



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE  
TECNOLOGÍA, INFRAESTRUCTURA Y  
TERRITORIO (ILATIT)**

**CENTRO INTERDISCIPLINAR DE  
TECNOLOGÍA E INFRAESTRUCTURA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA CIVIL (PGECI)**

**MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL DE  
INFRAESTRUTURA**

**COBOGÓS: UN ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA  
DE LA FORMA EN LA ILUMINACIÓN  
NATURAL.**

**DARWIN O. JAIME CAMACHO**

Foz do Iguazú  
2019



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE  
TECNOLOGIA, INFRAESTRUCTURA Y  
TERRITORIO (ILATIT)**

**CENTRO INTERDISCIPLINAR DE  
TECNOLOGÍA E INFRAESTRUCTURA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA CIVIL (PGEI)**

**MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL DE  
INFRAESTRUTURA**

**COBOGÓS: UN ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA  
DE LA FORMA EN LA ILUMINACIÓN  
NATURAL.**

**DARWIN O. JAIME CAMACHO**

Tesis de Maestrado presentado al Instituto Latino-Americano de Tecnología, Infraestructura y Territorio de la Universidad Federal de Integración Latino-Americana, como requisito para obtener el título de Maestro en Ingeniería Civil.

Orientador: Profa. (Dra.) Helenice María Sacht

Foz do Iguazú  
2019

DARWIN ONESIMO JAIME CAMACHO

**COBOGÓS: UN ANALISIS DE LA INFLUENCIA  
DE LA FORMA EN LA ILUMINACION  
NATURAL**

Calificación de Maestrado presentado al Instituto Latino-Americano de Tecnología, Infraestructura y Territorio de la Universidad Federal de Integración Latino-Americana, como requisito parcial para la obtención del título de Maestro en Ingeniería Civil.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. (Dr.) Herlander da Mata Fernandes Lima  
sustituyendo a la orientadora: Profa. (Dra.) Helenice  
María Sacht - UNILA

---

Profa. (Dra.) Katia Regina Garcia Punhagui  
UNILA

---

Profa. (Dra.) Rosana Caram  
Instituto de Arquitectura y Urbanismo -IAU,  
Universidad de São Paulo – USP. São Carlos

Foz do Iguazú, 03 de agosto 2019

Dedico este trabajo a mis padres, hermanos y amigos en especial a mi gran amigo, el Arquitecto Egon Vettorazzi por el gran apoyo brindado durante el desarrollo de esta disertación.

## **AGRADECIMIENTO (S)**

A Dios por darme las fuerzas y la valentía necesaria para poder salir adelante y no decaer en los momentos difíciles de esta ardua tarea.

A mi familia, mis más sinceros agradecimientos, especialmente a mi primo Roberth Brito por su gran apoyo incondicional

A los profesores mi respeto y gratificación, por el tiempo dedicado y el conocimiento compartido.

A mi orientadora, Profesora Dra. Helenice María Sacht por el gran compromiso y dedicación en la realización de esta tesis de Maestrado y sobre todo por las palabras de aliento y fortalecimiento sin su ardua labor hubiese sido imposible el éxito de esta disertación.

Al profesor Me. Egon Vettorazzi por los conocimientos compartidos y el apoyo incondicional en el desenvolvimiento de este trabajo de investigación.

Al profesor Dr. Herlander Mata Lima por el apoyo incondicional y sus orientaciones para un buen desenvolvimiento de esta investigación, sobre todo por el aporte en la metodología adoptada.

A mi gran amiga Camila Rovaris, por su amistad y su apoyo brindado en estos dos años de desenvolvimiento de esta tesis de maestría.

Es imposible citar a todos mis amigos y compañeros, sin embargo, un agradecimiento especial a ellos por ayudarme a seguir en este arduo camino.

*La calidad del espacio es medida por su temperatura, su iluminación, su ambiente, y el modo por el cual el espacio es dotado de luz, aire y sonido; aspectos que deben ser incorporados al concepto de espacio en sí.*

**Louis Kahn.**

CAMACHO, Darwin. **Cobogós: Un Análisis de la Influencia de la Forma en la Iluminación Natural**. 2019. 290pg. Tesis de disertación de Maestrado (Ingeniería Civil) – Universidad Federal de Integración Latino-americana, Foz do Iguazú, 2019.

## RESUMEN

Dentro de las ocho regiones bioclimáticas que Brasil presenta, gran parte de su territorio es dominado por un clima caliente y húmedo. En estas regiones, el aprovechamiento de la iluminación natural es una estrategia proyectual de gran importancia para la calidad del espacio y para la eficiencia energética, debiendo ser considerada esencial en la concepción de proyectos arquitectónicos. En este contexto, los elementos perforados dentro de ellos el cobogó, son una alternativa arquitectónica que puede ser utilizada para amenizar las condiciones de este tipo de clima, pues proporcionan iluminación natural permanente, en el interior del ambiente. Delante de estos aspectos en este trabajo de investigación se elaboró un estudio comparativo entre diferentes geometrías de cobogós, para verificar dentro de las geometrías analizadas, cual es la más adecuada en términos de iluminación natural, para tal se realizó un mapeamiento de los elementos perforados (cobogós) en el mercado brasileiro para de esta manera, estudiar y analizar, por medio de simulaciones computacionales, cuál de ellos presenta el desempeño más adecuado para situaciones donde se necesita de mayor iluminación natural; bien como verificar la relación entre forma y función.

**Palabras - claves:** Cobogós, Elementos perforados, Iluminación natural, Confort térmico, Eficiencia energética.

CAMACHO, Darwin. **Cobogós: Un Análisis de la Influencia de la Forma en la Iluminación Natural**. 2019. 290pg. Tesis de disertación de Maestrado (Ingeniería Civil) – Universidad Federal de Integración Latino-americana, Foz do Iguazú, 2019.

### **ABSTRACT**

Within the eight bioclimatic regions that Brazil presents, much of its territory is dominated by a hot and humid climate. In these regions, the use of natural lighting is a project strategy of great importance for the quality of space and for energy efficiency, and must be considered essential in the design of architectural projects. In this context, the elements perforated within them the cobogó, are an architectural alternative that can be used to liven up the conditions of this type of climate, as they provide permanent natural lighting, inside the environment. In front of these aspects in this research work, a comparative study between different geometries of cobogós was elaborated, to verify within the analyzed geometries, which is the most appropriate in terms of natural lighting, for this a mapping of the perforated elements was carried out (cobogós) in the Brazilian market, in this way, to study and analyze, by means of computational simulations, which of them presents the most adequate performance for situations where more natural lighting is needed; well how to verify the relationship between form and function.

**Word-keys:** Cobogós, Brick vents, Natural illumination, Energy Efficiency.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1- a:</b> Mapa Bioclimático de Brasil. <b>b:</b> Climas de Brasil .....	20
<b>Figura 2 -</b> Clasificación de los elementos perforados. ....	21
<b>Figura 3 -</b> Balance de consumo de energía eléctrica – Brasil -2018 base 2017.....	28
<b>Figura 4 –</b> Comportamiento de la luz natural. ....	32
<b>Figura 5 –</b> Ejemplo de Muxarabis. ....	38
<b>Figura 6 –</b> Balcón de madera con Muxarabis.....	38
<b>Figura 7 -</b> Ejemplo de Rótulas.....	39
<b>Figura 8 –</b> Ejemplo de celosías.....	39
<b>Figura 9 –</b> Casa Chica da Silva, Diamantina- MG.....	39
<b>Figura 10-</b> Casa de Rotulas, Pilar de Goiás- GO .....	39
<b>Figura 11 –</b> Origen del cobogó: influencia de elementos tradicionales. ....	41
<b>Figura 12 –</b> Cobogó: unión de la tradición con tecnologías industrializadas.....	41
<b>Figura 13 –</b> Beneficios proporcionados por el cobogó.....	42
<b>Figura 14 -</b> Edificio Caixa d´ Água, 1935 – Pernambuco – Br.....	43
<b>Figura 15 -</b> Instituto Sedes Sapientiae, 1940 – Sao Paulo - Br.....	43
<b>Figura 16 -</b> Conjunto Residencial Pedregulho, 1947 – Rio de Janeiro – Br.....	43
<b>Figura 17 -</b> Edificios del Parque Guinle, 1948 – Rio de Janeiro – Br.....	43
<b>Figura 18 -</b> Escuela Estadual Julia Kubitschek, 1951- Minas Gerais – Br.....	43
<b>Figura 19 -</b> Casa Cobogó, 2011- Sao Paulo – Br.....	43
<b>Figura 20 a-b –</b> Proyecto <i>Japan Hause</i> , 2017 - Sao Paulo - Br.....	44
<b>Figura 21 –</b> Ventana de trabajo del programa Dialux Evo. ....	49
<b>Figura 22 -</b> Investigación de palabras claves en base de datos (Google académico). ....	52
<b>Figura 23 -</b> Base (Población) de tiendas de materiales de construcción.....	54
<b>Figura 24 -</b> Metodología para cálculo de muestra.....	54
<b>Figura 25 -</b> Planta baja modelo base (a) y 3D del modelo base (b). ....	58
<b>Figura 26 –</b> Dimensión necesaria de aberturas en cobogós C1, C2, C3, C4, C5 y C6, según norma NBR 15220. ....	59
<b>Figura 27- a:</b> Modelo tridimensional de los casos a analizar. ....	59
<b>b:</b> - Corte del ambiente a simular .....	59
<b>Figura 28 –</b> Sistema constructivo convencional (Caso 01) .....	60
<b>Figura 29-</b> Composición de la pared de albañilería .....	61
<b>Figura 30-</b> Composición de la losa de concreto .....	61
<b>Figura 31-</b> Composición de materiales para piso .....	61
<b>Figura 32 –</b> Análisis de reflectancias según NBR 8995. ....	62
<b>Figura 33-</b> Ciudades seleccionadas para análisis de iluminación natural. ....	64
<b>Figura 34-</b> Fluxograma de simulaciones realizadas para calificación.....	66
<b>Figura 35-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte. ....	67
<b>Figura 36-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte. ....	68
<b>Figura 37-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur. ....	70
<b>Figura 38-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur. ....	71
<b>Figura 39-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este. ....	73
<b>Figura 40-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	74
<b>Figura 41-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste. ....	75
<b>Figura 42-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	76
<b>Figura 43-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte. ....	78
<b>Figura 44-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte. ....	79
<b>Figura 45-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur. ....	80
<b>Figura 46-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur. ....	81
<b>Figura 47-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este. ....	82
<b>Figura 48-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	83

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 49-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.	84
.....	
<b>Figura 50-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	85
<b>Figura 51-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.....	86
<b>Figura 52-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.....	87
<b>Figura 53-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.....	87
<b>Figura 54-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.....	87
<b>Figura 55-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.	88
.....	
<b>Figura 56-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	89
<b>Figura 57-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.	91
<b>Figura 58-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	92
<b>Figura 59-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.	93
.....	
<b>Figura 60-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	94
<b>Figura 61-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.	96
.....	
<b>Figura 62-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	97
<b>Figura 63-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.	98
.....	
<b>Figura 64-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	99
<b>Figura 65-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.	100
.....	
<b>Figura 66-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	101
<b>Figura 67-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.	102
.....	
<b>Figura 68-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	103
<b>Figura 69-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.	104
.....	
<b>Figura 70-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	105
<b>Figura 71-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.....	106
<b>Figura 72-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.....	106
<b>Figura 73-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.....	107
<b>Figura 74-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.....	107
<b>Figura 75-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.	108
.....	
<b>Figura 76-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	109
<b>Figura 77-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.	110
.....	
<b>Figura 78-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	111
<b>Figura 79-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.	113
.....	
<b>Figura 80-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	114
<b>Figura 81-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.	115
.....	
<b>Figura 82-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	116
<b>Figura 83-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.	118
.....	
<b>Figura 84-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	119
<b>Figura 85-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.	120
.....	
<b>Figura 86-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	121
<b>Figura 87-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.	122
.....	
<b>Figura 88-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	123
<b>Figura 89-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.	

## LISTA DE FIGURAS

.....	125
<b>Figura 90-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	126
<b>Figura 91-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.....	127
<b>Figura 92-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.....	127
<b>Figura 93-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.....	127
<b>Figura 94-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.....	128
<b>Figura 95-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte. .....	129
<b>Figura 96-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	130
<b>Figura 97-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur. .....	131
<b>Figura 98-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	132
<b>Figura 99-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este. .....	134
<b>Figura 100-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	135
<b>Figura 101-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.....	136
<b>Figura 102-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	137
<b>Figura 103-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	139
<b>Figura 104-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	140
<b>Figura 105-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur. .....	141
<b>Figura 106-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	142
<b>Figura 107-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este. .....	143
<b>Figura 108-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	144
<b>Figura 109-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.....	145
<b>Figura 110-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	146
<b>Figura 111-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.....	147
<b>Figura 112-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.....	148
<b>Figura 113-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.....	148
<b>Figura 114-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.....	148
<b>Figura 115-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	149
<b>Figura 116-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	150
<b>Figura 117-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur. .....	152
<b>Figura 118-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	153
<b>Figura 119-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este. .....	154
<b>Figura 120-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	155
<b>Figura 121-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.....	157
<b>Figura 122-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	158
<b>Figura 123-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	159
<b>Figura 124-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	160
<b>Figura 125-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur. .....	161
<b>Figura 126-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	162
<b>Figura 127-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este. .....	163
<b>Figura 128-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	164
<b>Figura 129-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación	

## LISTA DE FIGURAS

oeste.....	165
<b>Figura 130-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	166
<b>Figura 131-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.....	167
<b>Figura 132-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.....	168
<b>Figura 133-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.....	168
<b>Figura 134-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.....	169
<b>Figura 135-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	170
<b>Figura 136-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	171
<b>Figura 137-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.....	172
<b>Figura 138-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	173
<b>Figura 139-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.....	175
<b>Figura 140-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	176
<b>Figura 141-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.....	177
<b>Figura 142-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	178
<b>Figura 143-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	180
<b>Figura 144-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	181
<b>Figura 145-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.....	182
<b>Figura 146-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	183
<b>Figura 147-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.....	184
<b>Figura 148-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	185
<b>Figura 149-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.....	186
<b>Figura 150-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	187
<b>Figura 151-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.....	188
<b>Figura 152-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.....	188
<b>Figura 153-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.....	189
<b>Figura 154-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.....	189
<b>Figura 155-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	190
<b>Figura 156-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	191
<b>Figura 157-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.....	192
<b>Figura 158-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	193
<b>Figura 159-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.....	195
<b>Figura 160-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	196
<b>Figura 161-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.....	197
<b>Figura 162-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	198
<b>Figura 163-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	200
<b>Figura 164-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	201
<b>Figura 165-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.....	202
<b>Figura 166-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	203
<b>Figura 167-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.....	204
<b>Figura 168-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	205
<b>Figura 169-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación	

## LISTA DE FIGURAS

oeste.....	206
<b>Figura 170-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	207
<b>Figura 171-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.....	208
<b>Figura 172-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.....	209
<b>Figura 173-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.....	209
<b>Figura 174-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.....	210
<b>Figura 175-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	211
<b>Figura 176-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	212
<b>Figura 177-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.....	213
<b>Figura 178-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	214
<b>Figura 179-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.....	215
<b>Figura 180-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	216
<b>Figura 181-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.....	218
<b>Figura 182-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	219
<b>Figura 183-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	220
<b>Figura 184-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	221
<b>Figura 185-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.....	222
<b>Figura 186-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	223
<b>Figura 187-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.....	225
<b>Figura 188-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	226
<b>Figura 189-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.....	227
<b>Figura 190-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	228
<b>Figura 191-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.....	229
<b>Figura 192-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.....	229
<b>Figura 193-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.....	230
<b>Figura 194-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.....	230
<b>Figura 195-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	231
<b>Figura 196-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	232
<b>Figura 197-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.....	234
<b>Figura 198-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	235
<b>Figura 199-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.....	236
<b>Figura 200-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	237
<b>Figura 201-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.....	239
<b>Figura 202-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	240
<b>Figura 203-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	241
<b>Figura 204-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	242
<b>Figura 205-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.....	243
<b>Figura 206-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	244
<b>Figura 207-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.....	245
<b>Figura 208-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	246
<b>Figura 209-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación	

## LISTA DE FIGURAS

oeste.....	248
<b>Figura 210-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	249
<b>Figura 211-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.....	250
<b>Figura 212-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.....	250
<b>Figura 213-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.....	250
<b>Figura 214-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.....	251
<b>Figura 215-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	252
<b>Figura 216-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	253
<b>Figura 217-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.....	254
<b>Figura 218-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	255
<b>Figura 219-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.....	257
<b>Figura 220-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	258
<b>Figura 221-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.....	259
<b>Figura 222-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	260
<b>Figura 223-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.....	262
<b>Figura 224-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.....	263
<b>Figura 225-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.....	264
<b>Figura 226-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.....	265
<b>Figura 227-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.....	266
<b>Figura 228-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.....	267
<b>Figura 229-</b> Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.....	268
<b>Figura 230-</b> Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.....	269
<b>Figura 231-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.....	270
<b>Figura 232-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.....	270
<b>Figura 233-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.....	271
<b>Figura 234-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.....	271
<b>Figura 235-</b> Modelos de cobogó recomendados para Foz de Iguazú.....	272
<b>Figura 236-</b> Modelos de cobogó recomendados para Belo Horizonte.....	272
<b>Figura 237-</b> Modelos de cobogó recomendados para Brasilia.....	272
<b>Figura 238-</b> Modelos de cobogó recomendados para Campo Grande.....	272
<b>Figura 239-</b> Modelos de cobogó recomendados para Curitiba.....	272
<b>Figura 240-</b> Modelos de cobogó recomendados para Manaus.....	272
<b>Figura 241-</b> Modelos de cobogó recomendados para Ponta Grossa.....	273
<b>Figura 242-</b> Modelos de cobogó recomendados para Sao Paulo.....	273
<b>Figura 243-</b> Modelos de cobogó recomendados para Teresina.....	273
<b>Figura 244-</b> Modelos de cobogó recomendados para Victoria de la Conquista.....	273
<b>Figura 245-</b> Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.....	275

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1-</b> Nivel de iluminancia Natural para edificaciones residenciales.	30
<b>Tabla 2-</b> Valores de reflectancia solar publicados por diversos autores.	35
<b>Tabla 3-</b> Reflectancia de superficies en ambientes de trabajo.	35
<b>Tabla 4-</b> Resumen de normas y parámetros para iluminación natural para sala estar.	36
<b>Tabla 5-</b> Histórico de utilización de elementos perforados en Obras relevantes de la Arquitectura Brasileira.	45
<b>Tabla 6-</b> Programas de simulación computacional de iluminación natural.	48
<b>Tabla 7-</b> Levantamiento de Tipos de Cobogós más vendidos en Foz de Iguazú.	55
<b>Tabla 8-</b> Parámetros Adoptados para simulación computacional.	57
<b>Tabla 9-</b> Propiedades térmicas de los materiales.	61
<b>Tabla 10-</b> Propiedades térmicas de los materiales para losas.	61
<b>Tabla 11-</b> Materiales y propiedades térmicas para pisos.	61
<b>Tabla 12-</b> Reflectancia de superficies internas y externas.	63
<b>Tabla 13-</b> Resumen de parámetros y variables adoptadas.	65
<b>Tabla 14-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte	68
<b>Tabla 15-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur	70
<b>Tabla 16-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este	73
<b>Tabla 17-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	76
<b>Tabla 18-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte	78
<b>Tabla 19-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur	80
<b>Tabla 20-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este	82
<b>Tabla 21-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	85
<b>Tabla 22-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte	89
<b>Tabla 23-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur	91
<b>Tabla 24-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este	94
<b>Tabla 25-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	96
<b>Tabla 26-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte	98
<b>Tabla 27-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur	100
<b>Tabla 28-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este	102
<b>Tabla 29-</b> Resumen de los niveles de iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	105
<b>Tabla 30-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte	108
<b>Tabla 31-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur	111
<b>Tabla 32-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este	113
<b>Tabla 33-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	116
<b>Tabla 34-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte	118
<b>Tabla 35-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur	120
<b>Tabla 36-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este	123
<b>Tabla 37-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	125
<b>Tabla 38-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte	129
<b>Tabla 39-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur	132
<b>Tabla 40-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este	134
<b>Tabla 41-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	137
<b>Tabla 42-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte	139
<b>Tabla 43-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur	141
<b>Tabla 44-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este	144
<b>Tabla 45-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	146
<b>Tabla 46-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte	150
<b>Tabla 47-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur	152
<b>Tabla 48-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este	155
<b>Tabla 49-</b> Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	157

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 50-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte	160
<b>Tabla 51-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur	162
<b>Tabla 52-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este	164
<b>Tabla 53-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	166
<b>Tabla 54-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte	170
<b>Tabla 55-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur	173
<b>Tabla 56-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este	175
<b>Tabla 57-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	178
<b>Tabla 58-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte	180
<b>Tabla 59-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur	182
<b>Tabla 60-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este	185
<b>Tabla 61-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	187
<b>Tabla 62-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte	191
<b>Tabla 63-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur	193
<b>Tabla 64-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este	195
<b>Tabla 65-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	198
<b>Tabla 66-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte	200
<b>Tabla 67-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur	202
<b>Tabla 68-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este	205
<b>Tabla 69-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	207
<b>Tabla 70-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte	211
<b>Tabla 71-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur	213
<b>Tabla 72-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este	216
<b>Tabla 73-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	218
<b>Tabla 74-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte	221
<b>Tabla 75-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur	223
<b>Tabla 76-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este	225
<b>Tabla 77-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	227
<b>Tabla 78-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte	232
<b>Tabla 79 -</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur	234
<b>Tabla 80-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este	237
<b>Tabla 81-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	239
<b>Tabla 82-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte	242
<b>Tabla 83-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur	244
<b>Tabla 84-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este	246
<b>Tabla 85-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	248
<b>Tabla 86-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte	252
<b>Tabla 87-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur	255
<b>Tabla 88-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este	257
<b>Tabla 89-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	260
<b>Tabla 90-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte	262
<b>Tabla 91-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur	265
<b>Tabla 92-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este	267
<b>Tabla 93-</b>	Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste	269
<b>Tabla 94-</b>	Porcentaje de áreas opacas y perforadas de cobogós.	274

# INDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	19
2.	OBJETIVOS .....	22
2.1	OBJETIVO GENERAL .....	22
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
3	FUNDAMENTACION TEÓRICA .....	23
3.1	EL USO DE LA LUZ NATURAL EN LAS EDIFICACIONES Y SU INFLUENCIA PARA EL CONFORT Y LA SALUD .....	23
3.2	LA LUZ NATURAL: UNA ESTRATEGIA PARA LA EFICIENCIA ENERGETICA .....	28
3.3	NORMATIVIDAD PARA PROMOVER LUZ NATURAL EN EDIFICACIONES .....	30
3.4	VARIABLES Y CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN NATURAL .....	31
3.5	ARQUITECTURA VERNÁCULA EN BRASIL- LOS ELEMENTOS PERFORADOS: UNA ESTRATEGIA DE PROTECCION SOLAR .....	37
3.5.1	Cobogós .....	41
3.6	MÉTODOS DE ANALISIS PARA EL APROVECHAMIENTO DE ILUMINACION NATURAL .....	46
3.6.1	Dialux Evo versión 7.1 .....	48
4	METODOLOGÍA .....	50
4.1	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	50
4.2	INVESTIGACION DOCUMENTAL .....	52
4.3	INVESTIGACIÓN DE CAMPO: LEVANTAMIENTO DE LOS TIPOS DE COBOGÓS MÁS UTILIZADOS EN EL MERCADO BRASILEIRO .....	53
4.4	SIMULACIONES COMPUTACIONALES PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN NATURAL .....	57
4.4.1	Caracterización y Determinación Del Modelo Base .....	57
4.5	DETERMINACIÓN DE LA ENVOLVENTE OPACA DEL MODELO .....	60
4.6	CARACTERIZACION DE LOS CLIMAS PARA SIMULACIONES COMPUTACIONALES .....	63
4.7	PERFIL DE OCUPACIÓN Y OTROS PARÁMETROS .....	64
4.8	ILUMINACION Y UNIFORMIDADES DE LOS MODELOS A SIMULAR .....	65
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	66
5.1	ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA FOZ DE IGUAZU .....	67
5.1.1	Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018 .....	67
5.1.2	Solsticio de Invierno + 1 día = 22/06/2018 .....	77
5.1.3	Resumen del análisis para la ciudad Foz de Iguazú .....	86
5.2	ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE BELO HORIZONTE .....	88
5.2.1	Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018 .....	88
5.2.2	Solsticio de Invierno + 1 día = 22/06/2018 .....	97
5.2.3	Resumen del análisis para la ciudad de Belo Horizonte .....	106
5.3	ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE BRASILIA .....	107
5.3.1	Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018 .....	107

	18
5.3.2 Solsticio de Invierno + 1dia = 22/06/2018 .....	117
5.3.3 Resumen del análisis para la ciudad de Brasilia.....	126
5.4 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE CAMPO GRANDE .....	128
5.4.1 Solsticio de Verano + 1dia = 22/12/2018 .....	128
5.4.2 Solsticio de Invierno + 1dia = 22/06/2018 .....	138
5.4.3 Resumen del análisis para la ciudad de Campo Grande .....	147
5.5 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE CURITIBA .....	149
5.5.1 Solsticio de Verano + 1dia = 22/12/2018 .....	149
5.5.2 Solsticio de Invierno + 1dia = 22/06/2018 .....	159
5.5.3 Resumen del análisis para la ciudad de Curitiba .....	167
5.6 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE MANAUS .....	169
5.6.1 Solsticio de Verano + 1dia = 22/12/2018 .....	169
5.6.2 Solsticio de Invierno + 1dia = 22/06/2018 .....	179
5.6.3 Resumen del análisis para la ciudad de Manaus .....	188
5.7 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE PONTA GROSSA.....	190
5.7.1 Solsticio de Verano + 1dia = 22/12/2018 .....	190
5.7.2 Solsticio de Invierno + 1dia = 22/06/2018 .....	199
5.7.3 Resumen del análisis para la ciudad de Ponta Grossa .....	208
5.8 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE SÃO PAULO .....	210
5.8.1 Solsticio de Verano + 1dia = 22/12/2018 .....	210
5.8.2 Solsticio de Invierno + 1dia = 22/06/2018 .....	220
5.8.3 Resumen del análisis para la ciudad de São Paulo .....	229
5.9 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE TERESINA.....	231
5.9.1 Solsticio de Verano + 1dia = 22/12/2018 .....	231
5.9.2 Solsticio de Invierno + 1dia = 22/06/2018 .....	241
5.9.3 Resumen del análisis para la ciudad de Teresina .....	249
5.10 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE VITÓRIA DA CONQUISTA ..	251
5.10.1 Solsticio de Verano + 1dia = 22/12/2018 .....	251
5.10.2 Solsticio de Invierno + 1dia = 22/06/2018 .....	261
5.10.3 Resumen del análisis para la ciudad de Vitória da Conquista.....	270
6 SÍNTESIS FINAL DE LOS RESULTADOS .....	272
7 CONSIDERACIONES FINALES.....	275
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	278
8.1 APÉNDICE 01 .....	289
8.2 APÉNDICE 02 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC (2018); en las últimas décadas, el calentamiento global y la concentración de gases del efecto estufa, representa un problema para la sociedad, ya que sus efectos amenazan aspectos básicos de la vida, y traen consigo el aumento de la degradación ambiental.

