreno de experimentación para el pensamiento, que involucra una posibilidad de pre-visualización de condiciones de un proyecto de arquitectura orientando la toma de decisiones y dando la posibilidad de articular las diferentes problemáticas planteadas en un proyecto de arquitectura.

Bibliografía:

Artículo 4º de la Resolución 18 1331 de la república de Colombia, Bogotá, 6 de agosto de 2009 .

De La Paz Pérez, Guillermo (2012 ). Brise-soleil, recurso arquitectónico de control solar. Evolución y propuesta de diseño optimizado para Camaguey

Fernández, J. (2011) "Eficiencia Energética en los Edificios", Madrid A. Madrid Vicente.

Jiménez, R. (2015). Estudio Sobre Protecciones Solares en Envoltentes. Incidencia Lumínica y Radiación en el Interior de los Edificios. Trabajo fin de Grado, Grado de Fundamentos de la Arquitectura, ETSAS. Escuela técnica superior de arquitectura, Sevilla, España

Peralta, A. 2011 "Fundamentos Físicos para el Diseño Paramétrico " [Ponencia]. Curso Técnicas del Diseño Paramétrico en la Arquitectura.. Departamentos de Análisis Matemático, Física aplicada y Expresión Gráfica de la Universidad de Granada

Morel Corrêa, S . Anzolch, R. Pedrotti, R (2015) Brise-soleil: principios y transformación en la obra de Le Corbusier. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4995/LC2015.2015.923>

Schumacher, P. 2016 "Advancing Social Functionality Via Agent-Based Parametric Semiology" . Architectural Design, Reino Unido. 108-113

Oxman, R. (2017) "Thinking difference: Theories and models of parametric design thinking, Design Studies

Vázquez, c. (2008). El Diseño del Sistema de Cerramiento. Escuela de Arquitectura, UC.

Velasco, R., y Robles, D. (2011). Diseño de eco envoltentes. Modelo para la exploración, el diseño y la evaluación de envoltentes arquitectónicas para climas tropicales. Revista de Arquitectura, 13, 92-105

## **Ponencia.**

### **Nuevas luces para el Brisolei, Entre la simulación digital y el diseño paramétrico**

A lo largo de los años, la transformación de la arquitectura se ha permitido mediante la aclaración de los conceptos que han orientado su objetivo hacia conversión y adaptación de los cambios en las dinámicas humanas siendo estas el eje conductor de las principales tensiones de diseño. Sin embargo la posibilidad de encontrar las mejores condiciones de habitabilidad vinculado con las dinámicas ambientales, ha comprometido largas horas sobre el clásico esquema de trabajo. el lápiz y el papel. Conforme las herramientas digitales optimizan el proceso, la arquitectura también plasma los conceptos de forma simultánea a las condiciones ambientales, esto permitiendo su composición mediante variables no solo arquitectónicas. El brisol Soleil, cual diseño y concepto evolucionó a raíz de las condiciones bioclimáticas como respuesta al espacio arquitectónico, transformó y generó uno de los mecanismos vinculados al diseño en etapas tempranas en la proyección de la arquitectura.

Por otro lado, el diseño paramétrico, o parámetros para el diseño, se ha involucrado como un impacto en la última década para la composición geométrica y armónica de un edificio. Como bien plantea la investigación, ahora la fachada arquitectónica se convierte en el objetivo principal de composición, para efectuar las garantías climáticas del espacio, como elemento clave de optimización habitacional del edificio.

Ahora bien, si la arquitectura se comprende en el edificio, y los parámetros son establecidos por el contexto, la fachada arquitectónica se convierte en el objeto estratégico de interacción, entre el interior y el exterior de edificio, comprometiendo factores que impactan en el diseño geométrico compositivo, y de igual manera a su relación ambiental y funcional, esto, generando la composición de una arquitectura bioclimática.

En éste caso, se localiza el ejercicio en la Ciudad de Bogotá, acompañado de variables ambientales y conceptuales, las decisiones proyectuales de diseño serán suministradas por el cruce de datos entre la tabla base de RETILAP y un

determinado espacio arquitectónico en los cuatro puntos cardinales, a fin de conocer el comportamiento lumínico del espacio en épocas determinadas del año como lo son, los solsticios de invierno y verano, y los equinoccios de primavera y otoño, y así lograr obtener datos climáticos los cuales determinen los principales elementos compositivos de la fachada paramétrica.

Para adaptar el mecanismo del Brisol Soleil a la simulación digital, se realiza el proceso utilizando el software de programación Grasshopper, para concebir las alternativas compositivas de la fachada para el espacio. Para este ejercicio se utilizó una malla en un fachada de 3x3 metros con variaciones de espacialidad de elementos verticales y horizontales de 4 centímetros de espesor, 3 metros de longitud y la variación de profundidad de 25 centímetros y 50 centímetros. Estos valores serían analizados en las épocas determinadas del año y en 3 horas del día, 9 am, 12pm y 3pm, vinculando modelos obtenidos en Grasshopper, a el software de análisis de Insight (Figura 6) en Revit a fin de comparar resultados de incidencia lumínica en el espacio, y los valores óptimos de iluminación para una función según el RETILAP.