En América Latina estudios realizados por la organización ELLA Network (2013) demuestran que los edificios consumen el 42% de energía eléctrica, siendo Brasil, el sexto país a nivel mundial que consume energía, quedando atrás de China, Estados Unidos, India, Rusia y Japón. Ya en América Latina, Brasil ocupa el primer lugar en consumo de energía (IEA, 2018).

De la misma forma y de acuerdo con EPE (2017), en Brasil el 51% del consumo de energía eléctrica es proveniente de los edificios, principalmente durante el uso y operación del edificio, con área significativa atribuida a sistemas artificiales de refrigeración y calefacción artificial.

Sin embargo y teniendo en cuenta, la intensificación de los problemas ambientales de las últimas décadas, tanto en la arquitectura como en la ingeniería, ha aumentado la conciencia y la preocupación, por establecer una adecuada integración, entre el ambiente construido y el medio ambiente. De esta forma, se busca un mejor desempeño energético en las edificaciones y un mayor confort en el ambiente. Además, se observa una tendencia en el rescate de soluciones y estrategias bioclimáticas y/o vernáculas, que desde el inicio de la humanidad han sido aplicadas en forma intuitiva, contribuyendo de esta forma para un mejor confort ambiental, así como la adaptación de la arquitectura al clima.

La relación, entre arquitectura y clima, como lo manifiesta Araújo (2011), en la actualidad debe adoptar técnicas constructivas, que generen soluciones viables y económicas, pudiendo ser utilizadas por toda la población, con el objetivo de lidiar con las condiciones ambientales que cada región y/o ciudad presenta, contribuyendo para la realización de una arquitectura de menor impacto ambiental.

Desde el inicio de la humanidad, el ser humano ha aprendido a construir su hábitat, y para eso tuvo que dar forma a ciertos materiales y aprender a usarlos, para que éstos puedan atender sus necesidades, cumpliendo funciones como seguridad, comodidad, buena apariencia y un adecuado aprovechamiento de la naturaleza, en cuestiones de confort y eficiencia energética.

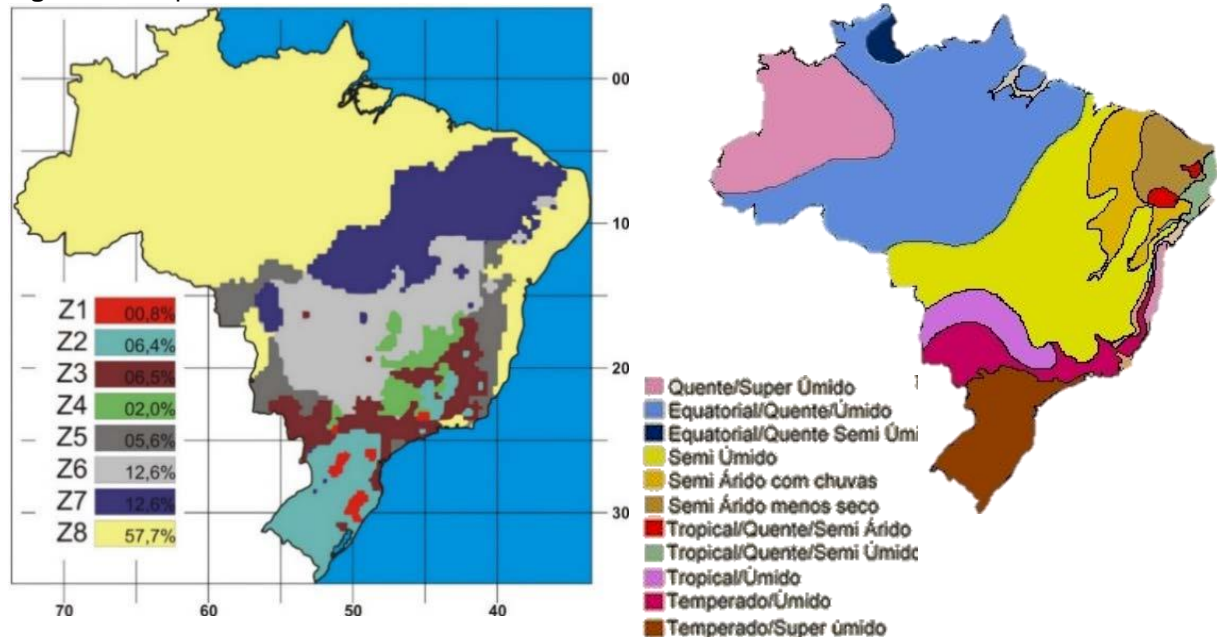
Según Guerra (2013), la eficiencia energética, aplicando estrategias pasivas de iluminación y ventilación, es uno de los aspectos necesarios a tomar en

cuenta para una optimización de las estrategias sustentables; este aspecto debe estar relacionado con la económica energética y la utilización de energías renovables.

Romero (1988), afirma que en la concepción de una arquitectura bioclimática la interacción de varios factores, como el clima, el lugar, la cultura y el entorno, deben estar unidos y concebidos en la fase inicial del proyecto; adoptando de esta manera alternativas pasivas donde la eficiencia energética sea optimizada.

Localizándonos geográficamente, una gran parte del territorio brasilero es dominado por un clima caliente y húmedo (Figura 1). En estas regiones, como lo manifiesta Araujo (1999), las edificaciones deben estar proyectadas con la finalidad de evitar ganancias de calor extremo, el autor, también menciona que para el control del confort ambiental en este tipo de regiones se deben adoptar proyectos arquitectónicos con tecnologías constructivas que aprovechen la iluminación y/o ventilación como recurso natural y renovable.

**Figura 1-** a: Mapa Bioclimático de Brasil. **b:** Climas de Brasil



**Fuente:** RORIZ (2004).

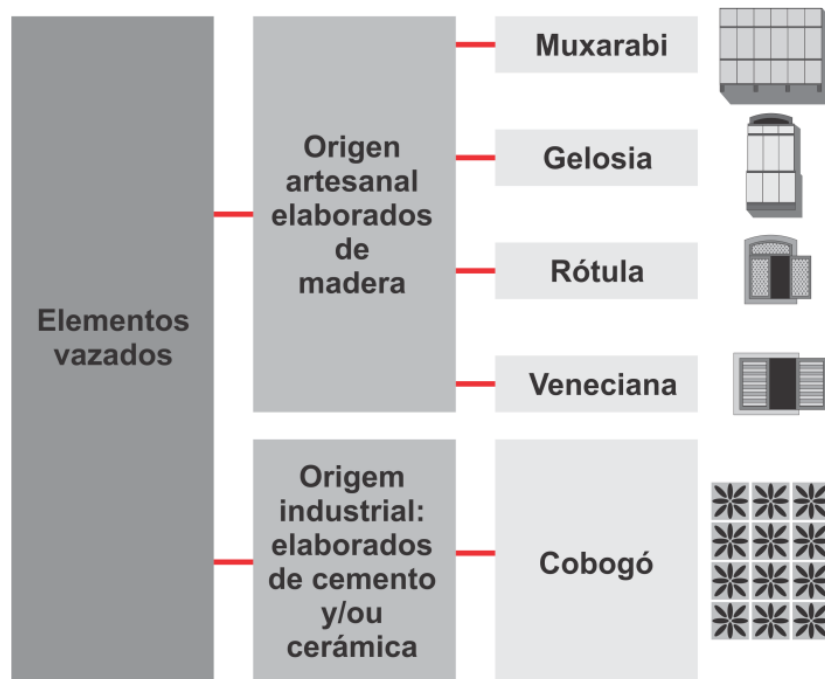
**Fuente:** IBGE (2002).

Delante de estos aspectos, se tiene como estrategia bioclimática, el uso de elementos perforados en la arquitectura, pues éstos son componentes constructivos de cerramiento y protección que están categorizados dentro de un conjunto de elementos arquitectónicos (Figura 2); y como lo manifiesta Bittencourt (1995) y Ching (2000), tienen por finalidad, ventilar y filtrar la iluminación natural dentro de un ambiente, así como la protección solar.

Dentro de este conjunto de elementos perforados se encuentra el cobogó, un elemento arquitectónico propio de la arquitectura brasilera, pero que ha sido utilizado mundialmente, especialmente en la arquitectura latinoamericana, tomando diferentes formatos, materiales y nombres como cobogó, ladrillos perforados,

calados, celosías, etc.

**Figura 2** - Clasificación de los elementos perforados.



Fuente: El Autor (2019).

Bittencourt (1995), apunta aún, que estos elementos tienen sus orígenes en la arquitectura vernácula y/o tradicional, cuyas raíces se encuentran en el medio oriente ya que las inclemencias del clima, los condujo a la utilización de materiales y técnicas que proporcionen un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Basados en los aspectos anteriormente mencionados, esta investigación denominada: COBOGÓS: UN ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA FORMA EN LA ILUMINACION NATURAL, se justifica en la búsqueda de elementos perforados, específicamente cobogós, que proporcionen soluciones deseadas en relación al aprovechamiento de la iluminación natural, trayendo consigo respuestas sobre indicación del uso adecuado de estos elementos y consecuentemente auxiliando en mejorar las condiciones de desempeño energético.

Este estudio, además de proporcionar resultados para auxiliar en el momento de escoger el tipo de cobogó, en la concepción de proyectos arquitectónicos; servirá como una fuente de conocimiento, discusión y como tentativa de establecer un equilibrio entre forma y función del elemento; alternativas que visen a la minimización del consumo energético en las edificaciones; así como también parámetros de desenvolvimiento de elementos perforados que puedan proporcionar un adecuado desempeño con relación a la iluminación natural.

En consecuencia y de acuerdo con lo antes mencionado, esta investigación busca dar respuesta a la siguiente pregunta: En construcciones localizadas en climas calientes y húmedos de Brasil ¿cuál sería el efecto de los elementos perforados (cobogós), con relación a la iluminación natural comparado con aberturas convencionales?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un estudio comparativo entre diferentes geometrías de cobogós, para verificar dentro de las geometrías analizadas, cual es la más adecuada en términos de iluminación natural.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para desenvolver este trabajo de investigación fue necesario atender los siguientes objetivos específicos.

- a) Elaborar a través de la investigación bibliográfica y documental, un histórico de uso de los cobogós en la arquitectura brasilera, así como determinar parámetros, normas, variables, entre otros aspectos relacionados al aprovechamiento de la iluminación natural.
- b) Realizar un levantamiento de los cobogós más utilizados dentro del ámbito geográfico brasilero para luego caracterizarlos y clasificarlos de acuerdo a la forma, uso y función, así como determinar las geometrías que serán analizadas.
- c) Evaluar el desempeño de los cobogós levantados en relación a la iluminación natural, mediante la utilización de programas de modelado tridimensional y simulaciones computacionales.
- d) Con base en los resultados, determinar cuál de las geometrías de cobogós levantados, presenta un mejor aprovechamiento con relación a la iluminación natural para cada zona bioclimática en estudio.

### 3 FUNDAMENTACION TEÓRICA

En esta etapa denominada fundamentación teórica, fueron abordados conceptos, definiciones y temas relativos al proyecto en estudio. Dichos temas están relacionados con el uso de la luz natural en edificación, así como la influencia de ésta, en el confort y la salud de los usuarios, además se hará un estudio de normas brasileras que proporcionen parámetros para captar dicha iluminación, así como también se hará un estudio de arte del origen y evolución de los cobogós.

De esta manera, en esta etapa y apoyados de fuentes de datos como Google Académico fueron evaluados y analizados libros históricos, revistas, artículos, tesis, normas técnicas, etc. quienes darán soporte científico a esta investigación.

#### 3.1 EL USO DE LA LUZ NATURAL EN LAS EDIFICACIONES Y SU INFLUENCIA PARA EL CONFORT Y LA SALUD

Los aspectos ambientales como el clima, el sol, el viento, la luz del día, etc, siempre estuvieron inherentes en la orientación y desarrollo de la vida humana. El desenvolvimiento de la arquitectura, por ser parte de este desarrollo, siempre buscó solucionar cuestiones relacionadas a la habitabilidad de los espacios, especialmente aquellos relacionados a las condiciones de confort tanto lumínico, acústico, térmico y de ventilación natural, pues estas eran fundamentales para buscar la satisfacción del hombre con respecto a la actividad que pretendía realizar en el ambiente, así como también permitía la conexión e integración entre el hombre y el medio ambiente.

Este tipo de integración, logró un avance significativo en sus inicios, con el descubrimiento y utilización del vidrio, en las edificaciones y tal como lo manifiesta Butera (2009), sin la utilización del vidrio en las aberturas de los edificios, estos serían, solo un refugio frío y oscuro.

De esta manera, desde su descubrimiento y al largo de décadas, las ventanas cubiertas con vidrio, hacían con que los ambientes internos puedan estar iluminados naturalmente, sin perder la visibilidad hacia el exterior. Esta estrategia, bien pensada y dialogando con las condiciones climáticas, garantizaban la protección de las intemperies y el calentamiento de los ambientes en zonas necesarias, a través de la radiación solar, la utilización del vidrio en las edificaciones, era pensado teniendo en cuenta la relación con el entorno y las condiciones climáticas locales.

Sin embargo, con la llegada la revolución industrial, tal como lo manifiesta Vianna y Gonçalves (2007), la forma de pensar y concebir la arquitectura fue distinta, en comparación con décadas atrás; esta nueva arquitectura poco a poco fue segmentándose. Antes, las edificaciones eran pensadas de forma integral y unitaria, ya con la revolución industrial la relación e integración entre materiales, técnicas y condiciones climáticas fue abandonada.

Butera (2009), enfatiza, que la rápida comercialización y utilización de aparatos mecanizados como el aire acondicionado y la luz artificial, hicieron que el concepto de casa integra y unificada se transforme en una máquina de morar, así la edificación necesariamente dependía de la tecnología para funcionar.

Es así, que poco a poco se fue rompiendo los lazos entre la edificación y el ambiente físico (clima y entorno local), haciendo que el confort térmico de las edificaciones sea obtenido a través de aparatos mecanizados de aire e iluminación artificial, por lo tanto, tal como lo manifiesta Vianna y Gonçalves (2007), estos nuevos edificios han sido concebidos para ser admirados por su belleza, más esa falsa estética, enmascara una pseudo-funcionalidad.

Bittencourt (1995), describe que por ese entonces (revolución industrial), nace el "*Internacional Style*", haciendo con que las edificaciones sean iguales en todo el planeta, utilizando en las fachadas grandes paredes acristaladas, siendo éstas monitoreadas por equipos mecánicos, para contrarrestar el efecto estufa en el interior del edificio, pues su implantación era incompatible con el clima.

Los adeptos a este tipo de arquitectura, manifestaban en su discurso, que, con la utilización de paños de vidrio en la fachada, se hacía con que exista una íntima conexión entre el ambiente interno y externo, así como también permitían y garantizaban la entrada de luz natural en los ambientes internos. ¡Grave error!, pues el usuario en el deseo de disminuir la insolación y el ofuscamiento, se veía obligado a colocar cortinas y mantener las ventanas cerradas durante todo el día, de esta forma era obligatorio accionar el sistema de iluminación artificial para obtener iluminación adecuada (BITTENCOURT, 1995; FREEWAN, 2014).

En consecuencia, este discurso se torna incoherente, y sin fundamento, pues con esta arquitectura, se perdieron todas las conexiones que se tenía con el ambiente físico y las funciones que históricamente se había conquistado. Sumando a estas pérdidas, el elevado costo de la energía por la utilización de sistemas de aire e iluminación artificial y más aún, la excesiva utilización del petróleo,

pues este era el combustible necesario para la fabricación y funcionamiento de dichos equipos y/o aparatos mecanizados.

Analizando el problema desde un punto macro (problemas ambientales decurrentes de la utilización excesiva de recursos energéticos, como el petróleo) y desde un punto micro (tanto de confort y de costo en las edificaciones), es que surge la necesidad de volver a estudiar, los principios y estrategias de una arquitectura integrada, con todas los condicionantes naturales. Es así que con la crisis del petróleo en la década de 1970, se vuelve, aunque de manera incipiente, a retomar la valorización por la iluminación natural, siendo esta una tentativa de reducir el consumo de la energía eléctrica en los edificios (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA 2014).

En la actualidad (2019), esta tentativa, cada día se está volviendo punto crucial y estratégico, que nos direcciona a estudiar los principios de una arquitectura integrada con los condicionantes naturales, para tal efecto se tiene que recoger experiencias ocurridas en la arquitectura de siglos atrás y más aún aprovechar y aplicar el conocimiento científico y la tecnología, para de esta manera contribuir con el espacio construido.

Guerra (2013), manifiesta que actualmente en la arquitectura se están visualizando cambios sustanciales con respecto a la manera de proyectar. Según el autor, existe una fase de transformación conceptual, gracias a la utilización de nuevos elementos, nuevos materiales, nuevas soluciones; todas estas orientadas a la búsqueda de una arquitectura más sustentable, que integre el medio ambiente y el aprovechamiento de energías naturales.

En este sentido y amparándonos en que la iluminación natural en las edificaciones, debe ser causal de análisis en la fase inicial y/o de retrofit; esta investigación busca contribuir con estudios necesarios para la búsqueda de estrategias arquitectónicas, que aprovechen la luz natural para así brindar un adecuado confort al usuario; además de contribuir con la minimización de los problemas ambientales.

Puntualizando nuestro enfoque en la iluminación natural, tal como lo manifiesta Pereira (1993); esta se encaja en la trinidad de Vitruvius: **Firmitas (firmeza o solidades)**, pues trasciende en el tiempo, no es una moda pasajera; **Venustas (belleza)**, pues satisface no solo necesidades humanas y produce un ambiente agradable y productivo si no también nos proporciona un ambiente luminoso,

confortable y dinámico; y por fin **Utilitas (funcional)**, pues si se utiliza adecuadamente, ésta puede disminuir considerablemente el porcentaje de energía artificial consumida.

Investigaciones desarrolladas por Martau (2009) y Figueiró (2010), dan énfasis de que la luz natural usada en las edificaciones, es de suma importancia para la salud de los usuarios. La luz natural, genera un grado de confort y desempeño, despertando en el ser humano un adecuado sistema visual, sistema perceptivo y sistema circadiano, haciendo referencia a los ritmos biológicos tales como ritmo de actividad, reposo, ritmo social, ritmo de temperatura corporal.

Lamberts, Dutra y Pereira (2014), define al confort visual, como un sistema de condiciones, presentes en un determinado ambiente, estas condiciones, obligatoriamente deben permitir al usuario, desenvolver con precisión y exactitud tareas visuales, para evitar de esta manera prejuicios en la vista y accidentes de trabajo. En consecuencia, para garantizar confort visual, es necesario verificar el tipo de actividad a ser realizada (por ejemplo, según la NBR 5413 para leer se necesita una cierta cantidad de luz, así como para diseñar se necesita de más cantidad de luz), por quien será realizada, el lugar, hora, campo visual; así como también una buena distribución de la iluminancia, ausencia de ofuscamiento, contrastes adecuados y dirección de sombras.

En contrapartida a lo antes mencionado, Garrocho (2005), manifiesta que un edificio con iluminación inadecuada, presenta el síndrome de edificio enfermo (*Sick Building Syndrome – SBS*); un síndrome que por lo general hace que el 20% de sus ocupantes presenten dificultades de concentración, problemas respiratorios, somnolencia, etc; síntomas que desaparecen cuando estos abandonan el edificio. En este sentido, Figueiró (2010), incentiva a la utilización de la iluminación natural en edificios especialmente residenciales, para promover la salud de sus ocupantes.

Sin duda alguna, tal como lo manifiesta Martau (2009), la luz natural es diferente a la artificial, pues ésta presenta mayor espectro de colores que va variando en relación a las horas del día, posee más concentración de luz azul, haciendo con que el organismo, a través de la piel, produzca elementos que neutralicen las sustancias que generan el estrés. Vianna; Gonçalves (2007), manifiestan también que la luz es un elemento importante en la concepción de espacios, pues el 70% de la percepción humana es visual, de esta forma la iluminación natural debe ser prioridad para alcanzar el confort visual, pues esta genera bien estar en el usuario.

No se defiende solamente el uso de la luz natural, pues la luz artificial también es necesaria en horarios determinados, pero tal como lo manifiesta Corbella (2009), el proyecto luminotécnico debe ser únicamente una complementación, más no la sustitución de la iluminación natural.

Para la obtención de una buena iluminación en el ambiente interno, Hopkinson, Petherbridge y Longmore (1966), recomiendan que es necesario un equilibrio en la cantidad y la distribución de luz, para el desarrollo de una tarea visual; así de esta manera se evitará diferencias acentuadas entre el ambiente y el plano de trabajo, controlando de esta forma el ofuscamiento.

Altomonte (2008), declara que, para controlar la cantidad de luz en un ambiente interno, es imprescindible recurrir a una adecuada estrategia arquitectónica de captación de iluminación natural, ésta, debe estar integrada y/o relacionada con el clima, la orientación y las exigencias ambientales que el proyecto necesita.

Karlen (2004), Freewan (2015), describen que, para incluir la iluminación natural en la fase inicial del proyecto, es necesario tomar medidas, tales como: cuidados con la orientación, cuidado con la ubicación de las aberturas, la volumetría, layout de los ambientes, cuidado con las variables climáticas, para de esta forma obtener una armonía entre el edificio y el entorno donde fue implantado; además de beneficios en el costo final de la obra.

Napier (2015), recurre a la física del confort y presenta estrategias pasivas para fachadas, que buscan hacer que el edificio alcance un buen desempeño; estas estrategias están relacionadas con las especificaciones de cada clima, con la orientación y el entorno local. El autor también manifiesta que, es muy importante el proceso de concientización del arquitecto y/o proyectista en cuanto al uso adecuado de la iluminación natural.

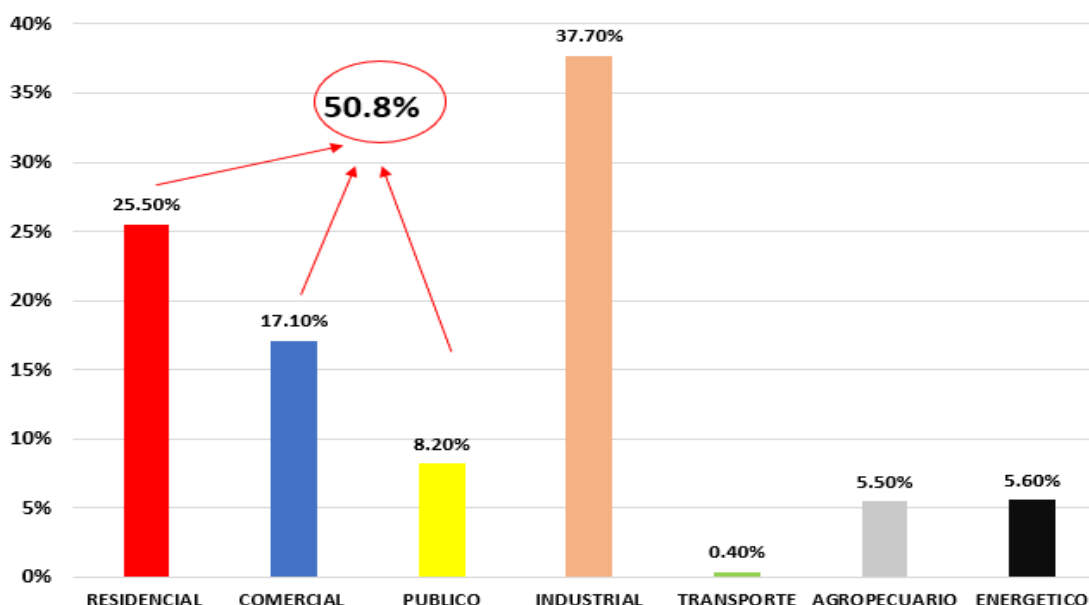
Sim embargo, tal como lo menciona Alzoubi; Al-zoubi (2010), proyectar espacios con una adecuada iluminación natural, no es una tarea de fácil realización, pues ésta, está directamente relacionada con la salud del usuario y no se trata solo de ubicar una simple abertura en la fachada o en la cobertura, más si una estrategia que contribuya positivamente para la salud y la productividad de los ocupantes.

### 3.2 LA LUZ NATURAL: UNA ESTRATEGIA PARA LA EFICIENCIA ENERGETICA

A nivel mundial; las ciudades juntamente con los edificios son los agentes responsables de una elevada proporción de consumo mundial de energía, de allí parte la valorización por el estudio de estrategias más sostenibles, que busquen mitigar los problemas de impacto ambiental, como también hacer más eficiente el consumo energético de las edificaciones a través de la utilización y optimización de energías renovables. (LAMBERTS, DUTRA Y PEREIRA, 2014).

En el año 2017, como se observa en la Figura 3, el consumo de energía eléctrica en Brasil, fue de 25,50% para el sector residencial, 17,10% para el sector comercial y 8,20% para el sector público. Por lo tanto, se observa que el consumo de energía eléctrica en las edificaciones corresponde a un 50,80% del consumo total, sumando los tres sectores antes mencionados (BRASIL, 2018).

**Figura 3** - Balance de consumo de energía eléctrica – Brasil -2018 base 2017.



**Fuente:** BRASIL (2017). Adaptado por el autor.

Al analizar datos más recientes, (tal como lo demuestra la Figura 3) disponibles sobre el consumo energético de Brasil (EPE, 2017), se observa un porcentaje significativo en el sector residencial, lo que justifica buscar iniciativas que permitan estudiar estrategias para la reducción del consumo y mejorar la eficiencia energética. Es necesario entonces, invertir en investigaciones para buscar una adecuada eficiencia en el consumo energético de edificaciones residenciales.