Finalmente el cruce de datos , permite establecer el tipo de fachada paramétrica óptima en determinada orientación para una función en el espacio arquitectónico, como se puede comprobar con la fachada Norte (Figura 7), como la fachada con iluminación óptima para espacios como oficinas, talleres, salas y circulaciones, cuales requieren, según RETILAP, entre el 10% y el 70% de iluminación artificial, concluyendo el uso de éste modelo de fachada para decir el consumo energético artificial y optimizar el espacio determinado.

## **Anexos**





Figura 1. Brno Soleil. Owners' Association Building/Le Corbusier

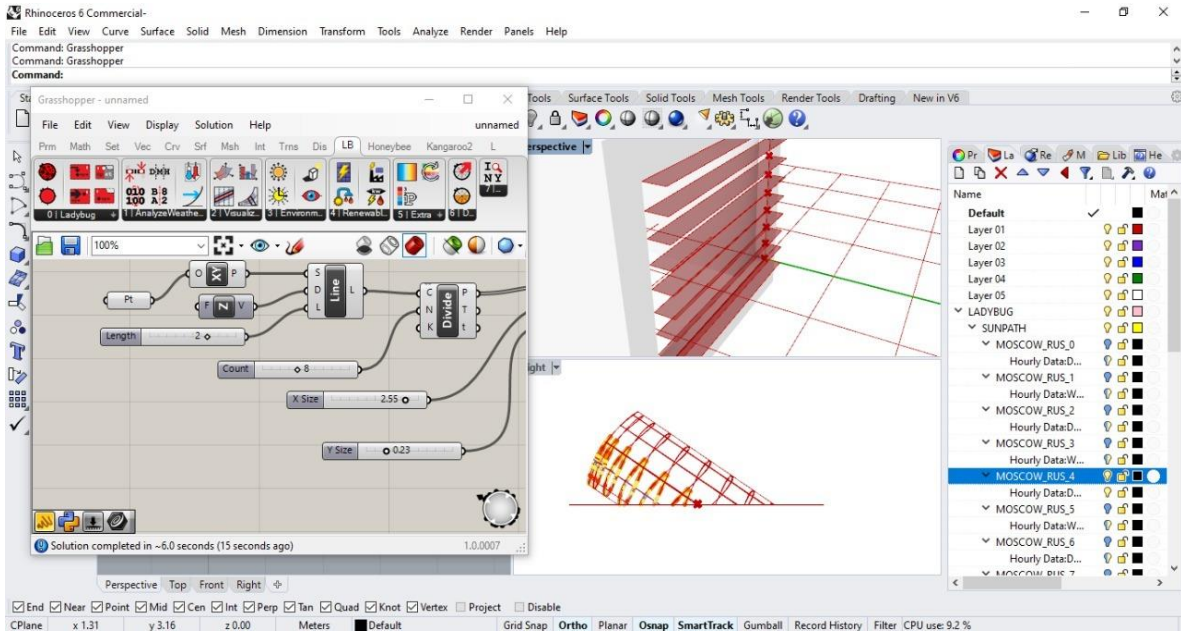


Figura 2. Modelo. Rhino, Programación Grasshopper, Elaboración Propia

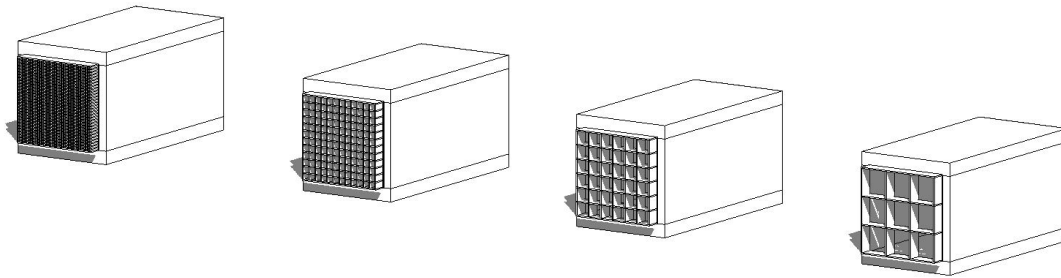


Figura 3. Modelo. Revit, Variación de separación del Brisol Soleil, elaboración propia

Funciones de muestra	Rango de lux Retilap		
	minimo	medio	maximo
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	1000	1500	2000
Ensamble de elementos de ultra precisión com	1000	1500	2000
Costura, desmonte o inspección	750	1000	1500
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrón	500	750	1000
Oficinas Abiertas	500	750	1000
Oficinas de dibujo	500	750	1000
salas de operación	500	750	1000
Salas de autopsia	500	750	1000
Almacenes en centros comerciales	500	750	1000
Supermercados	500	750	1000
Tableros	500	750	1000
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ens	300	500	750
Oficinas de tipo general, mecanografía y comp	300	500	750
Salas de conferencia	300	500	750
Salones de clase	300	500	750
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesad	200	300	500
Examen medico	200	300	500
Escaleras, escaleras mecánicas	100	150	200
Vestidores Baños	100	150	200
Áreas de circulación, corredores	50	100	150
terapia intensiva	30	50	100

Figura 4. Tabla Rango de Lux, definido por el Retilap, Elaboración Propia

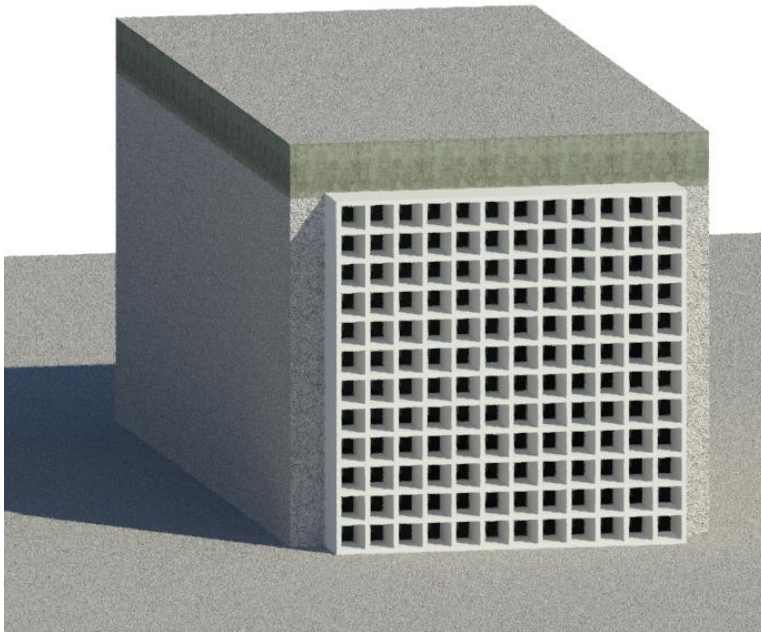


Figura 5. Modelo. Revit, Brisol Soleil 25 centímetros, elaboración propia.

**Estudio Solar**

	Equinoccios		Solsticios
Primavera	Marzo 19	Verano	Junio 20
	Marzo 21		Junio 21
Otono	Septiembre 21	Invierno	Diciembre 21
	Septiembre 24		Diciembre 22

**Interfaz de Estudio de Iluminancia**

**Fecha y Hora**

Selección de los niveles en el proyecto para análisis

Rango y unidades

Altura de la incidencia en el espacio

Software. Insight, Análisis de incidencia lumínica, elaboración propia.

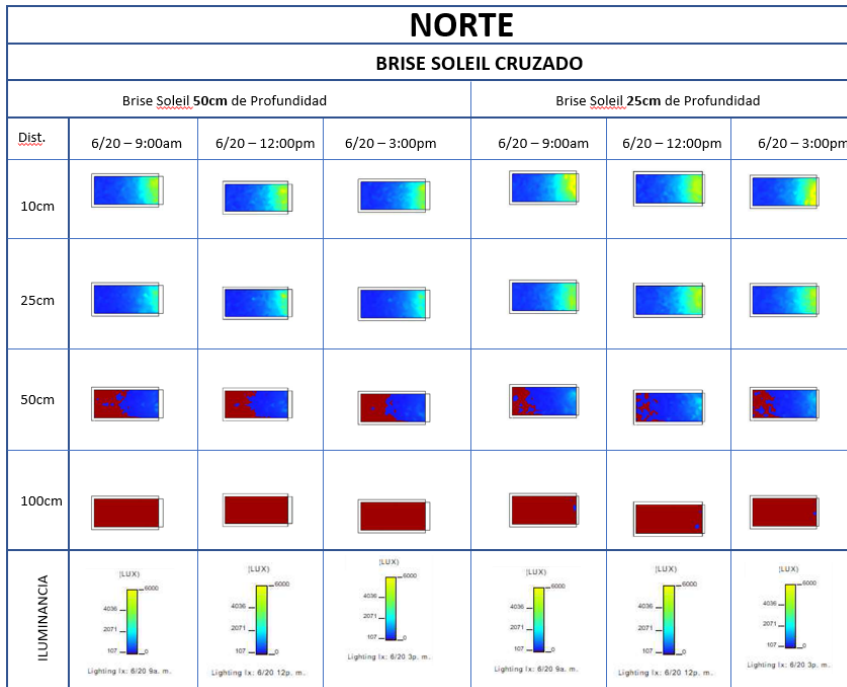


Figura 7. Esquema de Resultados Fachada Norte, Elaboración propia.