Delante de estos aspectos, Lamberts et. al (2014) y Olgyay (1963), demuestran que los componentes de un edificio, ejercen una gran influencia en el desempeño energético de la edificación, por lo tanto; las características constructivas de un edificio, el análisis del tipo de clima donde el edificio será inserido, las propiedades físicas de los materiales a utilizar, son importantes para que el edificio

proporcione eficiencia energética.

Dentro de los componentes de un edificio, están las ventanas; elementos arquitectónicos ubicados en las aberturas de una pared, permitiendo la interacción directa entre el ambiente interno y los diferentes elementos físicos y ambientales del exterior, como, por ejemplo, la luz, el calor, el sonido, etc. Esta interacción como lo manifiesta Freewan (2014), cuando no es pensada adecuadamente, puede generar una incidencia directa de la radiación solar, aumentando significativamente la temperatura interna del aire en verano, afectando de esta manera el confort térmico en el interior del edificio.

Bittencourt et al. (1995), Pereira (1992), Nielsen y Svendsen (2011), dan conocer que, en regiones de clima caliente y húmedo, este impacto es aún más evidente, por tal motivo, es necesario buscar estrategias y soluciones que contemplen elementos de control solar, ventilación e iluminación natural.

En Brasil tal como lo manifiesta Pereira (1993), existe un gran potencial para el uso de la iluminación natural, pues su territorio presenta condiciones de cielo favorable. Tanto la luz solar directa o proveniente de la aboveda celeste posee una alta eficiencia luminosa, en promedio de 100 a 130 lm/W en comparación con la iluminación artificial provenientes de lámparas incandescentes que proporcionan de 8 a 17,6 lm/W o de lámparas fluorescentes que proporcionan de 50 a 60,8 lm/W. En consecuencia y tal como lo manifiesta Souza (2003), la utilización de luz natural puede reducir entre 35% a 70% el consumo eléctrico comparado con la luz artificial; y al mismo tiempo mejorar la calidad del ambiente luminoso.

Sin embargo, Cintra (2011), manifiesta, que mismo con la disponibilidad de luz, Brasil aún está en la fase inicial de desenvolvimiento de estudios y estrategias para la elaboración de normas y manuales que indiquen a los arquitectos y proyectistas lo que se debe considerar para poder beneficiarse de luz natural. Al mismo tiempo Baker (1998), apunta que la luz natural es poco utilizada en proyectos arquitectónicos porque existe un desconocimiento de las ventajas de la luz natural tanto de los profesionales como de los usuarios, además de existir una carencia de instrumentos tecnológicos apropiados y amigables para el cálculo de la luz natural.

### 3.3 NORMATIVIDAD PARA PROMOVER LUZ NATURAL EN EDIFICACIONES

Actualmente, Brasil, a través de la Asociación Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), cuenta con 14 normas que establecen parámetros y/o direccionamientos con respecto a la aplicación de la iluminación en proyectos. Sin embargo, tal como apunta Castellán (2007), estas normas muchas veces tienen vacíos o están desactualizadas, haciendo con que los proyectistas, ingenieros y arquitectos recurran a normas internacionales, pues estas en parte, cumplen o suplen necesidades con respecto a lo que se pretende establecer.

Dentro de las 14 normas técnicas de iluminación, se encuentra la NBR 15215, una norma que establece parámetros necesarios para trabajar con la captación de iluminación natural. Esta norma consta de 4 partes y tal como lo manifiesta Cintra (2011), fue considerada un gran avance para el uso de la iluminación en edificaciones, sin embargo, su utilización no es de fácil comprensión para la práctica proyectual, ya que muchas veces no existe relación entre las condiciones de iluminación natural y las variables arquitectónicas (CINTRA (2011).

Otra norma que aborda aspectos sobre iluminación es la NBR 15575, denominada “Norma de Desempenho para Edifícios Habitacionais de até 5 pavimentos”; en esta norma son abordados temas enfocados en parámetros necesarios para el confort de los usuarios tales como conforto térmico, lumínico, acústico, así como también parámetros sobre altura de planos de trabajo e iluminancias deseadas (Tabla 1) en los diferentes ambientes que conforman una edificación (ABNT, 2013).

**Tabla 1-** Nivel de iluminancia Natural para edificaciones residenciales.

AMBIENTES	NIVEL DE ILUMINANCIA NATURAL		
	MÍNIMO	INTERMEDIO	MÁXIMO
Sala estar			
Dormitorio			
Copa / Cocina	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux
Baños			
Área de Servicio			
Corredor o escalera interna			
Corredor de uso común	No exigido	≥ 30 lux	≥ 45 lux
Garajes o estacionamientos			

**Fuente:** ABNT (2013).

Con respecto a instituciones que trabajen con cuestiones técnicas sobre indicadores de eficiencia energética, en Brasil se tiene a la Secretaria Técnica de Edificaciones, quienes en coordinación con la Institución Inmetro desarrollaron y publicaron el 2010 el “*Regulamento Técnico da Qualidade*” (RTQ-R), de nivel de eficiencia energética de edificios residenciales.

Este reglamento (RTQ-R), da a conocer criterios para clasificar el nivel de eficiencia energética de un edificio residencial a través de parámetros como la envoltoria (incluye iluminación y ventilación natural) y el sistema de calentamiento de agua. Esta clasificación puede ser realizada en unidad habitacional, en edificación unifamiliar, multifamiliar y de áreas comunes de la edificación. Dicha evaluación se presenta a través de pesos establecidos, siendo adquiridos a través del uso de la iluminación natural, ventilación, uso racional del agua y uso de equipamientos certificados por programas de etiquetaje.

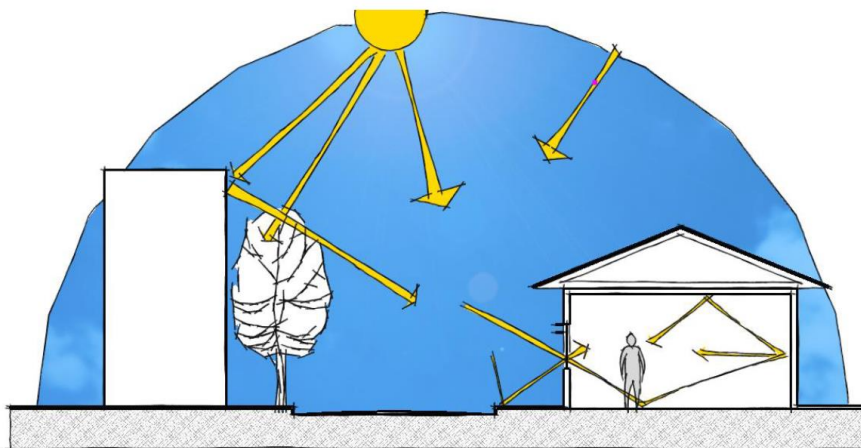
En la misma dirección se encuentran los códigos de obras de cada ciudad brasilera, éstos establecen, como lo manifiesta Fernandes (2009), parámetros con relación a las áreas mínimas de aberturas, tanto para iluminación como para ventilación, en función del área del piso, así como también la altura de piso a techo, área mínima de ambientes y espesura de paredes.

### 3.4 VARIABLES Y CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN NATURAL

En investigaciones realizadas por Vianna; Gonçalves (2007), manifiestan que la luz natural al atravesar la atmosfera, (Figura 4) ésta llega a la corteza terrestre de dos formas; una en forma de rayos de luz directa y otra parte como luz difusa, esto ocurre porque la luz pasa por obstrucciones como el polvo, vapor de agua y otros agentes presentes en la atmosfera.

En este sentido la disponibilidad de luz en un lugar está determinada por la posición solar y las condiciones de cielo (claro, cubierto, parcialmente cubierto, etc); de la misma forma el entorno donde la edificación esta inserida también influenciará, ya que esto provocará más o menos reflexiones de luz, basadas éstas en el grado de barreras visuales, así como también las características de color, textura y material de los edificios. A este tipo de premisas se le conoce como variables externas.

**Figura 4** – Comportamiento de la luz natural.



Fuente: CINTRA (2011).

Con respecto a las variables externas, Scarazzato (1995), manifiesta que son las que presentan mayores dificultades con respecto a su obtención, pues existe una falta de información confiable sobre la disponibilidad de luz en la localidad objeto de estudio, ya que este tipo de información solo puede ser obtenida a través de mediciones sistematizadas (recursos económicos, materiales y humanos) o a través de algún método predictivo con parámetros bien establecidos y testados.

Souza (2003), describe que, en Brasil, la falta de estaciones de medición sobre iluminación (solo dispone de dos), evidencia la carencia de datos sobre disponibilidad de luz en el país. Para suplir esta dificultad, Cintra (2011), manifiesta que pueden ser considerados los denominados Archivos Climáticos o también llamados archivos TRY (*Test Reference Year*), pues estos contienen datos meteorológicos, datos del perfil anual típico del clima tales como temperatura, dirección y velocidad de vientos, tipo de cielo, etc.).

Ya para las premisas de entorno de la edificación, autores como Moraes y Scarazzato (2003), Araujo y Cabus (2007) alientan la importancia de estas premisas e incentivan a buscar y analizar parámetros y/o variables que permitan verificar el impacto de las edificaciones con relación a la captación de luz, pues estos parámetros tendrán influencia enorme en la captación de luz natural.

Sin embargo y a pesar de la influencia y relevancia del entorno para la disposición, captación, intensidad y distribución de luz en el ambiente interno; Cintra (2011), manifiesta que son premisas de difícil representación en estudios. Esta dificultad se presenta, porque son innumerables las posibilidades y combinaciones de entornos urbanos tales como altura, distribución, color, textura y disposición de los edificios que conforman una determinada ciudad.

Por tal motivo y amprándonos en lo anteriormente señalado, en esta investigación se ha considerado para el análisis de iluminación natural, un ambiente inserido en un entorno libre de obstrucciones.

Centrándonos en el ambiente interno del edificio, para recibir los beneficios de la luz natural, es necesario comprender a las variables internas. Estas variables están íntimamente relacionadas con las variables arquitectónicas; por tal razón es necesario comprender el efecto de estas en el comportamiento de la luz natural.

Como fue mencionado, dentro de los componentes de un edificio están las aberturas; es por estos elementos que la luz penetra. Dichos elementos tal como lo manifiesta Cintra (2011), pueden variar de posición (laterales o cenitales), orientación, dimensión, formato, permitiendo la entrada de luz directa o a través de materiales translúcidos o transparentes que estos a su vez, presentan características específicas en cuanto a su composición, transmitancia etc., así como también una vez penetrada la luz en el interior del ambiente su distribución ocurrirá e acuerdo a las características de éste, como su profundidad, largura. Color, textura, área, y los objetos presentes tales como muebles, artefactos, etc. A este tipo de premisas se le denomina variables internas.

Shen y Tzempelikos (2013), Yildiz y Arsan (2011), demuestran que las ventanas en contacto directo con el exterior, son las responsables del impacto mayoritario en relación a los demás componentes de la edificación. Por lo tanto, para mejorar el desempeño energético de las edificaciones, las ventanas son elementos importantes en las cuales el arquitecto puede intervenir, dando soluciones adecuadas, y pensadas en función al desempeño deseado en el interior de la edificación.

En efecto, está demostrado que la luz natural, penetra por aberturas laterales o cenitales; a partir de estos conocimientos, Baker y Steemers (2002), clasifican los componentes de un proyecto para captar una iluminación adecuada, en componentes de conducción (atrios, pozos de luz y/o ductos), componentes de entrada de luz, siendo estos laterales (ventanas y puertas traslucidas) y/o aberturas cenitales. A partir de estas dos clasificaciones, un ambiente interno puede estar compuesto de componentes de entrada de luz pudiendo o no ser precedidos de componentes de conducción o se le puede adicionar elementos de protección.

Con respecto a las aberturas, para obtener el confort de los usuarios, éstas deben ser dimensionadas adecuadamente, de lo contrario la entrada de luz al ambiente interno no será satisfactoria pues ocurrirá ofuscamiento y o malestar en el usuario. Por lo tanto, las dimensiones de aberturas deben estar en concordancia con el uso o tarea visual del ambiente ya que de esta forma se podrá trabajar con los

niveles y/o parámetros de iluminancia requeridos según la normatividad vigente, pudiendo de esta forma controlar la transmisión de cargas térmicas para el interior (BOGO, 2009).

Recurriendo a las normas antes mencionadas, por ejemplo, el “Reglamento Técnico da Qualidade” específico para el sector residencial (RTQ-R, 2012), manifiesta que el porcentaje mínimo de aberturas para iluminación es de 1/8 del área del piso; mientras que para el código de obras de Foz de Iguazú el porcentaje es de 1/6, sin embargo la norma NBR 15220 (ABNT, 2005) establece que el porcentaje es de 15 a 25 % del área del piso.

Otro parámetro a tomar en cuenta con respecto a variables internas, son la reflectancia, pues cuando la luz ingresa en las superficies internas, parte es absorbida (absortancia) y parte es reflejada (reflectancia). De esta manera una superficie puede absorber o reflejar radiación solar, esto dependerá del color y textura que las superficies presenten, sean éstas pulidas, lisas o ásperas. En ese sentido Caram, et al (2001), manifiesta que es evidente el estudio de la reflectancia de colores en distintos tipos de superficies.

En Brasil lamentablemente, existe una escasez por parte de los fabricantes de tintas y otros, en presentar los niveles de absortancia y reflectancia de los materiales, por tal motivo investigadores como Rivero (1986), Szokolay (1987), Mascaró (1991), Frota y Schiffer (1995), Lambert, Dutra y Pereira (1997), Dornelles (2008), normas como ASHRAE (2001), ABNT (2005 b), realizaron investigaciones (Tabla 2) para verificar la absortancia y reflectancia de las tintas más comunes presentadas dentro del mercado tanto brasilero como mundial.

La NBR 8995 (ABNT, 2013), categoriza a la reflectancia en 3 principales componentes, como son: para techos un intervalo de 0.6 a 0.9, para paredes de 0.3 a 0.8, mientras que para pisos de 0.1 a 0.6. Dichos valores se encuadran con la investigación de Souza (2003), quien presenta valores de reflectancia típicas (Tabla 3) en ambientes de trabajo, el mismo autor destaca la importancia de analizar bien los proyectos de iluminación con respecto a las reflectancias.

**Tabla 2-** Valores de reflectancia solar publicados por diversos autores.

COLORES	AUTORES						
	RIVERO (1986)	SZZOKOLAY (1987)	MASCARÓ (1991)*	FROTA Y SCHIFFER (1995)**	LAMBERTS, DUTRA Y PEREIRA (1997)	ASHRAE (2001)	ABNT (2005b)
Oscuras	0,15 - 0,02	-	0,30 - 0,15	-	0,30 - 0,10	0,35 - 0,20	-
Medias	0,35 - 0,20		0,50 - 0,30	-	0,50 - 0,30	-	-
Claras	0,75 - 0,50		0,70 - 0,50	-	0,80 - 0,50	-	-
Negras	-	0,04	0,08 - 0,04	0,10 - 0,00	-	0,15 - 0,02	0,03
Rojo	-		0,35 - 0,10	0,70 - 0,30	-	0,35 - 0,20	0,26
Amarilla	-		0,70 - 0,30	0,70 - 0,50	-	0,50 - 0,30	0,70
Blanca	-	0,70	0,95 - 0,85	0,80 - 0,70	-	0,77 - 0,51	0,80
Blanco Gelo	-	-	-	-	-	-	-
<b>TIPO DE SUPERFICIE</b>							
Pinturas Betuminosas	0,15 - 0,02	0,10	-	-	-	-	0,15 - 0,02
Concreto Aparente	0,35 - 0,30	0,45	0,40 - 0,25	-	-	0,15 - 0,20	0,35 - 0,20
Ladrillo Cerámico Rojo	0,35 - 0,20	0,46	-	0,35 - 0,20	-	0,35 - 0,20	0,35 - 0,20
Tejas de Barro Rojo	-	0,35	-	-	-	0,35 - 0,20	0,25 - 0,20
Chapas de Aluminio	0,60 - 0,35	-	0,70 - 0,60	-	-	0,60 - 0,35	0,95
Hacero Galvanizado	0,60 - 0,35	-	-	0,60 - 0,35	-	0,60 - 0,35	0,75
Pintura con Cal	-	-	-	-	-	-	0,88 - 0,85

\*\*Frota e Schiffer (1995) citam Croiset (1972) para cores de pinturas e Koenigsberger et. (1977) para cores de diferentes superfícies.

**Fuente:** CINTRA (2011).

**Tabla 3-** Reflectancia de superficies en ambientes de trabajo.

SUPERFICIE	REFLECTANCIA	MATERIAL
Pisos	10% - 20%	Carpet
		Madera
		Lajota
Techos	70% o superior	Yeso
		Techos pintados con colores claros
Paredes	30% - 50%	Paredes pintadas con colores medias

**Fuente:** CINTRA (2011).

Es de suma importancia también para el aprovechamiento de la luz natural, establecer criterios de iluminancia deseada dentro de los ambientes, para tal, la norma NBR 8995 (ABNT, 2013), establece que el nivel de iluminancia para una sala de estar es de 100 lux, mientras que la NBR 15575 (ABNT, 2013) y el RTQ-R, (2012) establece  $\geq$  de 60 lux.

A continuación, se presenta un cuadro resumen (Tabla 4), de los parámetros y o variables a tener en cuenta para el aprovechamiento de la luz natural.

**Tabla 4:** Resumen de normas y parámetros para iluminación natural para sala estar.

DESCRIPCIÓN		NBR 8995	NBR	NBR	CÓDIGO DE OBRAS	
		(5413 - 5382)	15215	15575	RTQ- R	BRASILEROS
Plano De Trabajo (Mt)		0.75	0.75	0.75	0.7	-
Iluminancia Deseada (Lux)		100	-	≥ 60 NAT ≥ 100 ART.	60	-
Reflectancias	Techo	0.6 -0.9 (0.75)	-	-	-	-
	Paredes	0.3 - 0.8 (0.55)	-	-	-	-
	Piso	0.1 - 0.6 (0.35)	-	-	-	-
Tamaño De La Malla		0.6	-	-	-	-
Ofuscamiento		≤ 22	-	-	-	-
Reproducción De Color		80	-	-	-	-
Entorno Inmediato		0.5	-	-	-	-
Cantidad Min. Puntos Para Medir	$K = \frac{C.L}{H_m \cdot (C + L)}$	-	9	-	25	-
Distancia Mínima Entre Puntos Con La Pared Mt		-	0.5	-	-	-
Transmitancia De Vidrios	SIMPLE (3 mm)	-	0.85	-	-	-
Porcentaje Mínimo De Aberturas Para Iluminación		-	-	-	1/8	1/6
Horario De Ocupación		NO	NO	NO	SI	NO
Área Cubierta Por Iluminación Natural Sin Protección		-	-	-	70%	-
Área Cubierta Por Iluminación Natural Con Protección		-	-	-	60%	-
Horas Con Iluminación		-	-	-	70%	-

**Fuente:** El autor.

Otro aspecto de suma importancia para la adecuada captación de luz natural, son los elementos de protección solar, pues estos, sirven para filtrar o barrar tanto la iluminación como la ventilación natural directa.

Dentro de los elementos de protección solar están los elementos perforados, componentes constructivos de cerramiento y protección que están categorizados dentro de un conjunto de elementos arquitectónicos; y como lo manifiesta Bittencourt (1995) y Ching (2000), tienen por finalidad, ventilar y filtrar la iluminación natural dentro de un ambiente, así como la protección solar.

### 3.5 ARQUITECTURA VERNÁCULA EN BRASIL- LOS ELEMENTOS PERFORADOS: UNA ESTRATEGIA DE PROTECCION SOLAR

Si se remonta a épocas pasadas, el ser humano a lo largo del tiempo, independientemente del territorio en el que habitaba, desarrolló estrategias pasivas para obtener confort ambiental, siendo éstas, propias de cada cultura, y estaban ligadas al entendimiento e integración entre arquitectura y clima. Este tipo de estrategias, soluciones y técnicas constructivas, se perfeccionaron más, gracias al contacto intercultural que produjo la expansión territorial de cada cultura, convirtiéndolas en adecuadas soluciones arquitectónicas, que promovían el desenvolvimiento de estrategias pasivas.

A lo largo de la historia, es común dentro de la arquitectura, visualizar el empleo de elementos perforados, para el aprovechamiento de iluminación, ventilación natural, control solar y además de brindar privacidad en el ambiente interno. Esta utilización puede ser ejemplificada en las tradiciones orientales, musulmanas e islámicas, así como también en la arquitectura latinoamericana, teniendo un especial énfasis en la arquitectura colonial y arquitectura moderna de Brasil (PAULERT, 2012).

En la arquitectura realizada por el mundo islámico, dos fueron los principales problemas a resolver por constructores y arquitectos; el primero, conseguir protección contra el inclemente sol, y el segundo, refrescar el ambiente interno. Dichas preocupaciones fueron resueltas gracias a un buen planeamiento realizado con respecto a layout, localización de los espacios en las edificaciones y sobre todo el uso de elementos arquitectónicos que lograron amortiguar los efectos climáticos (EL-SHORBAGY, 2010).

Dentro del conjunto de los elementos arquitectónicos, utilizados en la arquitectura islámica y musulmana, encontramos a los elementos perforados, tales como el muxarabí (Figura 5 y 6), un elemento compuesto por viguetas o pantallas de madera siguiendo patrones geométricos; estos, estaban colocados en los balcones de las edificaciones con el objetivo de controlar el paso de la luz y el flujo de aire natural, reduciendo la temperatura interior así como asegurar la privacidad de las mujeres; aspecto de vital importancia en la cultura islámica (FICARELLI, 2009; EL-SHORBAGY, 2010; FATHY, 2010).

**Figura 5** – Ejemplo de Muxarabis.

Fuente: MARIANNO (1943).

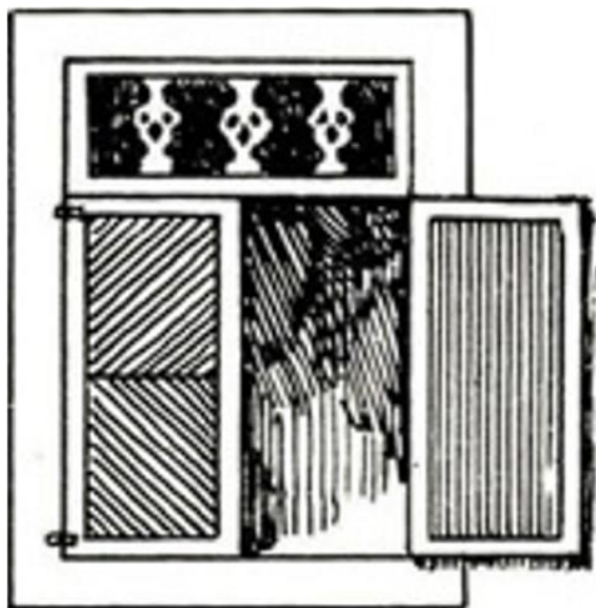
**Figura 6** – Balcón de madera con Muxarabis.

Fuente: FARD (2006).

Otros elementos arquitectónicos islámicos, son las rótulas y celosías; al igual que los Muxarabis pueden presentar definiciones diferentes por investigadores y arquitectos; sin embargo Rabbat (1988), Marianno (1943), Colin (2010), concuerdan que las rótulas (Figura 7) son cerramientos compuestos por dos hojas de abrir, hechos de viguetas de ripias de madera, colocados rasantemente en el lado externo de las ventanas; ya las celosías (Figura 8) son como una especie de caja sobrepuesta hechas de viguetas de madera, colocadas preferiblemente en las ventanas de los pisos superiores.

Ya en América del Sur; Brasil, como consecuencia de la colonización iniciada en 1530, su arquitectura colonial como lo manifiesta Mello (1974), Gomes (2004), estuvo influenciada por la arquitectura portuguesa y esta a su vez por la arquitectura islámica, ya que Portugal estuvo dominada por la civilización musulmana.

Los elementos perforados como muxarabis, celosías y rótulas, herencias musulmanas, fueron rápidamente introducidos en las edificaciones populares de Brasil; y como lo manifiesta Marianno (1943) y Pinto y Freyre (1958), estos se adaptaban al medio ambiente local, siendo utilizados en casas sin patios y jardines, pues a través de estos trenzados de madera, la ventilación de las calles penetraba en el interior del ambiente, promoviendo confort térmico y lumínico.

**Figura 7** - Ejemplo de Rótulas.

**Fuente:** RODRIGUES (1979).

**Figura 8** – Ejemplo de celosías.

**Fuente:** MARIANNO (1943).

Un testimonio vivo de la transposición cultural, adaptada al territorio y clima brasileño, con influencia islámica, se encuentra en Diamantina – MG especialmente en la Casa Chica da Silva (Figura 9) y la Casa de Rótulas en Pilar de Goiás - GO (Figura 10). Allí se aprecia la utilización de viguetas de madera en rotulas, celosías y muxarabís protegiendo las aberturas del sol directo.

**Figura 9** – Casa Chica da Silva, Diamantina- MG

**Fuente:** LEMOS (2012).

**Figura 10**- Casa de Rotulas, Pilar de Goiás- GO

**Fuente:** MARIANNO (1943).

Sin embargo, en 1809, la arquitectura colonial brasileira, vivió la primera y más grande crisis; oficialmente, como lo manifiesta Marianno (1943), es decretado por la familia real portuguesa, la muerte de los más preciosos elementos arquitectónicos con influencia islámica; en vez de muxarabís, rotulas y celosías, se colocaron barandas de hierro batido, o de madera, con balaustres torneados, y en las aberturas se colocaron ventanas con vidrio llamadas guillotina.

Con el cumplimiento obligatorio de ese decreto, comienza a ser implantada una arquitectura influenciada por patrones europeos. Esta influencia, es visualizada con más énfasis en las primeras décadas del siglo XX; aquí los arquitectos, constructores e ingenieros comienzan a realizar simples reproducciones de la arquitectura europea sin preocupación con la cultura local y el clima. En consecuencia, nacen arquitecturas historicistas, que valorizan y reproducen la arquitectura oficial europea haciendo prevalecer elementos industrializados con una principal función estética, abandonando la relación entre arquitectura y clima (MINDLIN, 1956).

Paralelamente a estos acontecimientos nace la arquitectura moderna brasilera, pero a diferencia de las arquitecturas historicistas, como lo manifiesta Goodwin (1943), ésta, logró adaptar los conceptos modernos universales a la realidad climática local, proponiendo innovadoras soluciones arquitectónicas que incluían un lenguaje proyectual con carácter propio.

Mindlin (1956), define a la producción moderna brasilera del siglo XX, como la arquitectura del sol; una arquitectura que trabaja con propuestas basadas en estudios de control de luz, de insolación y sobre todo en la conexión entre modernidad y regionalismo.

Nery (1999), manifiesta que en 1926 Gilberto Freyre presenta el Manifiesto Regionalista en el Primer Congreso Brasileiro de Regionalismo; este acontecimiento marco la reflexión sobre la necesidad de conciliar la tradición con la modernidad. De esta forma se visualiza la necesidad de no solo copiar modelos extranjeros, y sí; proponer soluciones donde se pueda producir arquitectura moderna, rescatando lo local y/o regional.

Localizándonos geográficamente, en la región Nordeste de Brasil, específicamente en Recife, en el siglo XX, debido a la industrialización y factores políticos, económicos y socioculturales, hubo una llegada de arquitectos inmigrantes provenientes de Europa, estos; hicieron parte de la producción arquitectónica moderna, pero tomando como pauta fundamental, la realidad local tropical adaptándose de esta manera, a las características físicas y sociales del medio (AFONSO, 2001; SILVA, 1988).

En ese contexto y motivados por la búsqueda de una identidad arquitectónica nacional, nace 1929 el componente arquitectónico llamado cobogó. ¿Pero, “que es este elemento” y, “cuáles son sus orígenes”?

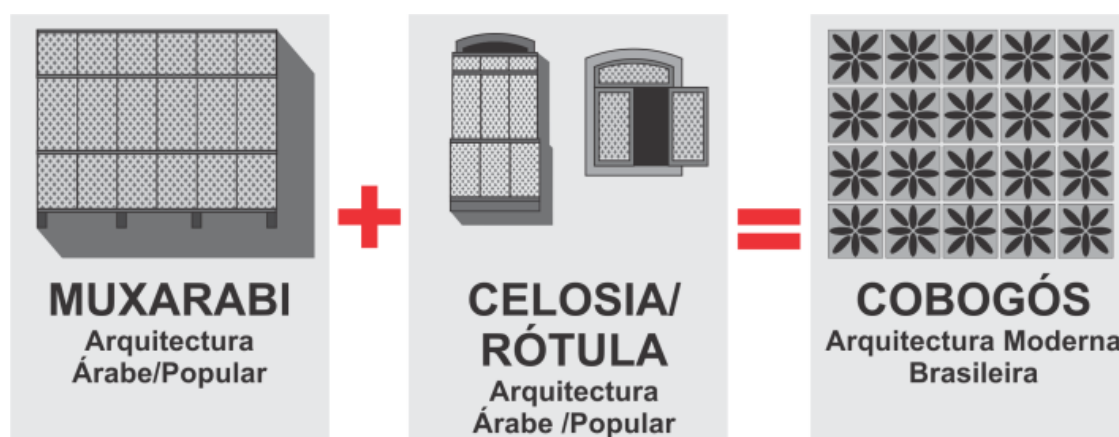
### 3.5.1 Cobogós

El cobogó tiene origen en la arquitectura tradicional brasilera (Figura 11) y nace de la necesidad de adaptar la arquitectura al clima con un lenguaje compositivo que represente la modernidad de los nuevos tiempos (Figura 12) que trae como resultado una solución constructiva adecuada, a partir de la combinación entre modernidad (concreto) y técnicas tradicionales (muxarabis, celosías y rótulas).

Su origen se remonta en el año 1929, año en el que fue patentado, en la ciudad de Recife – Pernambuco y su nombre, deriva de sus tres creadores, los ingenieros: Amadeu Oliveira Coimbra, Ernest agosto Boeckmann y Antonio de Goias (FERREIRA, 2004; BRAGA, 2010).

Pallone (2010), considera que las reinterpretaciones modernas bien sucedidas, son aquellas que nos conmueven, no solo por su nivel estético, si no por su gran compromiso con el pasado y con lo regional; en ese sentido y apoyado de investigadores como Afonso (2001), se puede afirmar que el cobogó es una reinterpretación generada a partir de la evolución de soluciones regionales basadas en los muxarabís, celosías y rotulas, empleadas en la arquitectura vernácula - colonial brasilera y que estos a su vez tuvieron influencia musulmana.

**Figura 11** – Origen del cobogó: influencia de elementos tradicionales.



Fuente: El autor.

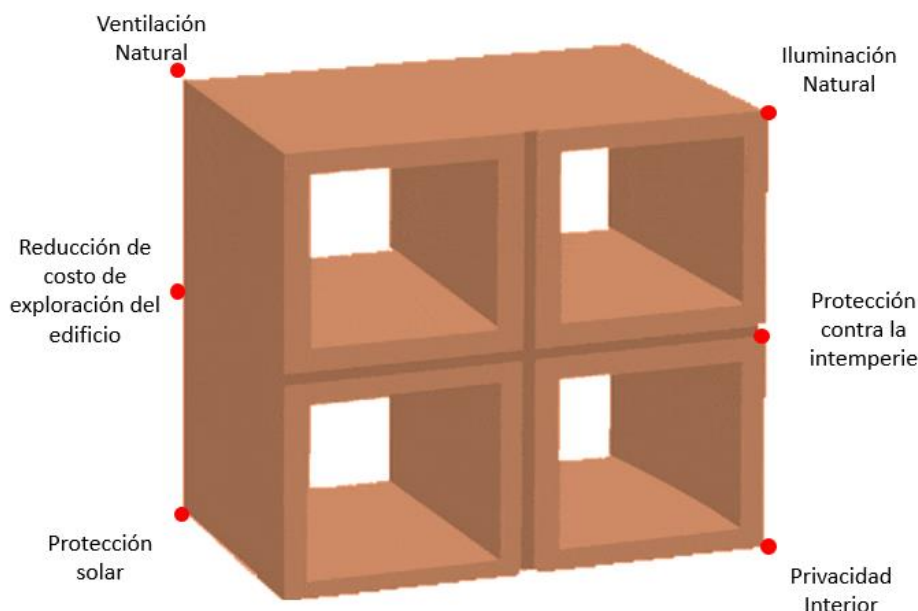
**Figura 12** – Cobogó: unión de la tradición con tecnologías industrializadas.



Fuente: El autor.

Esta estrategia, al igual que todos los elementos perforados como lo manifiesta Holanda (1976), permite la ventilación e iluminación natural, así como también filtra la incidencia solar y permite obtener privacidad en el interior de los ambientes (Figura 13); un instrumento de adaptación tropical utilizado antes de la introducción de equipamientos mecanizados, como el aire acondicionado.

**Figura 13** – Beneficios proporcionados por el cobogó.



**Fuente:** El autor.

Bruand (2010), manifiesta que, en 1935, Luís Nunes, fue el primer arquitecto en utilizar este elemento arquitectónico (cobogó) en el proyecto (Figura 14) denominado “Caixa d’ água” en la ciudad de Olinda.

Este acontecimiento marca un precedente en la arquitectura moderna brasilera, no sólo a nivel local, si no también nacional; pues a partir de esta innovación, este elemento fue incorporado en importantes proyectos modernos, como los desarrollados posteriormente por Rino Levi en el Instituto Sedes Sapientiae en 1940 (Figura 15), Affonso Reydy en la del Conjunto Residencial Pedregulho en 1947 (Figura 16), Lúcio Costa en los edificios del Parque Eduardo Guinle en 1948 (Figura 17), Oscar Niemeyer en la obra de la Escuela Estadual Julia Kubitschek en 1951 (Figura 18), Marcio Kogan en la Casa Cobogó (Figura 19) y la más actual, Japan House (Figura 20 a-b) proyecto de Kengo Kuma en convenio con la empresa de arquitectura paulistana FGMF, en la cual es utilizado un elemento perforado, propuesto como relectura de los cobogós, entre otros proyectos.

**Figura 14** - Edifício Caixa d' Água, 1935 – Pernambuco – Br.



Fuente: COTRIM (2011).

**Figura 15** - Instituto Sedes Sapientiae, 1940 – São Paulo - Br.



Fuente: KON (S/D).

**Figura 16** - Conjunto Residencial Pedregulho, 1947 – Rio de Janeiro – Br.



Fuente: BRUAND (2010).

**Figura 17** - Edifícios del Parque Guinle, 1948 – Rio de Janeiro – Br.



Fuente: WISNIK (2001).

**Figura 18** - Escuela Estadual Julia Kubitschek, 1951- Minas Gerais – Br.



Fuente: FINOTTI (S/D).

**Figura 19** - Casa Cobogó, 2011- São Paulo – Br.



Fuente: KON (S/D).

**Figura 20 a-b** – Proyecto *Japan House*, 2017 - São Paulo - Br.



**Fuente:** ARCHIDAYLI (2017).

Originalmente, los cobogós fueron concebidos con un diseño que permitió la producción en serie de las piezas, tal elemento consistía en un ladrillo hecho de concreto, midiendo 0,50 m x 0,50 m x 0,10m con perforaciones cuadradas de 0,05 m. Actualmente estos elementos son encontrados de diferentes modelos y hechos de diferentes materiales tales como cerámica, losa, porcelana, aluminio, vidrio etc.

Los cobogós, a partir de su primera utilización en 1935, se convirtieron en una constante en los proyectos tanto públicos como privados, siendo usados como cerramientos de grandes fachadas como así lo demuestra la Tabla 5 que presenta un resumen cronológico por décadas, de las obras arquitectónicas brasileñas significativas, que utilizaron en su composición arquitectónica el cobogó, demostrando el tipo de material que fue utilizado, el uso de la edificación (público o privado); además del lugar y el arquitecto que proyectó y/o construyó.

Es posible percibir en la tabla 5, entre las edificaciones significativas analizadas, el cobogó tuvo su uso intensificado hasta el final de la década de 1950, siendo nuevamente utilizado con más intensidad después de los años 2000. En cuanto al material utilizado para la fabricación del cobogó, predomina el concreto (52%), seguido por otros materiales (31%) y por el cerámico que es significativamente menor que los demás (17%). En esta perspectiva, el uso del cobogó cerámico se inició a mediados de la década de 1940 y la adopción de nuevos materiales a mediados de la década de 1950.

Desde su creación (elaboración artesanal), hasta la actualidad (reproducción industrial); el cobogó ha pasado por diferentes modificaciones, desde la elaboración de diseños simples con materiales como concreto y/o cerámica, hasta la

elaboración computacional de sofisticados y complejos elementos producidos con aluminio u otro metal, que pueden ser doblados y adaptados fácilmente.

Actualmente el mercado brasileiro, ofrece cobogós de distintos materiales, con perforaciones de diseños y dimensiones variadas; este elemento se ha convertido en un componente industrial costoso, a pesar de haber sido concebido como un elemento de fácil uso, elaboración y adquisición. Hoy en día, en muchos casos, se convierte en un elemento de altísima complejidad geométrica, incorporado en proyectos muchas veces, no por su eficiencia en cuestiones de aprovechamiento energético, si apenas por cuestiones estéticas, o sea no por cuestiones funcionales y si por cuestiones formales.

**Tabla 5-** Histórico de utilización de elementos perforados en Obras relevantes de la Arquitectura Brasileira.

DECADA	AÑOS	NOMBRE DEL PROYECTO	MATERIAL DEL COBOGÓ			USO		ARQUITETO O EMPRESA	LOCALIZACIÓN	
			Concreto	Cerámico	Otros	Público	Privado		Ciudad - Estado	Región
1930	1935	Caixa d'Água de Olinda	X			X		Luiz Nunes	Pernambuco - PE	Nordeste
	1938	Pavilhão coletivo Leprosário da Mirueira	X			X		Luiz Nunes	Pernambuco - PE	Nordeste
	1938	Grande Hotel de Ouro Preto	X				X	Oscar Niemeyer	Ouro Preto - MG	Sudeste
	1940	Instituto Sedes Sapientiae	X			X		Rino Levi	São Paulo - SP	Sudeste
	1944	Colônia de Férias da Tijuca	X			X		MMM Roberto	Rio de Janeiro - RJ	Sudeste
	1947	Residencial Mendes de Moraes (Pedregulho)		X			X	Affonso Eduardo Reidy	Rio de Janeiro - RJ	Sudeste
1940	1948	Edifícios Parque Eduardo Guinle		X			X	Lúcio Costa	Rio de Janeiro - RJ	Sudeste
	1950	Instituto Moreira Salles	X			X		Olavo Redig de Campos	Rio de Janeiro - RJ	Sudeste
	1951	Residência no Morumbi	X				X	Oswaldo Bratke	São Paulo - SP	Sudeste
	1951	Escola Estadual Professora Júlia Kubitschek	X			X		Oscar Niemeyer	Minas Gerais - MG	Sudeste
1950	1951	Hotel Tijuca – Diamantina	X				X	Oscar Niemeyer	Minas Gerais - MG	Sudeste
	1953	Edifício União		X			X	Acacio Gil Borsoi	Recife - PE	Nordeste
	1954	Edifício Eiffel	X				X	Oscar Niemeyer	São Paulo - SP	Sudeste
	1953	Instituto de Antibióticos			X	X		Mário Russo	Pernambuco - PE	Nordeste
	1958	Residencia de Isnard Castro e Silva			X	X		Joaquim Guedes	São Paulo - SP	Sudeste
	1959	Residencia Castor Delgado Perez		X			X	Rino Levi	São Paulo - SP	Sudeste
1960	1962	Edifício do Seminário Reg. do Nordeste			X	X		Fernandes Amorim	Pernambuco - PE	Nordeste
	1963	Edifício Santo Antonio			X		X	Acácio Gil Borsoi	Recife - PE	Nordeste
1970	1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980	1981	Casa Guarujá			X		X	Paulo Mendes da Rocha	São Paulo - SP	Sudeste
1990	1990	edifício esportivo SESC-Pompéia		X		X		Lina Bo Bardi	São Paulo - SP	Sudeste
2000	2003	Casa Pinheiros	X				X	Isay Weinfeld	São Paulo - SP	Sudeste
	2003	Escola de Ensino Fundamental FDE Campinas	X			X		MMBB Arquitetos	São Paulo - SP	Sudeste
	2006	Casa Iporanga			X		X	Isay Weinfeld	São Paulo - SP	Sudeste

2008	Colégio Prof. Marcos Alexandre Sodré	X		X		FGMF Arquitetos	São Paulo - SP	Sudeste
2008	Instituto de Química da Universidade de Brasília	X		X		Aleixo Furtado e Marcílio Ferreira.	Brasília- DF	Cen-Oeste
2008	Biblioteca Nacional de Brasília	X		X		Lúcio Costa	Brasília- DF	Cen-Oeste
2011	Casa Cobogó			X	X	Márcio Kogan	São Paulo - SP	Sudeste
2013	Casa Jardins			X	X	CR2 Arquitetura	São Paulo - SP	Sudeste
2017	Edifício Japan House			X	X	Kengo Kuma	São Paulo - SP	Sudeste
<b>TOTAL</b>	-	-	15	5	9	15	14	-

\* OBS. Considerase otros materiales al vidrio, madera, losa, porcelana, etc.

**Fuente:** El autor.

Las investigaciones apuntan que actualmente (2019), existe una tendencia de uso en ambientes internos, este uso muchas veces solo se limita a actuar como separadores de ambiente con predominancia en el aspecto decorativo y no funcional, así mismo, el uso interno, desde que bien planificado, auxilia en la ventilación entre ambientes, en la privacidad y en la distribución de la luz.

Hensel (2008), defiende la actualización contemporánea, de este tipo de estrategias arquitectónicas de control ambiental, pues estas son estrategias que dialogan con el medio ambiente, además de proporcionar soluciones deseadas con respecto al aprovechamiento de la ventilación e iluminación natural, trayendo consigo un mejor desempeño energético.

Se visualiza que este elemento, es una estrategia arquitectónica que puede ser incorporado en la concepción de proyectos con el objetivo de buscar una conciliación entre ambiente construido y clima, para tal efecto se debe recurrir a sus orígenes y rescatar la función y el objetivo por el cual fue creado estableciendo una integración entre forma y función.

### 3.6 MÉTODOS DE ANALISIS PARA EL APROVECHAMIENTO DE ILUMINACION NATURAL

Analizar la disponibilidad de luz natural, para iluminar el ambiente interno de una edificación, tal como lo manifiesta Cintra (2011), es un trabajo muy complejo, pues a diferencia de la luz artificial que es estática y constante, la luz natural es dinámica, por tal razón ésta, depende de factores tanto externos (tipo de sol, cielo, estación, meteorología del aire, etc), como internos (reflectancia y absortancia) haciendo con que se torne única para cada situación geográfica.

Baker, Fanchiotti y Sttemers (1993) y Amorim (1997), manifiestan, que existen por lo menos tres métodos de cálculo y análisis para aprovechar la iluminación natural; métodos tales como el de gráficos simplificados, construcción de

prototipos y mediciones *in loco* o por medio de programas computacionales, que a través de parámetros establecidos realizan simulaciones computacionales del comportamiento de la luz natural en un determinado ambiente interno.

En consecuencia, esta investigación, pretende evaluar la influencia de algunas variables arquitectónicas, en el comportamiento de la luz natural en ambientes residenciales, dentro del territorio y contexto climático brasileiro. Además, será evaluado y analizado el desempeño lumínico de los cobogós por medio de simulación computacional.

Los programas computacionales, tanto de creación de modelos tridimensionales y de simulación, tornan-se hoy en día las herramientas más viables para realizar análisis y simulaciones, en este caso de confort lumínico ya que son los más rápidos en presentar resultados, de tal forma que nos permitan entender el comportamiento de la luz natural en el ambiente que se está analizando o estudiando (REINHART, MARDALJEVIC, ROGERS, 2006).

Cabus (2005), manifiesta que actualmente el uso de la simulación computacional en el ambiente construido se está posicionando en el mercado rápidamente, esto encuentra justificación, debido al gran avance tecnológico para la creación de computadoras más potentes, haciendo con que programas de metodología avanzada puedan ser usados.

Autores como Lamberts, Dutra y Pereira (2014), describen que la simulación computacional es una herramienta que puede ser usada desde las fases iniciales del proyecto, logrando de esta forma prever posibles problemas de incompatibilidad entre el medio externo, la edificación y los usuarios. Enfocándonos en la iluminación natural, para su análisis por simulación computacional, que es el objetivo de esta investigación. Reinhart (2010), manifiesta que la iluminación natural, puede ser evaluada por medio de programas (Tabla 6) que realizan simulaciones estáticas y/o dinámicas.

Las simulaciones estáticas por lo general presentan resultados en forma de imágenes realistas o en forma de valores de iluminancia en puntos de interés ya sea en un determinado ambiente o en todo el edificio; ya las simulaciones dinámicas producen series anuales de iluminancia a partir de diversos tipos de cielo, con su determinado clima, estos resultados son llamados de métricas dinámicas.

**Tabla 6-** Programas de simulación computacional de iluminación natural.

SIMULACIÓN ESTÁTICA	SIMULACIÓN DINÁMICA
Radiance	Daysim*
Adeline *	Tropolux**
Dialux	Ligtswitch Wizard*
Relux	ESP -r *
Rayfront	Light Tool
Ecotect	SPOT 4.0*
Apolx **	-

\* Utilizan el algoritmo de Radiance \*\* Programas de simulación brasileros

**Fuente:** CINTRA (2011).

Dentro de los programas antes mencionados (Tabla 6), como se observa, el programa Apolux y Troplux son brasileros. Sin embargo, para esta investigación se optó por utilizar el programa Dialux Evo, debido a que dentro de los programas mencionados fue el único programa que logro importar geometrías complejas (cobogós de diseños complejos y diferentes), otro motivo fue la fácil manipulación de la interface además de ser gratuito y de la disponibilidad de tutoriales escritos y videos que facilitaron la comprensión y utilización de dicho software.

### 3.6.1 Dialux Evo versión 7.1

Dialux evo, en su versión 7.1 actualmente es una actualización del programa Dialux. Un programa gratuito, de fácil manipulación que calcula la cantidad y disponibilidad de iluminación, tanto natural como artificial en un determinado ambiente. El programa, está testado y validado según normas internacionales como las ISO 8995, EN 1838 y la EN 132001 quienes dan soporte y validación para ser realizado análisis y simulaciones para edificios residenciales.

En este programa, tal como lo manifiesta Ekren, Dursun y Aykut (2008), es posible diseñar en 3D varios formatos de un ambiente; formatos como cuadrado, rectangular, forma de L o de acuerdo con la forma que desee el proyectista. Sin embargo, en el caso de los cobogós por ser de geometría compleja, el programa no diseña tales geometrías. En ese sentido se optó por diseñar el ambiente a analizar en el programa *Revit architecture* versión 2017; un programa de sistema BIM (*Building Information Modeling*), que logra de manera fácil e intuitiva diseña el ambiente con geometrías complejas, para luego ser importado en formato IFC a la interfaz del programa Dialux Evo.

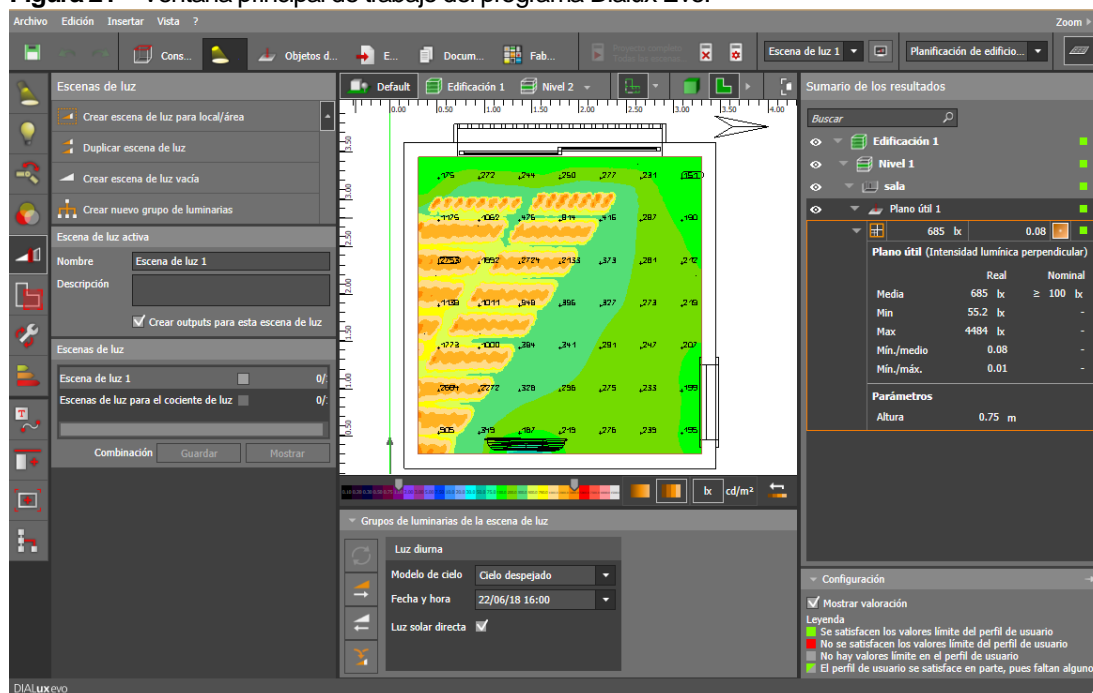
Con respecto a las variables de cálculo para la iluminación natural, Santos (2012), menciona que el programa utiliza entradas de datos tales como: tres

tipos de cielo (cielo claro, cielo cubierto y cielo parcialmente cubierto), latitud del local a analizar, la geometría del ambiente, área, posición; así como altura de plano de trabajo, tipo de actividad a ser realizada, tipo de materiales y reflectancias, horario de ocupación de luz natural, etc. Con respecto a los datos de salida, el programa presenta el nivel de iluminancia y luminancias en imágenes realistas, en curvas Isolux, en colores falsas y en valores, representados estas en imágenes y números (SANTOS, 2012).

En la actualidad, existen autores y/o investigadores que avalan el uso de este software, investigadores como Maioli y Alvarez (2013), que utilizaron el programa para comparar el desempeño lumínico de las bandejas de luz, en relación al vidrio reflectivo; Sakaragui y Harris (2010), utilizaron el programa Dialux, para realizar estudios de iluminación a partir del desenvolvimiento de familias de cobogós, verificando la influencia de llenos y vacíos; Cordeiro (2017), utiliza también el programa para evaluar la disposición de la luz natural utilizando cobogós en relación a una fachada sin protección solar.

Por lo tanto, Dialux Evo, (Figura 21), es una herramienta que torna posible evaluar la luz natural por medio de métricas estáticas, permitiendo de esta forma entender el comportamiento de la luz dentro del ambiente interno, considerando así el clima, la orientación y la geometría del ambiente.

**Figura 21** – Ventana principal de trabajo del programa Dialux Evo.



**Fuente:** El autor (2019).

## 4 METODOLOGÍA.

La metodología del proyecto es considerada por Marconi y Lakatos (2003), como el conjunto de actividades sistemáticas y racionales, que permiten alcanzar el objetivo planteado en un estudio de investigación. De la misma manera, es de vital importancia considerar los aspectos conceptuales y las herramientas técnicas propicias al objeto de investigación, para lograr coherencia y fuerza en la verificación experimental.

Para alcanzar los objetivos propuestos en este trabajo se utilizaron los siguientes tipos de investigación: bibliográfica, documental y de campo (recolección y análisis de datos sobre cobogós más utilizados en Brasil) y uso de simulación computacional.

### 4.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Según Ruiz (1996), se define como bibliográfica al conjunto de libros que han sido escritos a lo largo de la evolución de la humanidad ya sea por autores conocidos o anónimos y que dan a conocer un determinado asunto. Por lo tanto, la investigación bibliográfica es aquel levantamiento y análisis que se realiza de lo que ya se ha producido con respecto al tema de la investigación científica.

Como lo describe Oliveira (2002), este tipo de investigación es una contribución científica sobre un asunto y tiene por finalidad comprobar la existencia o no de una determinada hipótesis. Esta tipología de investigación se da para obtener informaciones iniciales sobre un tema estudiado (CERVO; BERVIAN, 2003).

La metodología bibliográfica, se apoya en la combinación de una serie de libros ya sean estos históricos, científicos, monográficos y descriptivos que nos dan las bases para poder abordar temas de gran importancia para el desenvolvimiento de esta investigación.

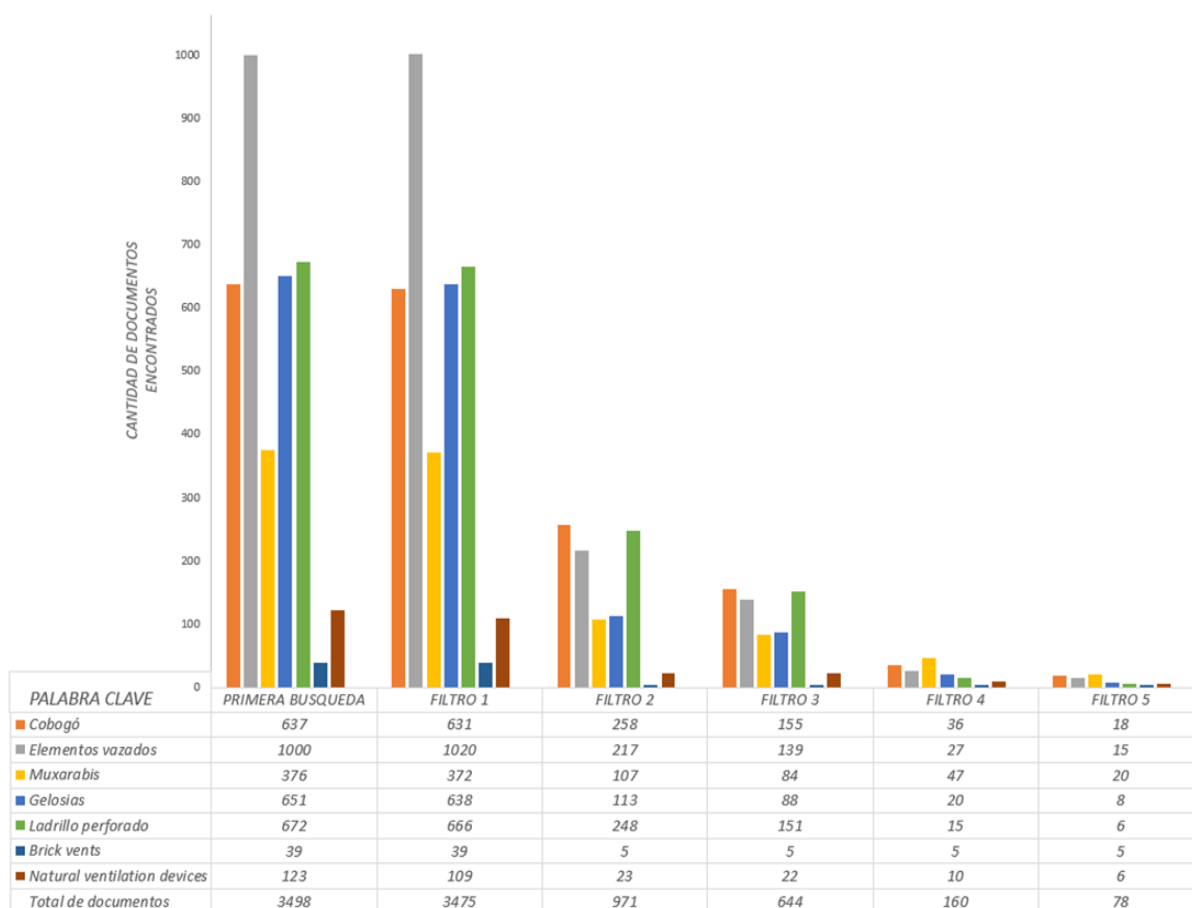
En este contexto, la búsqueda de la información para esta investigación y principalmente para obtener el histórico de uso de los cobogós, estuvo basada en la utilización de fuentes de datos tales como Google Académico, quienes dieron soporte científico a esta pesquisa. Para tal efecto se establecieron siete palabras claves (Figura 22) referidas al tema a investigar; dichos términos están relacionados con la arquitectura e ingeniería. De esta búsqueda resultaron 3498 documentos; como ese número era significativo, se determinaron criterios de selectividad para reducir el número de documentos a ser analizados. Para tal efecto se aplicaron cinco filtros.

- Filtro 1 (Idioma): Los documentos a investigar solo estarían en español, portugués e inglés. De este filtro resultaron 3475 documentos.
- Filtro 2 (Año de Publicación): Por la importancia del tema se determinó que los documentos a analizar deberían ser actuales, para ello se limitó la búsqueda entre los años 2014 a 2016. De este filtro resultaron 971 documentos.
- Filtro 3 (Aplicación del Teorema de Gauss): Dentro de las metodologías de investigación, está la aplicación de métodos estadísticos para determinar una muestra significativa. Como se observa después de aplicados los filtros anteriores el número de documentos era aún significativo, por tal motivo se estableció la aplicación del teorema de Gauss, con un nivel de confiabilidad del 95% y un margen de error de 5%. De este filtro resultaron 644 documentos llamadas muestras.
- Filtro 4 (Lectura de Títulos): De los documentos seleccionados en el tercer filtro se inició la lectura de los títulos y aquellos que se encuadraron dentro del objetivo de esta pesquisa fueron seleccionados, resultando 160 documentos.
- Filtro 5 (Lectura de Resúmenes): En este filtro se organizó la documentación por categorías (tecnología e historia), para luego leer cada uno de los resúmenes e ir filtrando la información válida para esta pesquisa, en este filtro resultaron 78 documentos aptos para realizar el análisis completo de cada uno de ellos.

Cabe resaltar que los documentos que sobraron después de aplicados los filtros no fueron seleccionados porque no trataban aspectos históricos, informaciones técnicas de uso y materiales sobre el tema a desenvolver en esta investigación.

Con los 78 documentos organizados y filtrados por su nivel de relevancia e interés (Figura 22), se prosiguió a leer cada uno de los artículos seleccionados y de esta manera se elaboró el estado del arte sobre el tema elementos perforados (cobogós).

**Figura 22** - Investigación de palabras claves en base de datos (Google académico).



**Fuente:** El autor.

Como se visualiza en la Figura 22, fueron un total de 3498 documentos, encontrados en la base de datos Google académico; de los cuales la palabra clave “elementos perforados” fue la que más apareció en los documentos, ocupando así un 28,6%, ya la palabra “ladrillo perforado” ocupó un 19,2%. Sin embargo, la palabra que menos apareció en la búsqueda fue “brick vents” con un 1,1%, seguido de la palabra “natural ventilation devices” con un 3,5%. En consecuencia, estos datos nos revelan que este tema obtiene más relevancia en idiomas tanto en portugués como en español.

#### 4.2 INVESTIGACION DOCUMENTAL

La investigación documental tiene semejanzas con la investigación bibliográfica pero la diferencia está en la naturaleza de las fuentes. Este tipo de investigación está restringida a documentos escritos o no, denominadas fuentes primarias ya sean estos documentos, como periódicos, fotos, películas, documentos legales, resoluciones, normas, entre otros (GIL, 2002; MARCONI; LAKATOS.2003; SEVERINO 2007).

La investigación documental es la recolección, clasificación, selección y utilización de las más variadas informaciones (oral, escrita, visual, etc.), además

hace alusión a los métodos y técnicas que propician su búsqueda y definición. (FACHIN, 2003).

En consecuencia, para la realización de la investigación documental fueron levantados datos en archivos públicos, documentos oficiales escritos y fuentes estadísticas, normas técnicas, códigos de obras y periódicos; proporcionadas por entidades públicas tales como el Estado, las prefecturas, etc.

#### 4.3 INVESTIGACIÓN DE CAMPO: LEVANTAMIENTO DE LOS TIPOS DE COBOGÓS MÁS UTILIZADOS EN EL MERCADO BRASILEIRO

La investigación de campo, es sin duda es una de las metodologías importantes en este trabajo, pues con ella se puede comprender el funcionamiento, el estudio adecuado de la realidad y el tipo de público al que será destinada la investigación (LIMA, 2004; GIL, 2002).

Marconi e Lakatos (2003), manifiestan que este tipo de metodología se usa con el objetivo de conseguir informaciones y/o conocimientos sobre un determinado problema procurando siempre una respuesta. Está basado en la observación y recolección de datos, variables y fenómenos relevantes, para luego ser analizados.

En consecuencia, en esta etapa, en sus inicios se pretendió realizar un levantamiento de los cobogós más usados en el mercado brasileiro. Para tal efecto era necesario contar con un listado de tiendas de materiales de construcción, localizadas en todo el territorio brasileiro, en este sentido se recurrió a la Revista Anamaco (ANAMACO, 2017), una revista brasileira que anualmente publica el ranking Nacional de las mejores tiendas de materiales de construcción.

En términos estadísticos y analizando dicho ranking, se estableció utilizar como población solamente a las principales tiendas ubicadas en los estados de Pernambuco, São Paulo, Paraná; estos tres estados conformarían nuestra población (Figura 23), siendo que el estado de Pernambuco fue el estado donde se realizó la primera utilización de los cobogós, São Paulo, un gran mercado de estos elementos y Paraná, por ser el estado donde se está desarrollando el presente estudio.

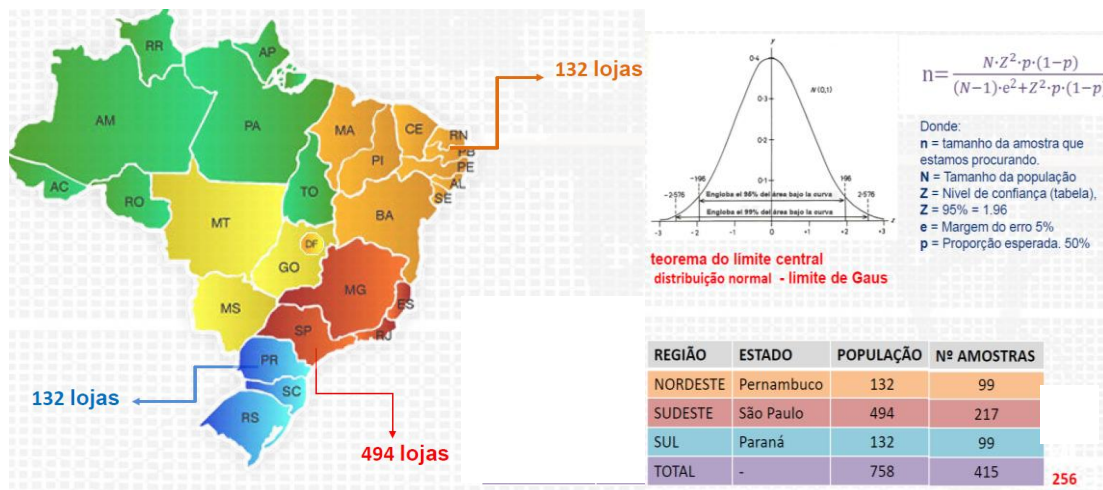
Figura 23 - Base (Población) de tiendas de materiales de construcción.



Fuente: El autor.

Una vez conformada la población, se analizó que aún era de un número considerable, en ese sentido se optó por reducir la muestra recurriendo al teorema del límite central o llamada también límite de Gauss (Figura 24 A).

Figura 24 A - Metodología para cálculo de muestra.



Fuente: El autor.

Conformado el tamaño de muestra, para obtener los datos sobre cobogós, fue considerada la investigación cualitativa, basada en la aplicación de cuestionarios y entrevistas semi-estructurada, conforme el Apéndice 01.

Inicialmente (agosto 2017), se procedió a averiguar datos específicos de cada tienda de materiales de construcción (teléfono. Ubicación, correo electrónico etc.), para luego realizar un cuestionario, en la plataforma electrónica (por medio de

link específico), que fue posteriormente enviado a todas las tiendas (definida como muestras) que comercializan materiales de construcción en Brasil.





Con todo, no se obtuvo respuesta, esto probablemente debido a dificultades concernientes a la poca disposición de las empresas en brindar información. Autores e investigadores científicos, manifiestan que la aplicación de cuestionarios de manera *on line* muchas veces se vuelve una estrategia sin respuesta.



Al no recibir respuesta, se procedió a la utilización de estrategias de mayor proximidad, basada en la aplicación de entrevistas vía telefónica (con una duración de 10 a 15 minutos), en el periodo de 15 al 30 de noviembre del 2017. Para tal efecto se limitó la muestra a tiendas de materiales de construcción ubicadas en la ciudad de Foz de Iguazú.

Fueron seleccionadas 60 tiendas de materiales de construcción., mediante la entrevista fue posible reducir la muestra (60 tiendas), para 30, pues las 30 tiendas restantes, no comercializan cobogós. De las 30 tiendas consideradas en este estudio fueron encontradas 6 tipologías diferentes de cobogós (Tabla 7), los cuales fueron incluidos en los escenarios simulados en la presente disertación.

Todos los datos recolectados fueron analizados y tabulados para luego conocer el o los cobogós con demanda de uso más frecuente en la ciudad de Foz de Iguazú; caracterizando de esta manera nuestro objeto de estudio de acuerdo con la realidad observada.

**Tabla 7-** Levantamiento de Tipos de Cobogós más vendidos en Foz de Iguazú.

MODELO DE COBOGÓ	TIENDA	CANTIDAD DE TIENDAS QUE ABASTECEN	MODELO MAS VENDIDO	MATERIAL	DISEÑO	MEDIDAS COMERCIALES		
						LARGO	ANCHO	ESPEUR A
C1	A01	3	Folha	cerámica esmaltada		0.25	0.25	0.075
	A02							
	A03							
C2	A04	2	Cuadrado	cerámica		0.24	0.24	0.1
	A05							
C3	A06	8	Diagonal	cerámica		0.18	0.18	0.09
	A07							
	A08							
	A09							
	A10							
	A11							
	A12							
A13								
C4	A14	6	Recto XIS	cerámica		0.18	0.18	0.068
	A15							
	A16							
	A17							
	A18							
	A19							

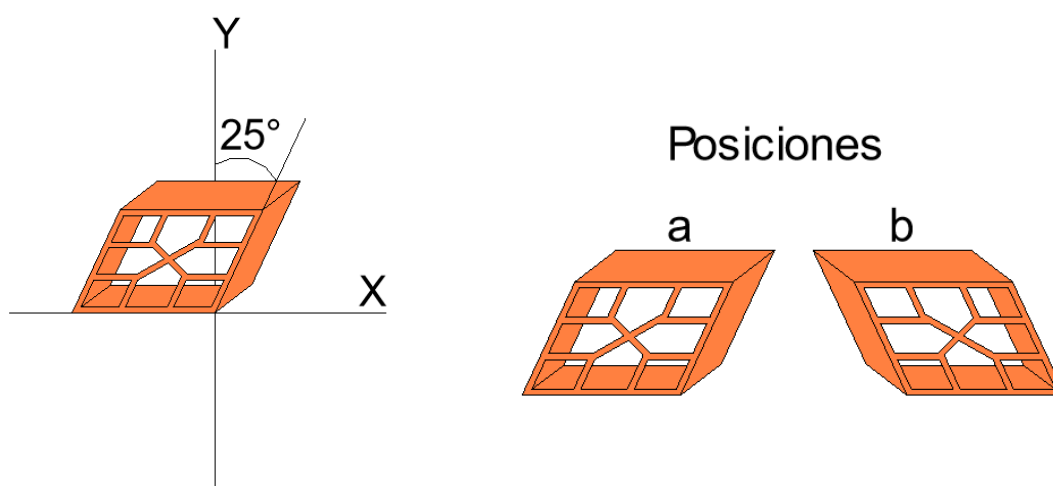
	A14							
	A15							
	A16							
	A17							
	A19							
	A20							
	A21							
C5	A22	15	Diagonal XIS	cerámica		0.25	0.18	0.068
	A23							
	A24							
	A25							
	A26							
	A27							
	A28							
	A29							
C6	A30	1	cuadrado redondo	cerámica		0.18	0.18	0.09

**Fuente:** El autor.

Al analizar la Tabla 7, se observa que el cobogó más comercializado es el modelo tipo Diagonal XIS con un 42.86%, seguido del modelo tipo diagonal con un 22.87%, después el modelo Recto Xis con un 17.16%, seguido del modelo de cobogó tipo Folha con 8.53 %, luego el modelo de cobogó tipo Cuadrado con 5.73% y finalmente el modelo de cobogó tipo Cuadrado redondo con 2.85%.

Cabe mencionar que, de los seis (6) tipos de cobogós levantados, el cobogó C5 es rectangular y presenta una inclinación de 25° con respecto al eje “Y” tal como lo demuestra la Figura 24 B, esto hace que todos sus lados cubiertos u opacos presenten la misma inclinación, haciendo que la posición con se lo coloque, influenciara en la distribución y/o direccionamiento de la iluminación natural, pues este tal como lo demuestra la Figura 24 B puede ser usado en dos tipos de posiciones (a) y (b). En tal sentido para este análisis computacional, el cobogó C5 fue utilizado teniendo en cuenta la posición a.

**Figura 24 A** – Inclinación de Cobogó 5 – Posiciones a y b.



**Fuente:** El autor.

#### 4.4 SIMULACIONES COMPUTACIONALES PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN NATURAL

##### 4.4.1 Caracterización y Determinación Del Modelo Base

Para la elaboración del modelo base (célula) y su consecuente estudio de iluminación, fue definido un ambiente residencial de permanencia prolongada, específicamente una sala de estar ya que las normas NBR 15575 (ABNT, 2013) y el RTQ – R (INMETRO, 2012) recomiendan que sean utilizados estos ambientes para evaluación de desempeño térmico por medio de simulación computacional, por ser estos ambientes donde existe una permanencia de usuarios de manera prolongada. Las dimensiones y/o parámetros constructivos adoptados (Tabla 8), estuvieron basados en las normas brasileras antes estudiadas, en el referencial teórico y los códigos de obras de las ciudades analizadas.

**Tabla 8-** Parámetros Adoptados para simulación computacional.

ESPECIFICACIÓN DEL AMBIENTE	RECOMENDACIONES CÓDIGO DE OBRAS DE FOZ DE IGUAZÚ					NBR 15220
	ÁREA MÍNIMA m <sup>2</sup>	PIE - DERECHO MÍNIMO	ILUMINACIÓN MÍNIMA	VENTILACIÓN MÍNIMA	ESPELURA DE PARED	ÁREA DE ABERTURAS
	8.00	2.40	1/6 del área	1/16 del área	0.15	15 - 25 % del área del piso
Sala de Estar	<b>PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS ADOPTADOS</b>					
	9.00	2.70	15%	1/16 del área	0.15	15%

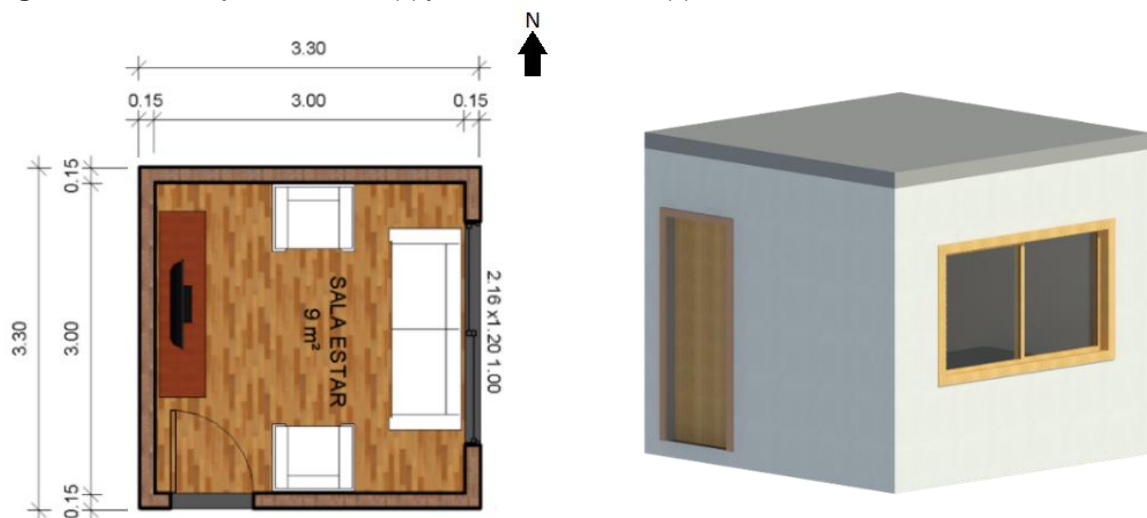
**Fuente:** El autor con base en ABNT (2013) Y FOZ DE IGUAZÚ (1991).

Como se observa en la Tabla 8, de acuerdo al reglamento la altura mínima o pie derecho de un ambiente en edificaciones residenciales destinados a cumplir la función de sala de estar es de 2.40 m, el área mínima no podrá ser menor a 8.00 m<sup>2</sup>; en relación a aberturas, el código de obras recomienda (Foz de Iguazú, 1991), que para iluminación es necesario 1/6 del área del piso mientras que la Norma Brasileira NBR 15220 (ABNT, 2005) recomienda utilizar entre 15 a 25% del área del piso.

Tomando como referencia, las recomendaciones anteriormente citadas, para la determinación del modelo base, a usar para las simulaciones, fue establecido un ambiente con geometría regular de 3.00 x 3.00 m (Figura 25a, b), totalizando un área de 9.00 m<sup>2</sup>, con una luz libre de piso a techo de 2.70 metros. La altura del pie derecho normalmente llega a los 2.70 metros, teniendo en vista la construcción de pared utilizando la altura de los bloques cerámicos o de concreto, sin la necesidad de corte, y finalizando en la altura de la pared con una viga.

Mismo con la legislación analizada, haiga sido solamente para la ciudad de Foz de Iguazú, se observa que las dimensiones utilizadas en las demás ciudades son muy próximas a las establecidas para este análisis.



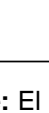
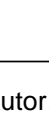
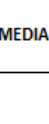
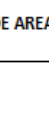
**Figura 25** - Planta baja modelo base (a) y 3D del modelo base (b).



**Fuente:** El autor.

Con respecto a las aberturas, fue necesario colocar ventanas de 2.75 m de ancho por 1.50 m de altura y 1.00 m de alfeizar; estas dimensiones, fueron establecidas teniendo en cuenta la media del porcentaje de abertura mínima de todos los cobogós levantados (Figura 26), ya que, para el cálculo de la iluminación natural, será colocado un determinado modelo de cobogó y este debe responder al área mínima de abertura para iluminación natural, según las normas estudiadas en el referencial teórico.

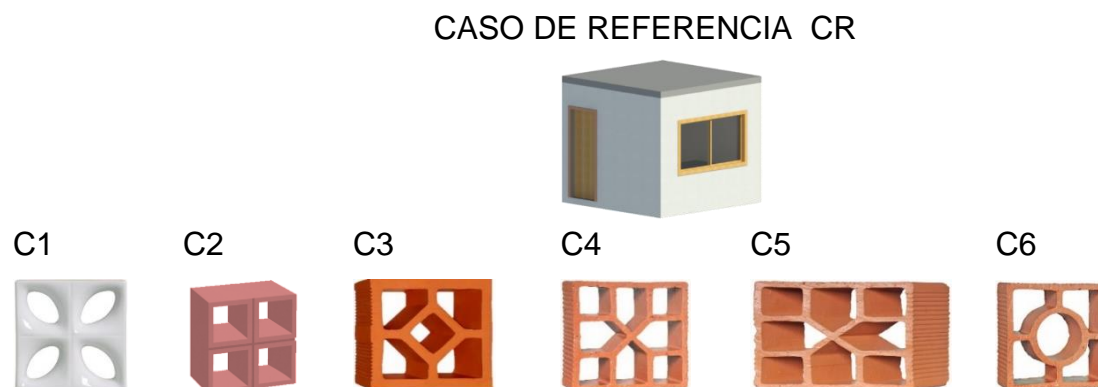
**Figura 26** – Dimensión necesaria de aberturas en cobogós C1, C2, C3, C4, C5 y C6, según norma NBR 15220.

NÚMERO DE COBOGÓ	CANTIDAD DE TIENDAS QUE ABASTECEN	MODELO MÁS VENDIDO	MATERIAL	DISEÑO	MEDIDAS COMERCIALES			AREA DEL DEL ELEMENTO	AREA PERFORADA	MODULOS PARA ILUMINAR (NBR-15220) m <sup>2</sup>	AREA DEL PISO (m <sup>2</sup> )	CANTIDAD REQUERIDA PARA 9 (m <sup>2</sup> )	DIM. DE ABERT. (m)	MODULOS POR LADO
					LARGO	ANCHO	ESPELURA							
C1	3	Folha	cerámica esmaltada		0.25	0.245	0.075	0.060	0.018	8.3	9.00	75.00	1.5x 3.25	6x13
C2	2	Cuadrado	cerámica		0.24	0.24	0.1	0.058	0.031	4.8	9.00	44	1.5x 1.92	6x 8
C3	8	Diagonal	cerámica		0.18	0.18	0.09	0.032	0.018	8.33333	9.00	75	1.5x 2.16	8x 12
C4	6	Recto XIS	cerámica		0.18	0.18	0.068	0.0324	0.015	10	9.00	90	1.5x 1.62	8x 9
C5	15	Diagonal XIS	cerámica		0.25	0.18	0.068	0.045	0.03	5	9.00	45	1.5x1.44	6x 8
C6	1	cuadrado redondo	cerámica		0.18	0.18	0.09	0.0324	0.016	9.4	9.00	85	1.5x 1.98	8x 11
<b>MEDIA DE AREA PERFORADA</b>									<b>0.021333</b>	<b>7.0</b>	<b>9.00</b>	<b>63</b>	<b>1.5x 2.75</b>	<b>6x11</b>

**Fuente:** El autor.

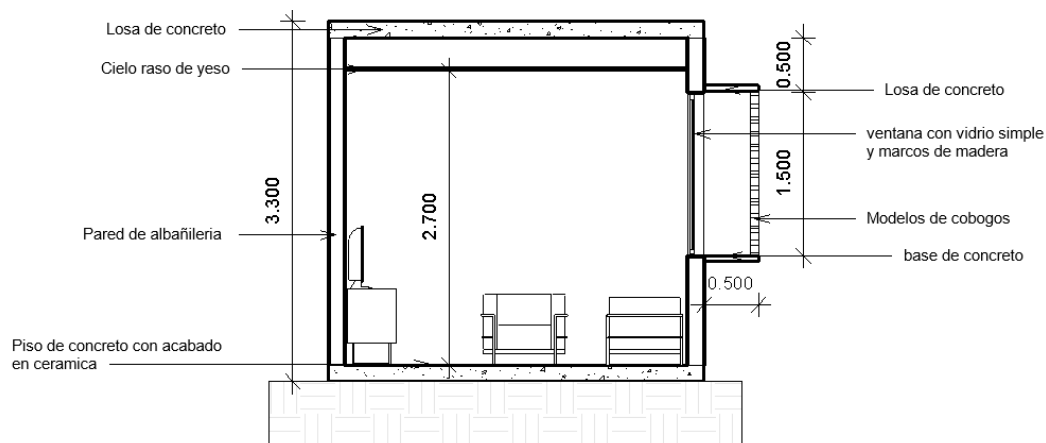
De esta manera, tal como se visualiza en la Figura 27 a y b fueron realizadas con las características y o parámetros antes mencionadas, 1 ambiente de referencia (CR) compuesto por una ventana con vidrio, expuesta directamente a ambientes físicos externos y seis tipos de cobogós (C1, C2, C3, C4, C5, C6), compuestas cada una por una ventana con vidrio, pero protegida a 50 centímetros con un tipo de modelo de cobogó. La distancia de los 50 centímetros, fue considerada así, para aspectos de limpieza y mantenimiento de los cobogós.

**Figura 27-** a: Modelo tridimensional de los casos a analizar.



**Fuente:** El autor.

**b:** - Corte del ambiente a simular



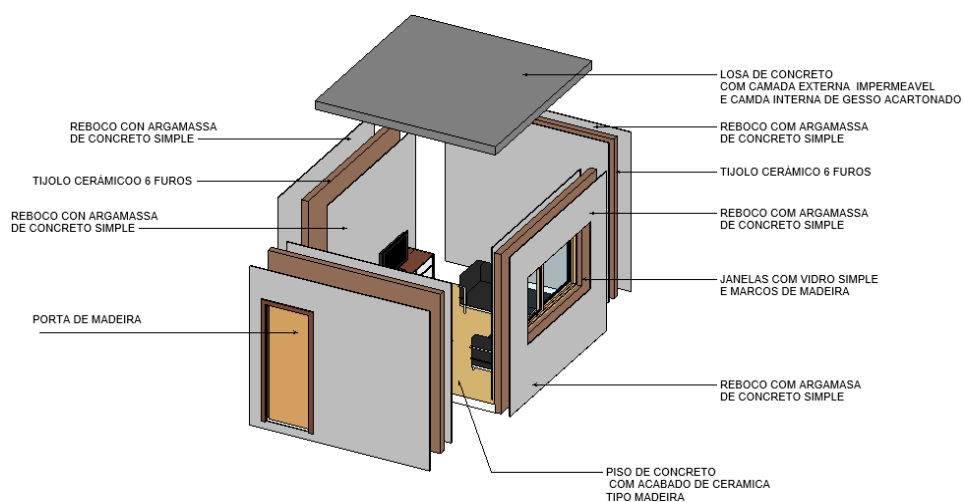
**Fuente:** El autor.

Es de importancia resaltar que el diseño tridimensional de los modelos tanto para el de referencia (CR), como aquellos con su respectivo cobogó (C1, C2, C3, C4, C5, C6), fueron elaborados en el Programa *Revit Architecture v 2017*, un software de diseño BIM (*Building Information Modeling*), destinado a la generación de modelos tridimensionales que se caracteriza por su manejo intuitivo y logra exportar archivos compatibles con el Programa Dialux Evo.

#### 4.5 DETERMINACIÓN DE LA ENVOLVENTE OPACA DEL MODELO

Para componer la envolvente opaca de los modelos a simular, se optó por seleccionar, el sistema constructivo convencional (Figura 28), por considerarse éste, muy utilizado en edificaciones de interés social y en las habitaciones de la ciudad de Foz de Iguazú - PR. Con respecto a los cambios térmicos en contacto con el suelo, este no fue considerado; así como no fue considerada, la existencia de una cobertura convencional con tejado y si, una losa de concreto impermeabilizada pues para este tipo de simulaciones, es recomendable analizar dicha solución, en condiciones más críticas, pues no se pretendía analizar la influencia del tejado en condiciones de confort térmico.

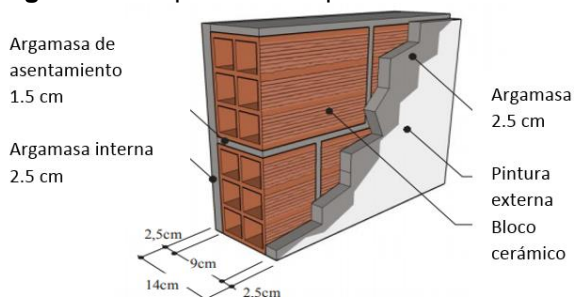
**Figura 28** – Sistema constructivo convencional (Caso 01)



**Fuente:** El autor.

El sistema constructivo convencional adoptado, está compuesto por paredes de ladrillo perforados (Figura 29 y Tabla 9), losas macizas tanto para coberturas (Figura 30 y Tabla 10) como para pisos (Figura 31 y Tabla 11).

**Figura 29-** Composición de la pared de albañilería.



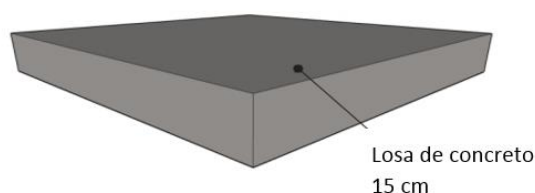
**Fuente:** NBR 15220 (ABNT,2005).

**Tabla 9-** Propiedades térmicas de los materiales.

CONSTITUCION	ESPELURA (m)	CONDUCTIV. TERMICA (W/M.C)	DENSIDAD EQUIVALENTE (KG /M3)	CALOR ESPECIFICO (KJ /KG.K)	RESISTENCIA TERMICA (M2 /K.W)	ABSORTANCIA
Reboco de argamasa de cemento	0.025	1.30	2800	1.00	0.022	0.3
Ladrillo cerámico 6 perforaciones	0.09	0.9	2290	0.92	0.39	0.725
Camara de aire	0.025	-	-	-	0.18	-
Reboco de argamasa de cemento	0.025	1.30	2800	1.00	0.022	0.3

**Fuente:** NBR 15220(ABNT, 2005),SACHT (2012).

**Figura 30-** Composición de la losa de concreto.



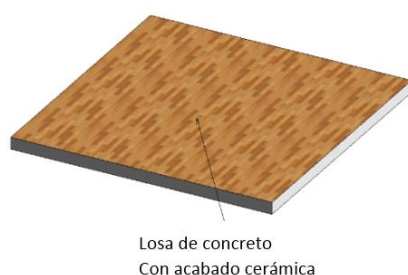
**Fuente:** El autor.

**Tabla 10-** Propiedades térmicas de los materiales para losas.

CONSTITUCION	ESPELURA (m)	CONDUCTIV. TERMICA (W/M.C)	DENSIDAD EQUIVALENTE (KG /M3)	CALOR ESPECIFICO (KJ /KG.K)	RESISTENCIA TERMICA (M2 /K.W)
Losa maciza de concreto	0.15	0.80	1200	0.92	0.53

**Fuente:** NBR 15220 (ABNT, 2005), SACHT (2012).

**Figura 31-** Composición de materiales para piso.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 11-** Materiales y propiedades térmicas para pisos.

CONSTITUCION	ESPELURA (m)	CONDUCTIV. TERMICA (W/M.C)	DENSIDAD EQUIVALENTE (KG /M3)	CALOR ESPECIFICO (KJ /KG.K)	RESISTENCIA TERMICA (M2 /K.W)	ABSORTANCIA
Piso cerámico	0.02	0.90	1600	0.92	0.011	0.6
Laje Maciza de concreto	0.13	0.8	1200	0.18	0.53	-

**Fuente:** NBR 15220 (ABNT, 2005).

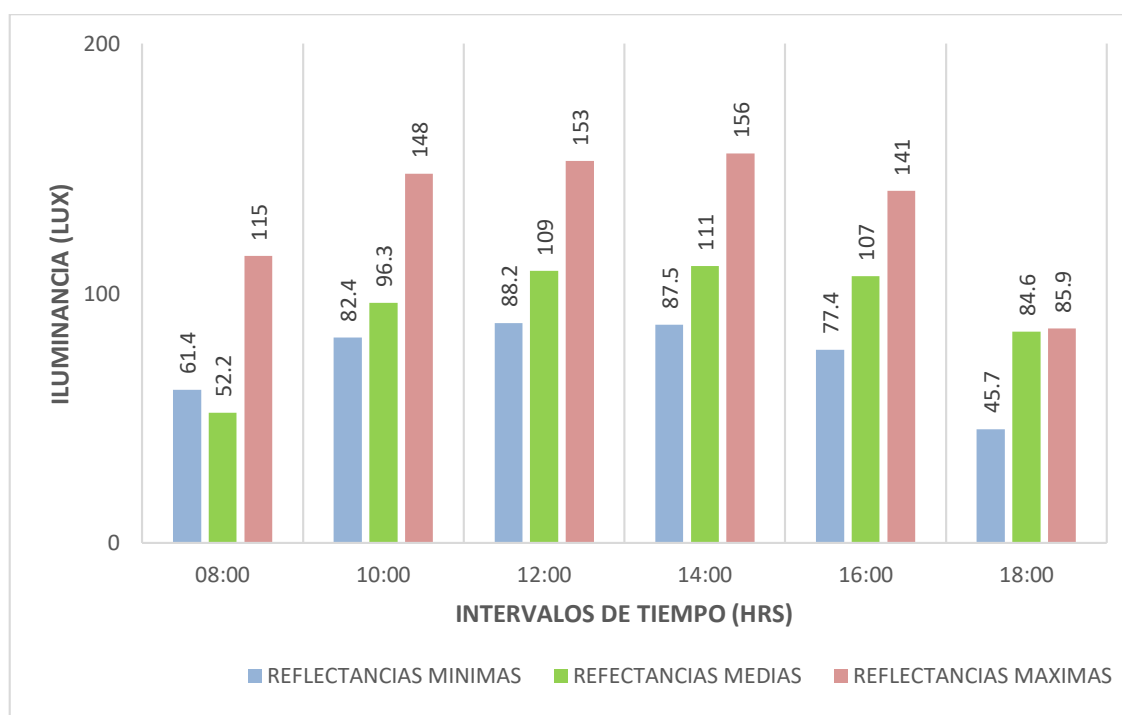
Con respecto a la reflectancia de los materiales, estas estuvieron basadas en la literatura estudiada, básicamente estuvieron definidas a través de recomendaciones dadas por la NBR 8995 (ABNT, 2013) que indica la utilización para techos con colores de reflectancia de 60% a 90%. Para paredes se recomienda usar colores de 30% a 80%, mientras que para pisos recomienda usar colores de 10% a

60%; así como también autores como Rivero (1986), Mascaró (1991), Dornelles (2008), quienes basados en sus investigaciones, recomiendan la utilización de colores claros, con tonalidades que se acerquen a la gama de los blancos puros, pues estos presentan mejor reflectancia y por consiguiente distribuyen mejor la iluminación y sumando a esto, el hecho de que normalmente para habitación de interés social, son utilizadas colores más claras.

En tal sentido, se realizó un análisis computacional con el programa Dialux Evo, evaluando las reflectancias mínimas, medias y máximas permitidas por la norma NBR 8995 (ABNT, 2013). Para tal efecto se utilizó el modelo de ambiente tipo C2, para la ciudad de Foz de Iguazú en el solsticio de verano, con orientación al norte.

De este análisis tal como se visualiza en la Figura 32, se concluye que quienes presentan mejores resultados son los ambientes con reflectancia máximas ya que estas son aquellas que están ligadas a la utilización de colores claros en una gama de blancos puros.

**Figura 32** – Análisis de reflectancia según NBR 8995.



**Fuente:** El autor

Es así que fueron definidos los porcentajes de reflectancia de las superficies tanto internas como externas usando la reflectancia máxima de los intervalos antes mencionados en la norma NBR 8995, presentadas en la Tabla 12 y tomando como referencia colores dispuestos en el banco de datos del programa Dialux Evo 7.1.

**Tabla 12-** Reflectancia de superficies internas y externas.

MATERIALES	REFLECTANCIAS ADOPTADAS
Piso (roble claro)	60%
Techo (blanco)	90%
Paredes (Blanco)	80%
Cobogós (blanco)	80%

**Fuente:** El autor basado en NBR 8995 (ABNT, 2013).

#### 4.6 CLIMAS PARA SIMULACIONES COMPUTACIONALES

El Brasil, según la Norma Brasileira NBR 15220 (NBR, 2005), cuenta con ocho zonas bioclimáticas. Dichas zonas están distribuidas a lo largo del territorio brasileiro; y, por consiguiente, para la evaluación de desempeño lumínico en edificaciones, cada una de ellas necesita recomendaciones, directrices constructivas y estrategias de condicionamiento pasivo, que permitan una buena optimización en cuestiones de iluminación natural.

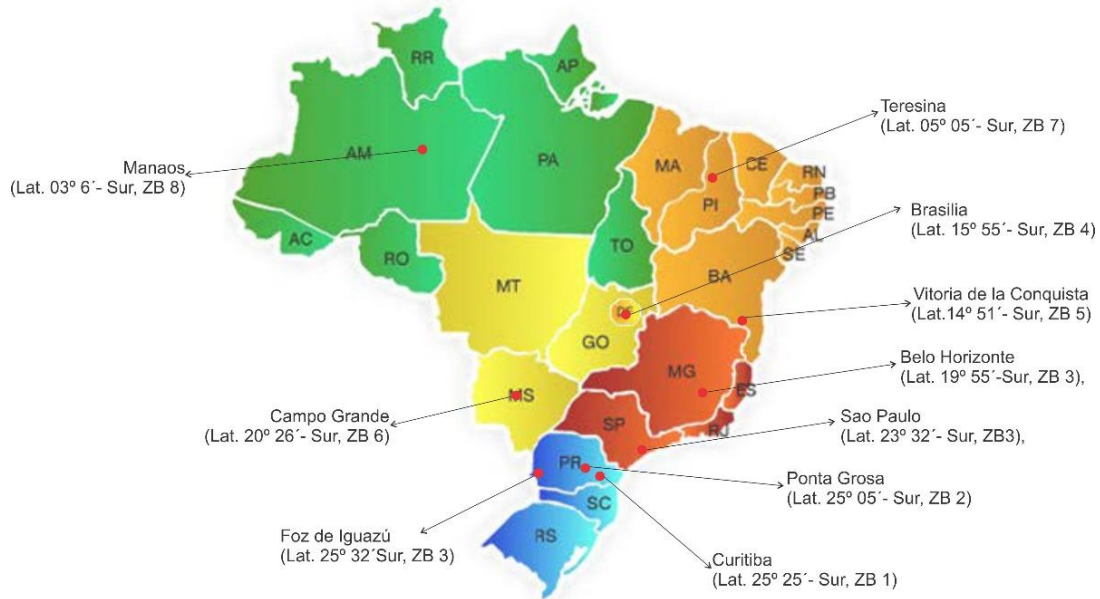
En este sentido, para analizar el comportamiento de la luz natural, se establecieron diez ciudades con diferentes latitudes y diferentes Zonas Bioclimáticas (ZB), teniendo como premisa de que cada Zona Bioclimática puede ser caracterizada con diferentes condiciones de clima, cielo, etc.

Las ciudades seleccionadas comprenden diferentes latitudes y fueron, (Figura 33): Curitiba (25° 25' - Sur, ZB 1), Ponta Grossa (25° 05' - Sur, ZB 2), Foz de Iguazú (25° 32' Sur, ZB 3), São Paulo (23° 32' - Sur, ZB 3), Belo Horizonte (19° 55' - Sur, ZB 3), Brasilia (15° 55' - Sur, ZB 4), Vitoria de la Conquista (14° 51' - Sur, ZB 5), Campo Grande (20° 26' - Sur, ZB 6), Teresina (05° 05' - Sur, ZB 7), Manaus (03° 6' - Sur, ZB 8), con la finalidad de abarcar diferentes tipos de clima y latitudes, además de importantes ciudades.

Además, tal como se presenta en la Figura 33, en la zona bioclimática N° 3, fueron escogidas 3 ciudades: Foz de Iguazú, por ser esta la ciudad de desenvolvimiento de la tesis, Belo Horizonte, porque esta tesis forma parte de los resultados de un proyecto de investigación denominado: “Produção de elementos vazados com a incorporação de resíduos: desenvolvimento de mico concretos e desempenho de iluminação Natural e ventilação; financiada por la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, en colaboración con la

profesora Dra. Sofia Araujo Lima Bessa, y por ultimo São Paulo, por ser esta una ciudad importante y con gran demanda de venta de este tipo de elementos constructivos.

**Figura 33-** Ciudades seleccionadas para análisis de iluminación natural.



**Fuente:** El autor.

#### 4.7 PERFIL DE OCUPACIÓN Y OTROS PARÁMETROS

El horario determinado, para la ejecución de las simulaciones computacionales, tomará en cuenta para realizar los cálculos de valores de luz natural, esto depende de la latitud que va a determinar los horarios de nacimiento del sol y poniente del sol de cada ciudad.

En esta investigación para todos los modelos y latitudes fueron simuladas las orientaciones Norte, Sur, Este, Oeste. Con respecto a los periodos simulados, los días definidos para simulación fueron solsticio de verano y solsticio de invierno, obedeciendo las indicaciones de la NBR 15215- 4 (ABNT, 2005), establece tomar como horarios de simulación un día después del solsticio de verano (21 de diciembre +1 día = 22 de diciembre) y un día después del solsticio de invierno (21 de junio +1 día = 22 de junio).

De esta manera, fue considerada, para el análisis de la radiación solar incidente, el intervalo de 8:00 de la mañana hasta las 18:00 horas, en el solsticio de verano y de 8:00 la mañana hasta las 16:00 horas, en el solsticio de invierno. Definidos los días de simulación, según la NBR 15525-4 (ABNT, 2005), establece que los horarios computados serán de dos en dos horas; en consecuencia, los horarios de simulación fueron 8:00 h, 10:00 h, 12:00 h, 14:00 h, 16:00 h y 18:00 h.

#### 4.8 ILUMINACIA Y UNIFORMIDADES DE LOS MODELOS A SIMULAR

Según Reinhart et al (2006), la iluminancia del proyecto es la exigencia mínima del nivel de iluminancia otorgada apenas por luz natural, en ese sentido las normas NBR 8995 (ABNT, 2013), NBR 15575 (ABNT, 2005), y el RTQ – R (IMMETRO, 2012), establecen que la iluminancia deseada debe ser mayor de 60 lux, siendo esto suficiente de acuerdo con la actividad a ser desempeñada en el local durante el día. Por otra parte, la NBR 15575 (ABNT,2013), establece que el nivel de iluminancia deseada para ambientes destinados a ser sala de estar como es el caso de este análisis de 100 lux; en ese sentido en esta investigación tomara como iluminancia deseada para el ambiente sala estar de 100 lux.

Con respecto a la uniformidad, esta es un factor esencial en la evaluación de las condiciones del nivel de iluminancia del proyecto, ya que, si este parámetro no es tomado en cuenta, puede causar ofuscamiento en el ambiente interno. En ese sentido y basados en la norma NBR ISO/CIE 8995 – 1 (ABNT, 2013), se establece que la uniformidad debe ser igual o mayor que 0.7, en todos los puntos del ambiente evaluado.

Sigue abajo un resumen (Tabla 13) de las variable y parámetros utilizados para realizar la simulación computacional con el objetivo de realizar un análisis comparativo entre un ambiente (sala de estar) con la ventana expuesta a ambientes físicos y un ambiente compuesto por protectores solares como es el caso de los modelos de cobogó antes mencionados. Cada uno de estos parámetros, fueron tomados y están en concordancia, con todas y cada una de las normas estudiadas y citadas en los capítulos anteriores.

**Tabla 13-** Resumen de parámetros y variables adoptadas.

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	PARÁMETROS ADOPTADOS SEGÚN NORMAS DE ILUMINACIÓN NATURAL
Tipo de ambiente	Sala de Estar
Área mínima	9.00 m <sup>2</sup> (Según código de obras)
Pie derecho mínimo	2.70 (Según código de obras)
Área mínima para iluminación	15% (Según NBR 15220)
Espesura de paredes	0.15 m (Según código de obras)
Reflectancias (Según NBR 8995)	Techo: 90%
	Paredes: 80%
	Pisos. 60%
Transmitancia Vidrio simple 6 mm	85% (Según NBR 15220)
Programa para diseño 3D	<i>Revit Architecture</i> versión 2017
Programa para simulación de iluminación	Dialux Evo versión 7.1

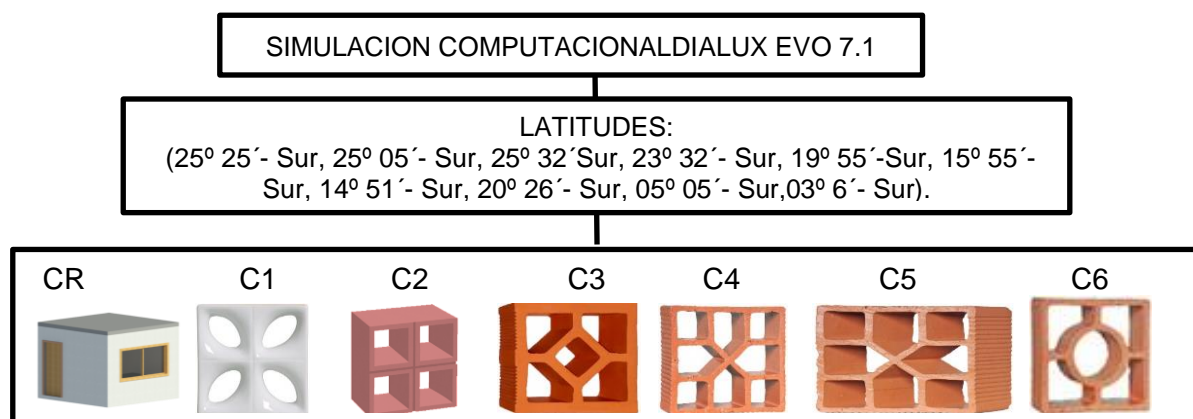
Tipo de análisis	Iluminación Natural por sistema estático
Condiciones de Cielo (Según NBR 15215-4)	Solsticio de Verano +1 día = 22/12/2018 Solsticio de Invierno +1 día = 22/06/2018
Iluminancia requerida	100 lux
Horario de Ocupación (Según NBR 15215-4)	Invierno de 8:00 a 16:00 horas Verano de 8:00 a 18:00 horas
Intervalo de tiempo para simulación	De 2 en 2 horas (Según NBR 15215-4)
Latitudes	10 latitudes: (25° 25' - Sur, 25° 05' - Sur, 25° 32' Sur, 23° 32' - Sur, 19° 55' - Sur, 15° 55' - Sur, 14° 51' - Sur, 20° 26' - Sur, 05° 05' - Sur, 03° 6' - Sur).
Orientaciones	Norte, Sur, Este y Oeste
Altura del plano de trabajo	0.75 cm (Según NBR 15220)
Reproducción del color	80% (Según NBR 15215-4)
Tipo de calculo	Solo luz diurna (Según NBR 15215-4)
Tipo de cielo	Cielo Despejado (Según NBR 15215-4)

**Fuente:** El autor.

## 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo, son presentados los resultados obtenidos del análisis del nivel de iluminancia del ambiente interno (sala estar). Estos resultados fueron obtenidos por medio del método de simulación computacional, realizados en concordancia con todas las condiciones, variables y parámetros definidos y analizados anteriormente (Cuadro 1). Para tal efecto serán analizados (Figura 34) todos y cada uno de los modelos (CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6) para las 10 ciudades cada una con sus latitudes correspondientes y que fueron establecidas anteriormente.

**Figura 34-** Fluxograma de simulaciones realizadas para calificación.



**Fuente:** El autor.

Los resultados obtenidos serán presentados en forma de gráficos de barras y/o tablas, conteniendo las iluminancias, así como las fechas, horarios, nivel de iluminancia media y tipos de modelos analizados.

## 5.1 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA FOZ DE IGUAZU (lat. 25° 32´Sur, ZB 3)

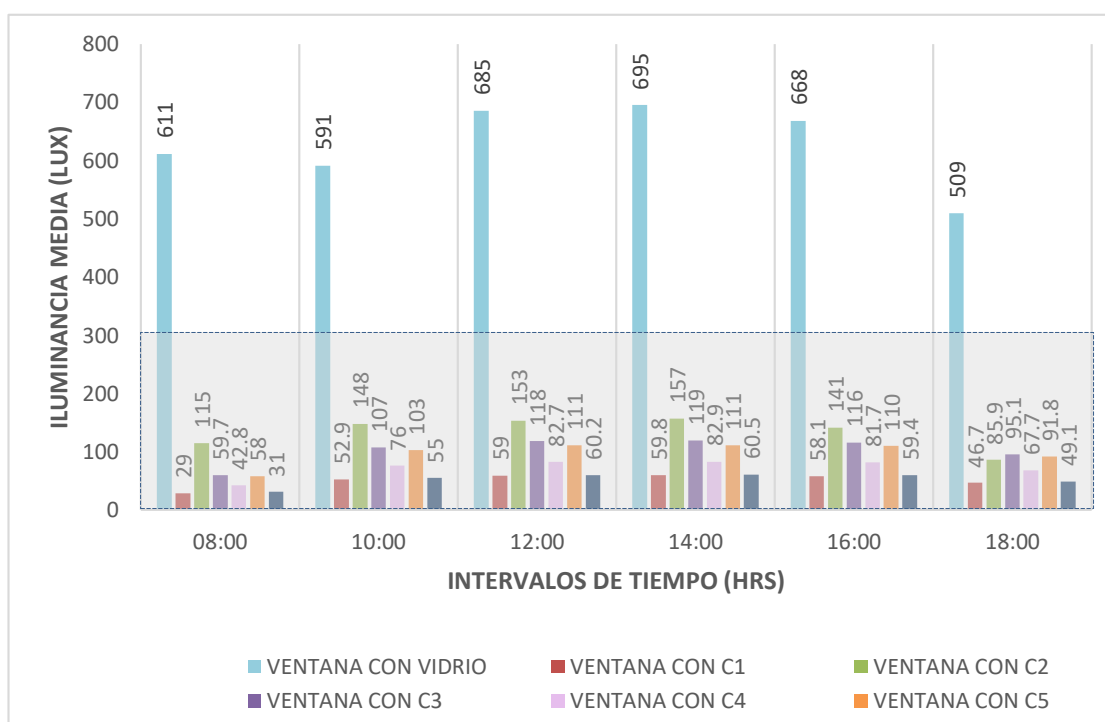
### 5.1.1 Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018

#### 5.1.1.1 Orientación Norte

Para el solsticio de verano en la orientación norte, la Figura 35 ilustra que el caso de referencia (CR), presenta niveles de iluminancia superiores al de lo deseado en todos los horarios analizados, sin embargo el cobogó (C2), presenta un desempeño favorable en todos los horarios (8:00 a 18:00), ya los cobogós (C3 y C5), presentan niveles de iluminancia adecuados a partir de las 10:00 horas hasta las 16:00 teniendo un especial cuidado a las 8:00 y 18:00 horas ya que presenta niveles de iluminancia muy por debajo de lo deseado.

Por otra parte, los cobogós (C1, C4 y C6), presenta niveles de iluminancia muy por debajo de los niveles deseados convirtiendo estos en los no recomendables para la orientación norte en Foz de Iguazú.

**Figura 35-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor.

La tabla 14 resume y concretiza lo antes mencionado, pero de una manera más detallada, manifestando en cada horario que tipo de modelo analizado es el que mejor iluminación presenta teniendo como nivel medio de iluminación adecuado el de 100 lux.

**Tabla 14-** Resumen de la iluminación de los modelos analizados – Orientación Norte

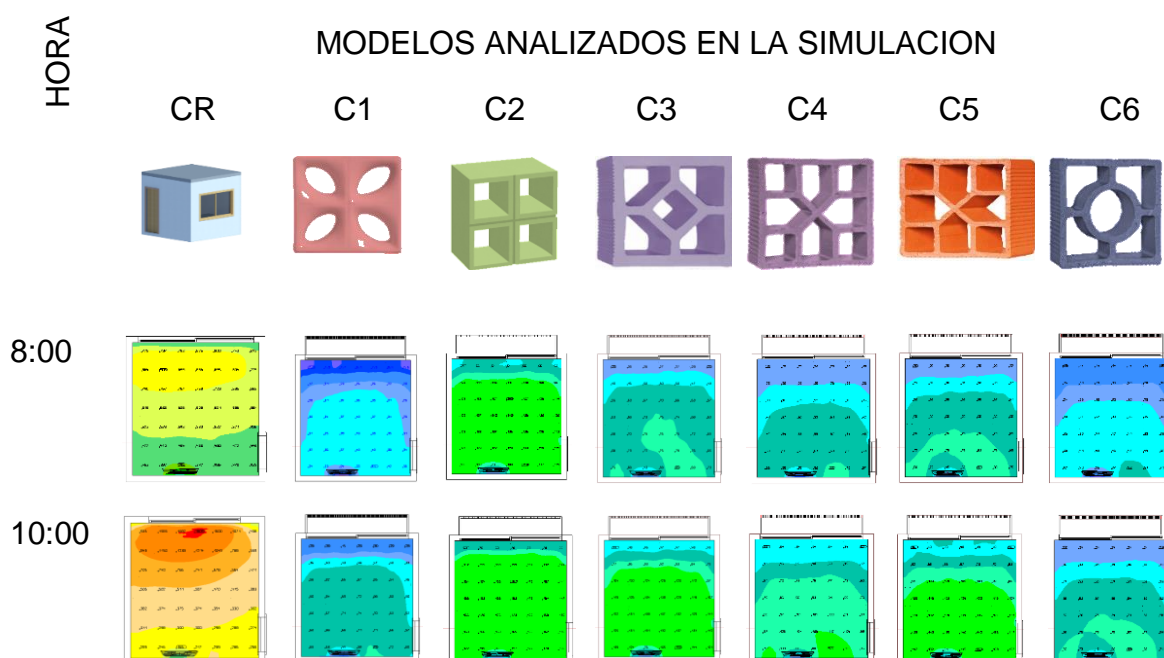
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖

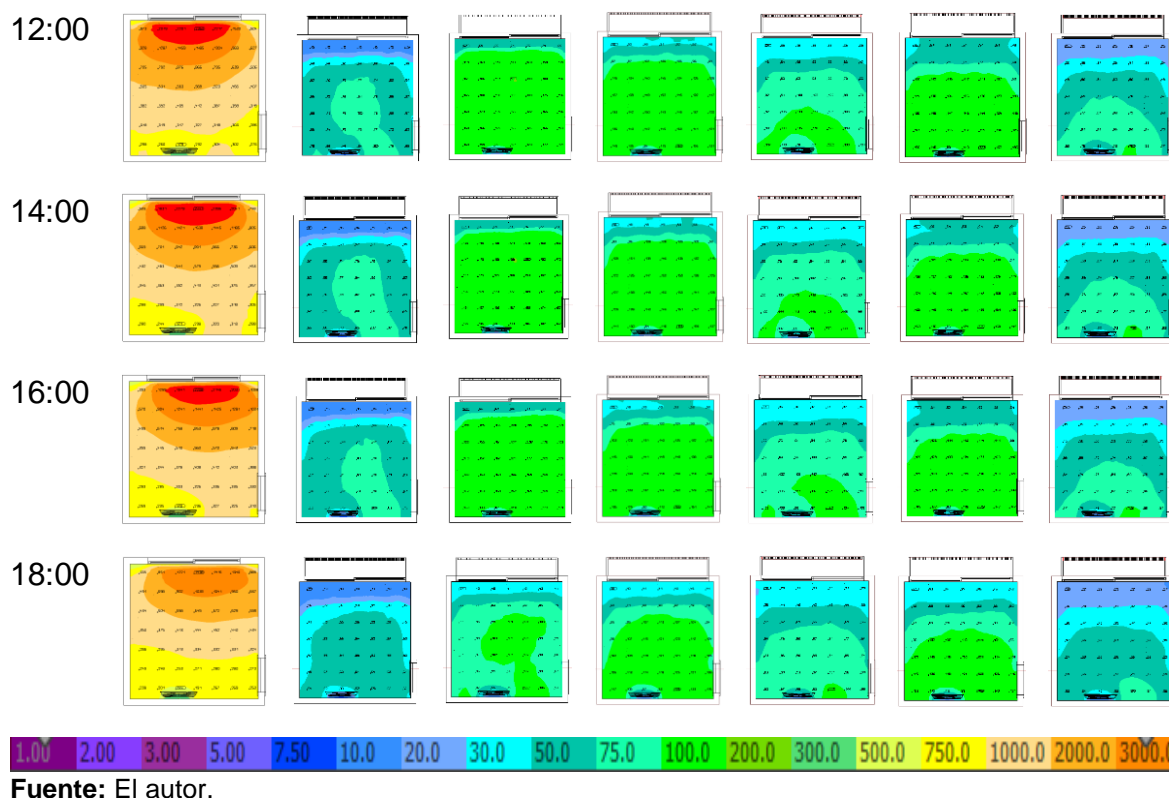
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 36 es un resumen utilizando la técnica de colores. Estas representan la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminación en el ambiente interno en el solsticio de verano, en la orientación norte. De esta forma, en esta orientación, se recomienda que, por la latitud del local analizado y la trayectoria solar, ocurre una incidencia de radiación más constante, a lo largo de todos los horarios analizados.

**Figura 36-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.





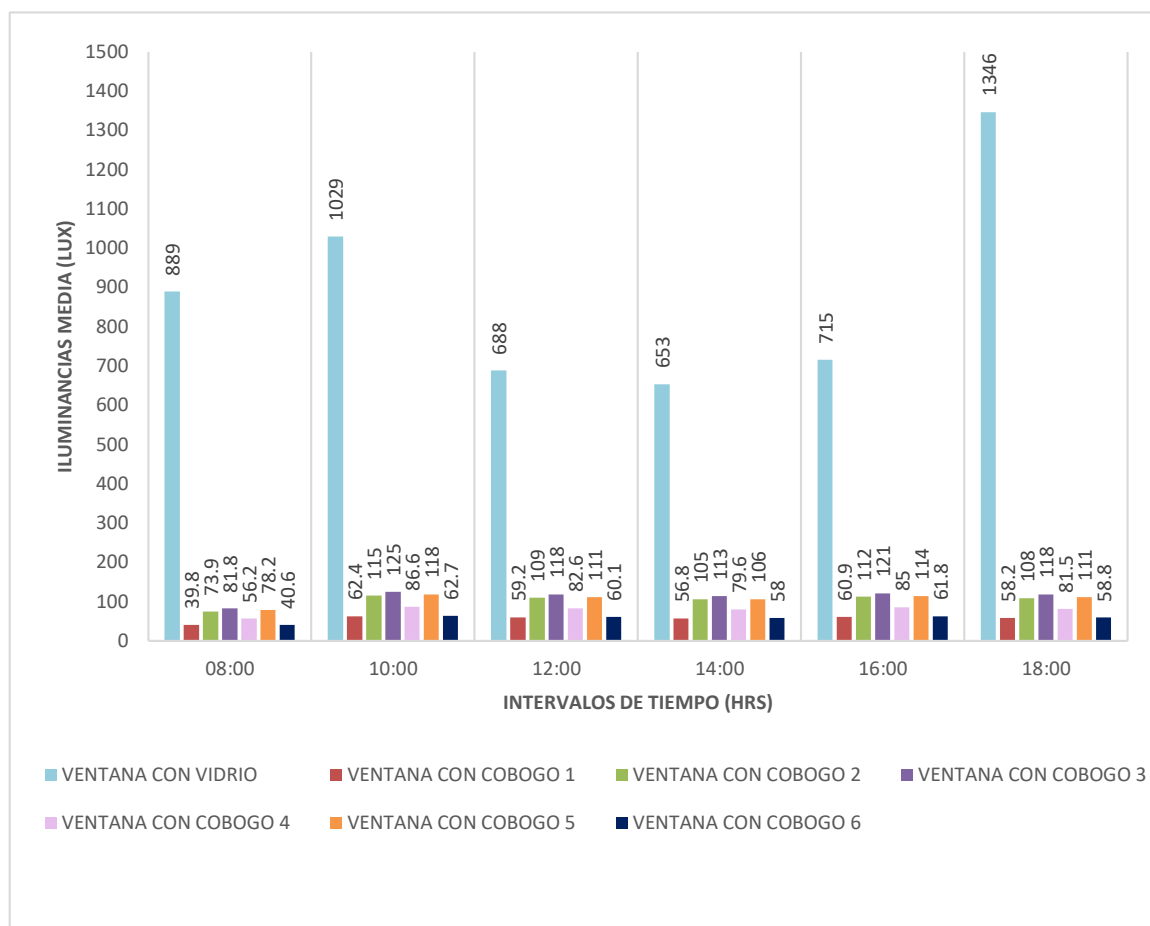
Fuente: El autor.

En consecuencia, en la ciudad de Foz de Iguazú, si una abertura de un ambiente (sala estar), está ubicada al norte es recomendable usar el modelo de cobogó (C2), seguido del cobogó C3 y C5 pues estos modelos cumplen con los niveles medios de iluminancia requeridos para una sala estar.

#### 5.1.1.2 Orientación Sur

Con respecto a la orientación sur, como se visualiza en la Figura 37 el caso de referencia (CR), presenta en los horarios simulados, medias de iluminancia superiores a las medias establecidas por norma. Estas iluminancias en todos los horarios pueden provocar ofuscamiento.

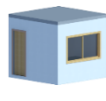

Observando las medias (lux) generadas por los ambientes con la utilización de cobogós, los modelos C2, C3, C5, presentan iluminancias favorables a partir de las 10: 00 de la mañana; sin embargo, los casos C1, C4 y C6, presentan iluminancias medias muy por debajo de las recomendadas para una buena iluminación natural. Esto se debe a que en la orientación sur y por la altitud analizada, además de ser observada en las cartas solares, que la incidencia de radiación, siempre es menor en comparación con las otras orientaciones.

**Figura 37-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.

**Fuente:** El autor.

De la misma forma, la Tabla 15 presenta un resumen detallado de todos los horarios analizados, y cual o cuales de los modelos analizados presenta mejores resultados con respecto al aprovechamiento de luz natural.

**Tabla 15-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur

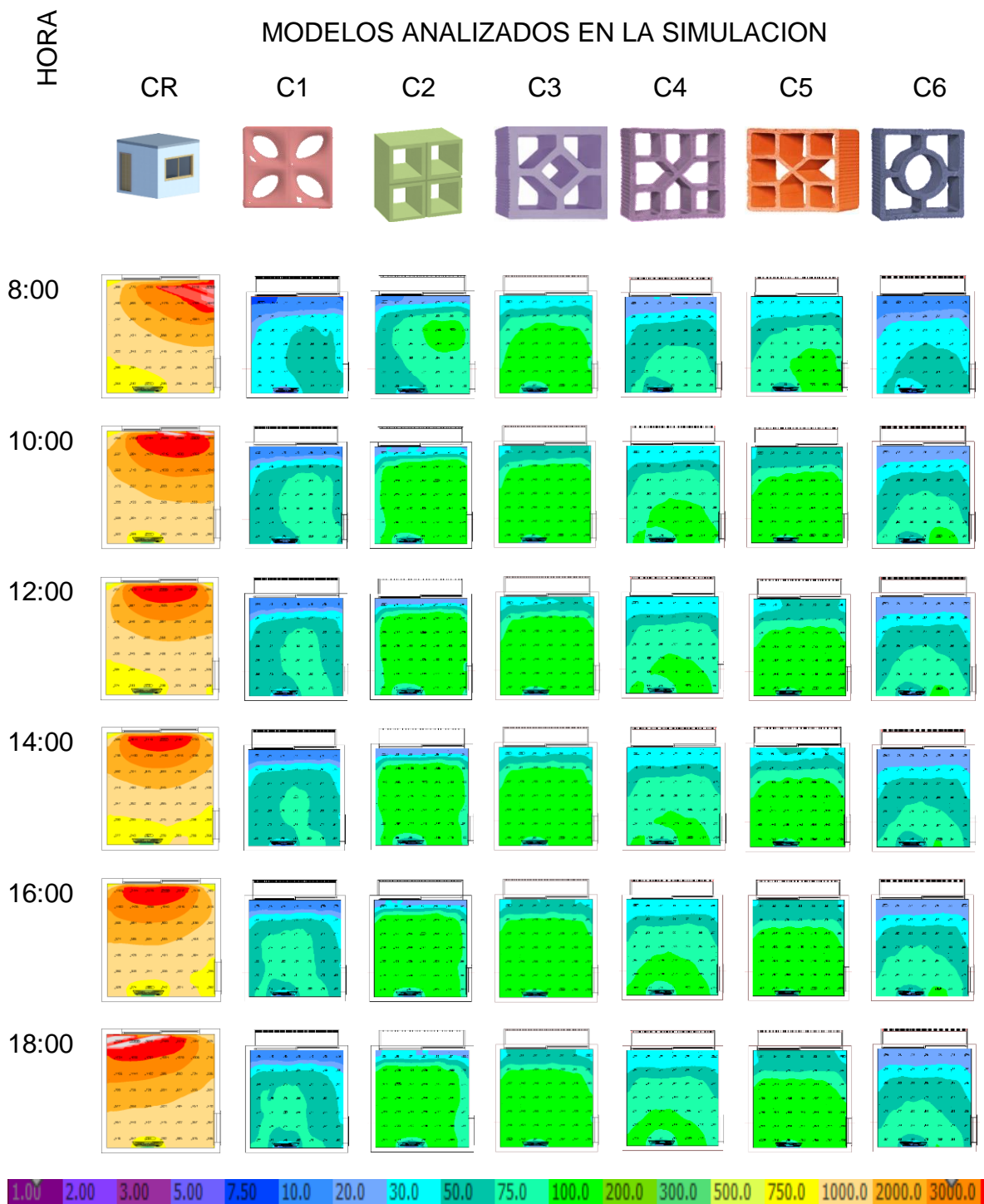
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 38 da a conocer, un resumen (utilizando la técnica de colores) de la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno en el solsticio de verano, en la orientación sur. Los modelos C2, C3 y C5, presentan una uniformidad constante de iluminación natural, distribuida adecuadamente en el ambiente analizado y durante los horarios de 10:00 a 18:00 horas. Mientras que los demás modelos CR, C1, C4, C6, analizados presentan una distribución de luz dispersa, haciendo que las zonas más próximas a las aberturas tengan niveles de iluminancia elevados y/o por debajo de lo requerido provocando de esta forma malestar en el usuario por ofuscamiento o falta de luz.

**Figura 38-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.



Fuente: El autor.

### 5.1.1.3 Orientación Este

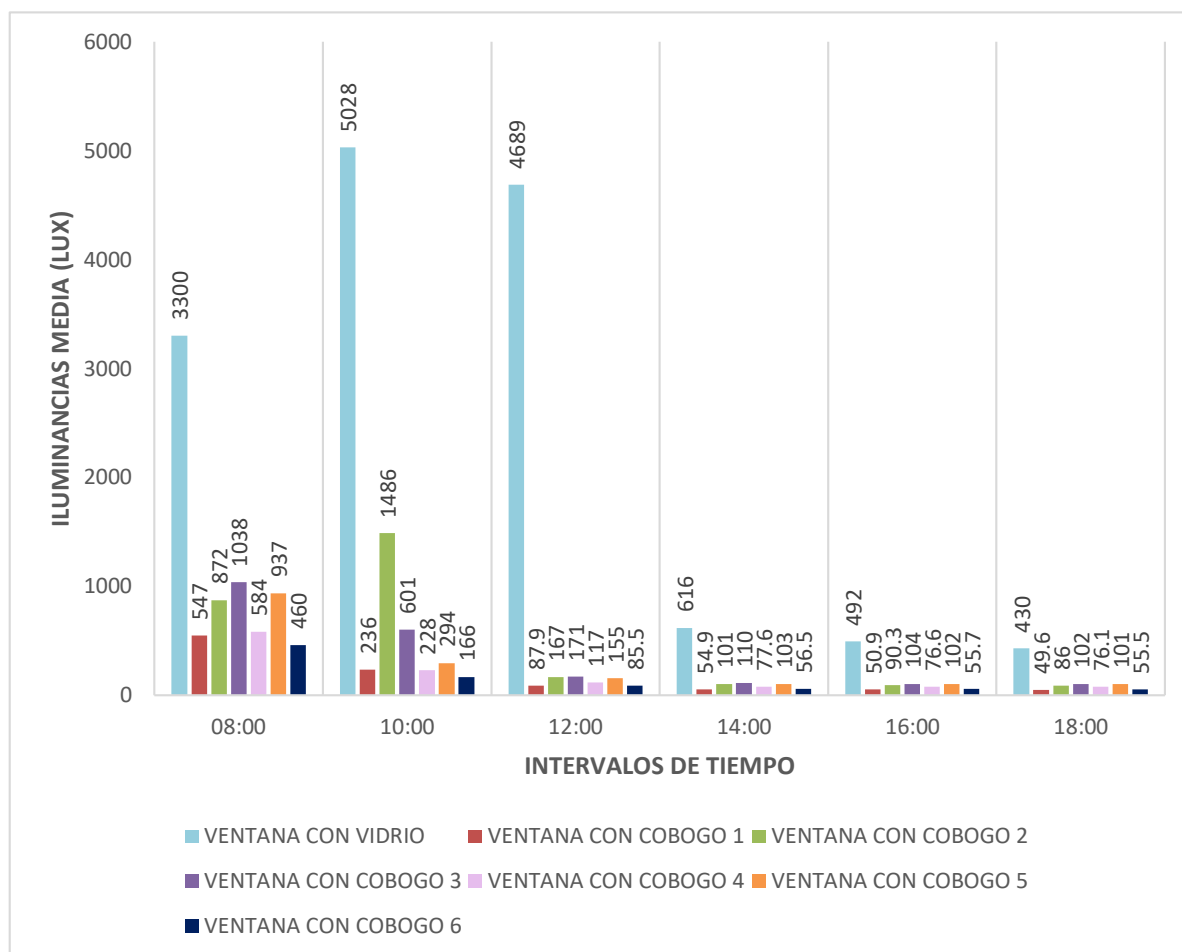
Al analizar la Figura 39, se observa que, en la orientación este, el caso de referencia CR, presenta niveles de iluminancia muy por encima de lo recomendado, especialmente en horarios de 8:00 de la mañana a 12: 00 del mediodía, después de ese horario, las iluminancias disminuyen notablemente.

Ya los modelos con la utilización de cobogós, el caso C1 presenta a las 8:00 de la mañana niveles de iluminancia superiores a lo recomendado, ya a las 10:00 horas presenta un adecuado nivel de iluminancia, pero sin embargo a partir de las 12: 00 a las 18:00 horas los niveles de iluminancia son muy por debajo de lo recomendado por norma.

El caso C2 de 8:00 a 10:00 horas presenta niveles de iluminancia muy elevado, pero de 12:00 a 14:00 el nivel de iluminancia es adecuado, ya en el periodo de la tarde (16:00 a 18:00 horas), presenta niveles de iluminancia inferiores a los encomendados por norma. De la misma manera ocurre con el caso C4 que presentan iluminancias elevadas en el periodo de las 8:00 horas, ya en el periodo de las 10:00 a las 12:00 horas el nivel de iluminancia es adecuado, pero que lamentablemente de 14: 00 a 18:00 como se puede observar en la figura, va disminuyendo considerablemente hasta llegar a niveles muy por debajo de lo requerido.

Al analizar los casos C3 y C5, estos presentan elevados niveles de iluminancia de 8:00 a 10:00 de la mañana, por lo que es necesario en este horario de tener cuidado con el ofuscamiento, sin embargo, a partir de las 12:00 horas en adelante los niveles de iluminancia son adecuados y están acorde con lo establecido por las normas consultadas.

Este tipo de análisis puede corroborarse de manera más detallada en la tabla 16 pues aquí se presenta un resumen detallado de todos los horarios analizados, y cual o cuales de los modelos analizados presenta mejores resultados con respecto al aprovechamiento de luz natural.

**Figura 39-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.

**Fuente:** El autor.

**Tabla 16-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	●	●	●	●	●	●
10:00	●	✓	●	●	✓	✓	✓
12:00	●	❖	✓	✓	✓	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	❖	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	❖	✓	❖	✓	❖

● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

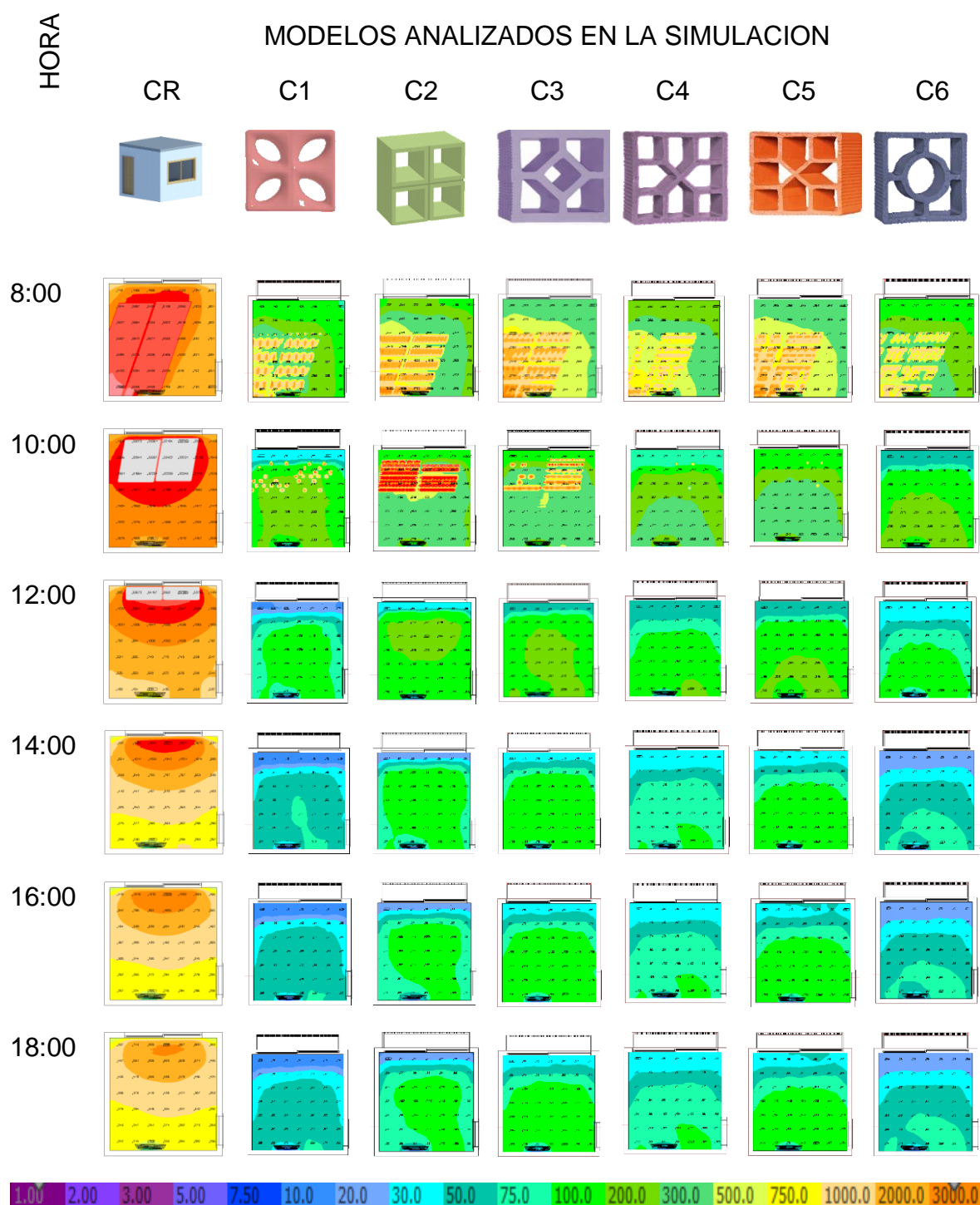
**Fuente:** El autor.

La Figura 40 es un resumen utilizando la técnica de colores. Estas representan la intensidad luminosa, la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno en el solsticio de verano, en la orientación este.

En consecuencia, en la orientación este, en la ciudad de Foz de Iguazú, es recomendable la utilización del modelo de cobogó C5, pues traerá consigo un buen nivel de luminancia y una buena uniformidad de luz natural en el ambiente. Además, como es sabido, en la orientación este, la radiación solar que recibe la fachada en el horario de la mañana, es casi perpendicular, en tal sentido la forma de cada cobogó va a influenciar en la calidad de iluminación natural.

Por tal motivo, como se puede visualizar en los resultados, el caso C5 presentó los niveles más adecuados, en comparación con los demás casos, esto a que su forma es rectangular, ya los demás son cuadradas.

**Figura 40-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.



Fuente: El autor.

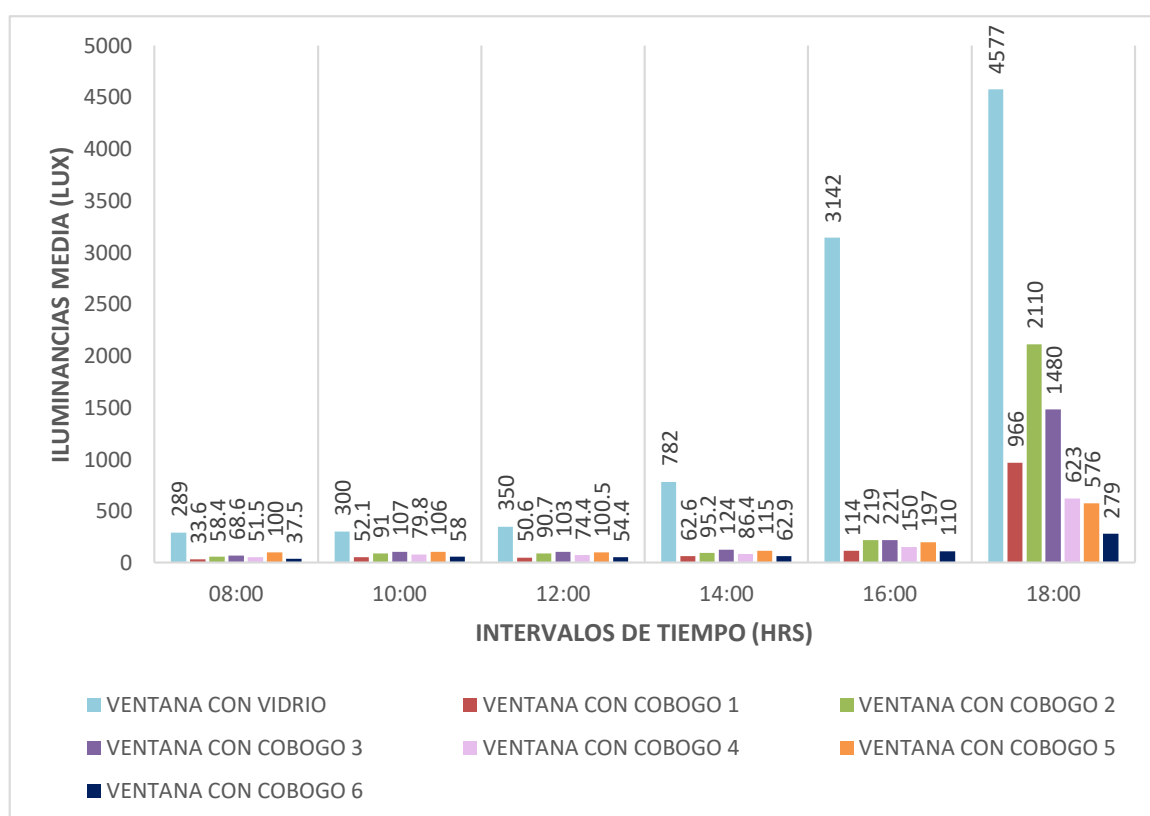
#### 5.1.1.4 Orientación Oeste

Con relación a la orientación Oeste, tal como lo demuestra la Figura 41y la tabla 17, el caso de referencia CR, presenta picos de 3,000 a 4,000 lux a partir de las 14:00 horas hasta las 18:00, mientras que antes de horario mencionado presenta niveles favorables de iluminancia.

Si analizamos los ambientes con cobogó, observamos que el caso C1, C2, C4 y C6, presenta niveles de iluminación inferiores a lo recomendado a partir de las 8:00 has las 14:00, otorgando en el ambiente una buena iluminación solo en el periodo de las 16:00 horas, pues en el periodo de las 18:00 presenta niveles de iluminancia muy por encima de lo establecido por norma.

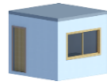



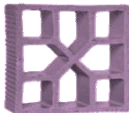


El caso C3, presenta niveles de iluminancia inferiores en el horario de las 8:00 de la mañana, ya a partir de las 10:00 hasta las 16:00 horas, otorga al ambiente, niveles de iluminancia adecuados, pero en el horario de las 18:00 horas el nivel de iluminación natural es muy superior a lo establecido en las normas recomendadas. Sim embargo el cobogó C5 es el que mejores resultados presenta en la orientación oeste pues sus niveles de iluminancia satisfacen a los establecidos por norma, solamente teniendo cuidado con el ofuscamiento a las 18:00 horas.

**Figura 41-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 17-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	✓	✖	✖	✖	✖	✓	✖
10:00	✓	✖	✖	✓	✖	✓	✖
12:00	✓	✖	✖	✓	✖	✓	✖
14:00	•	✖	✖	✓	✖	✓	✖
16:00	•	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18:00	•	•	•	•	•	✓	•

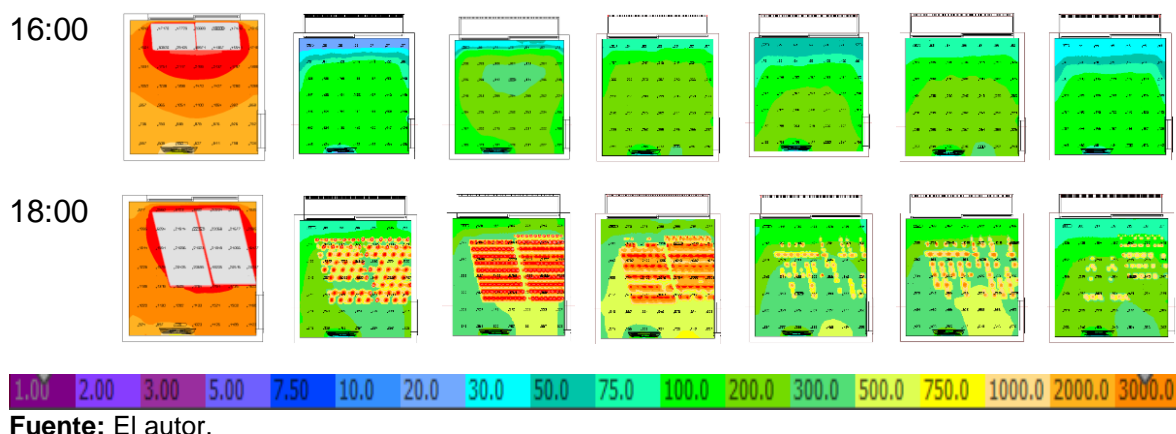
• Nivel superior al deseado    ✖ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 42 es un resumen utilizando la técnica de colores falsas. Estas representan la intensidad luminosa, la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno en el solsticio de verano, en la orientación oeste.

**Figura 42-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



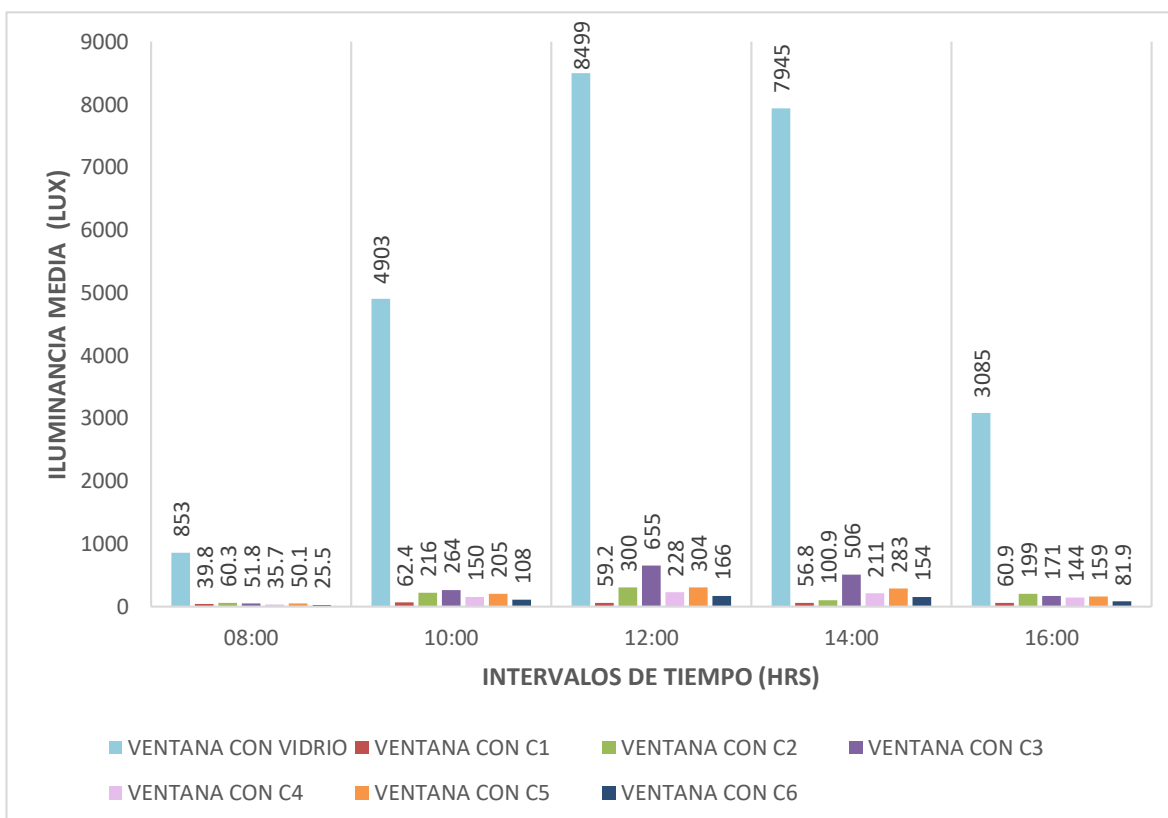


En consecuencia, en la ciudad de Foz de Iguazú, en la orientación oeste, es recomendable utilizar el tipo de cobogó C5, pues, este presenta adecuados niveles de iluminancia, acordes con lo establecido por las normas consultadas. De la misma forma, tal como se logró visualizar en la orientación este, en la orientación oeste también la incidencia solar es casi perpendicular en el horario de la tarde, es así que la forma del cobogó también influenciara en la calidad de iluminación natural, en tal sentido el caso C5 por ser de forma rectangular (diferente a los demás casos), obtuvo los mejores resultados en relación a los 100 lux.

## 5.1.2 Solsticio de Invierno + 1 día = 22/06/2018

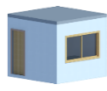






### 5.1.2.1 Orientación Norte

Con relación al solsticio de invierno, en la orientación norte, como se ilustra en la Figura 43 y Tabla 18 el caso de referencia CR, presenta en todos los horarios analizados niveles de iluminancia muy por encima de lo establecido por norma. En ese sentido y analizando los modelos con la utilización de cobogós, a las 8:00 horas, ninguno de ellos presenta niveles de iluminancia adecuados, a partir de las 10:00 horas el C2, C4, C5, presentan niveles adecuados de iluminación, mientras que los demás C1, C3 y, C6 presentan variaciones en el nivel de iluminancia como por ejemplo en el periodo de las 8:00 ninguno presenta niveles adecuados mientras que en la tarde presentan niveles elevados como es el caso del cobogó C1 y C3.

**Figura 43-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.

**Fuente:** El autor.

**Tabla 18-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte

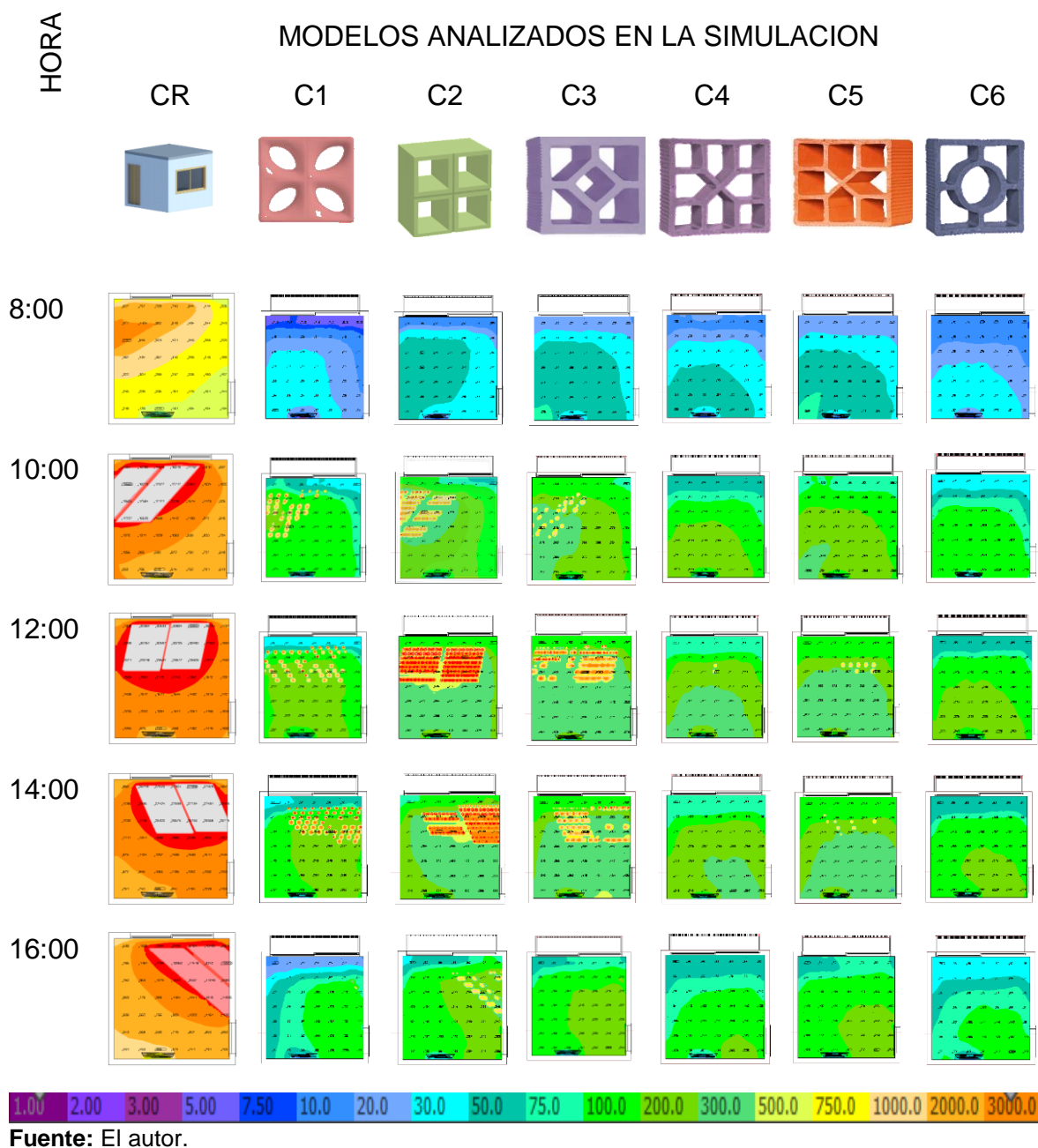
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	•	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	•	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	•	✓	✓	•	✓	✓	✓
14:00	•	•	✓	•	✓	✓	✓
16:00	•	❖	✓	✓	✓	✓	❖

• Nivel superior al deseado    ❖ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 44 es un resumen utilizando la técnica de colores. Estas representan la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno en el solsticio de verano, en la orientación norte.

**Figura 44-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.



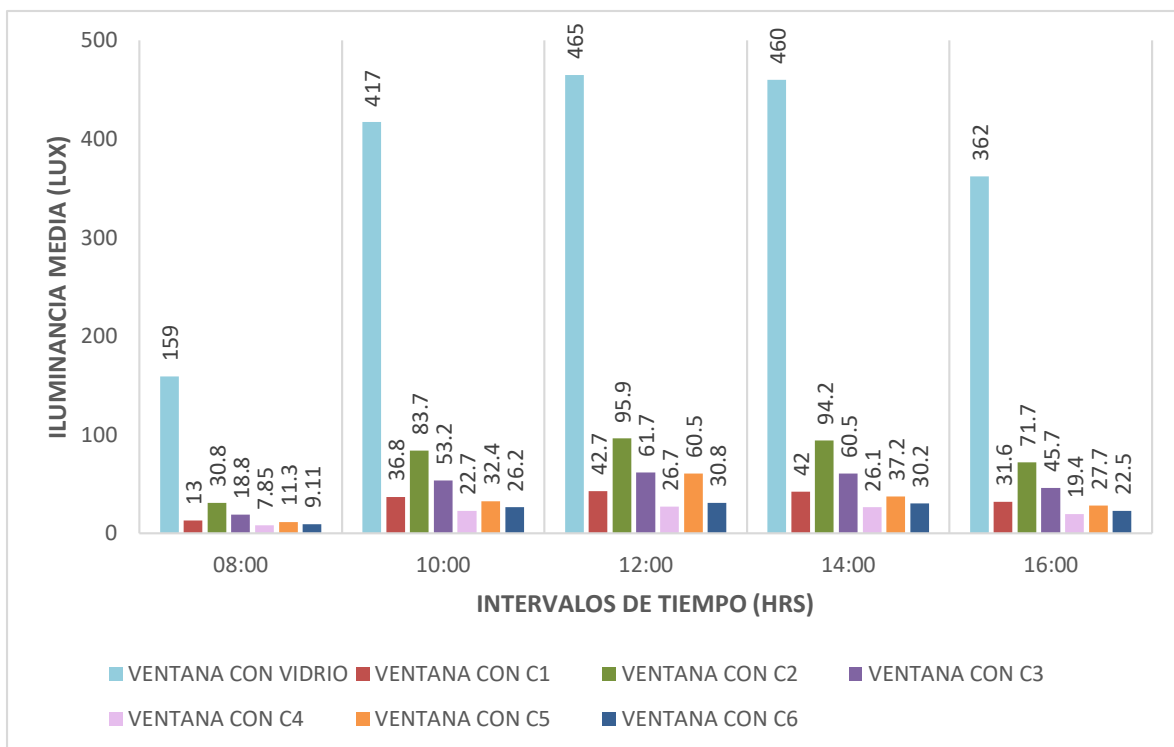
De esta forma haciendo un comparativo de todos los cobogós simulados, se puede visualizar que el cobogó C2, C4 y C5, a partir de las 10:00 horas hasta las 16:00 son los que presentan mejores niveles medios de iluminancia. Por lo tanto, en Foz de Iguazú en la orientación norte, en invierno se recomienda la utilización de los antes mencionados modelos, pues estos según el análisis de las simulaciones computacionales son los que presentan niveles adecuados a los establecidos por norma (mayor que 100 lux).

5.1.2.2 Orientación Sur

En la orientación sur, tal como se observa en la Figura 45 y la Tabla 19, el modelo de referencia CR, presenta niveles de iluminación adecuados, aunque con unos picos un poco por encima de lo establecido por norma, pero por tratarse de la orientación sur, el sol no llega directamente y no ocasionaría ofuscamiento.

Analizando los modelos de cobogó se concluye que los modelos C3 y C5 a partir de las 10:00 horas presentan niveles adecuados de iluminación, sin embargo, los modelos C1, C2, C4 y C6 presentan niveles de iluminancia muy por debajo de lo establecido por la norma.

Figura 45- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

Tabla 19- Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur

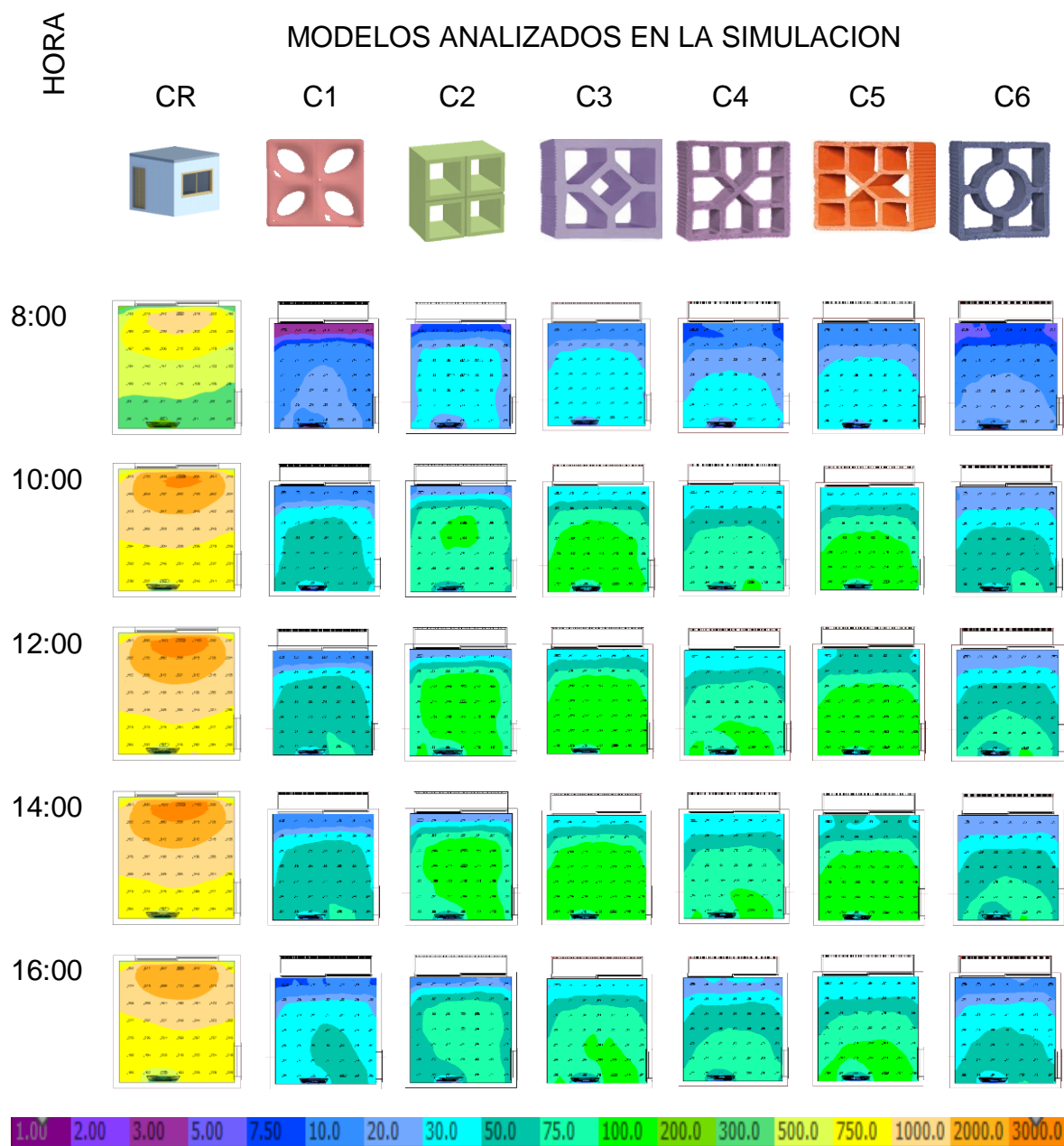
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	✓	✖	✖	✖	✖	✖	✖
10:00	✓	✖	✖	✓	✖	✓	✖
12:00	✓	✖	✖	✓	✖	✓	✖
14:00	✓	✖	✖	✓	✖	✓	✖
16:00	✓	✖	✖	✓	✖	✓	✖

● Nivel superior al deseado    ✖ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

La Figura 46, representa la utilización de colores en el ambiente, para determinar el nivel de iluminancia, la uniformidad y la distribución de la iluminación en la sala estar, de esta forma, se observa que el modelo CR presenta una buena distribución de iluminación en la sala, seguido de los modelos C3 y C5; ya los otros casos C1, C2, C4, C6, presentan en todos los horarios niveles muy por debajo de lo establecido como parámetro para una iluminación natural adecuada en el ambiente interno.

**Figura 46-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.



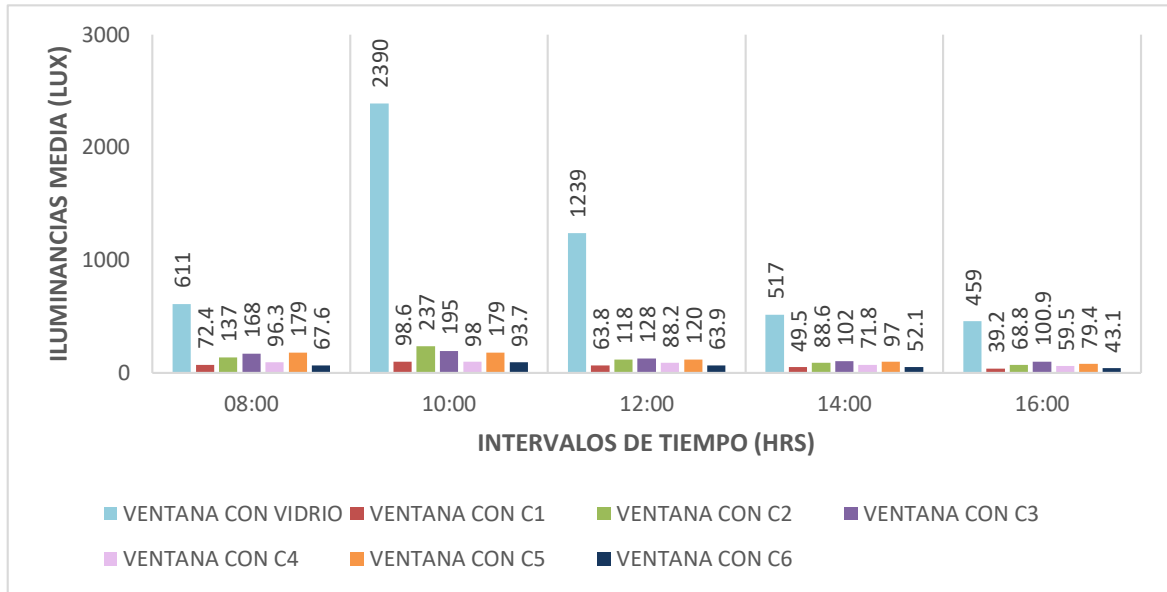
Fuente: El autor.

Por tal motivo, se recomienda, que no es necesaria (según las simulaciones computacionales realizadas), la utilización de protectores solares en este caso de cobogós, en el invierno en la orientación sur; o en todo caso se deben utilizar los modelos C3 o C5.

5.1.2.3 Orientación Este

Según la Figura 47y la Tabla 20, las simulaciones computacionales para el solsticio de invierno con respecto a la orientación este, nos revela que los niveles de iluminancia analizados en los horarios determinados del caso CR, son muy elevados, comparándolos con los niveles medios establecidos por norma. Por otro lado, los modelos C1, C4 y C6 presentan niveles por debajo de la media en todos los horarios, ya el caso C2 y C5, presentan niveles adecuados solo desde las 8:00 hasta la 12:00; sim embargo el caso C3 es el único que presenta niveles adecuados de aprovechamiento de iluminación natural.

Figura 47- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.



Fuente: El autor.

Tabla 20- Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este

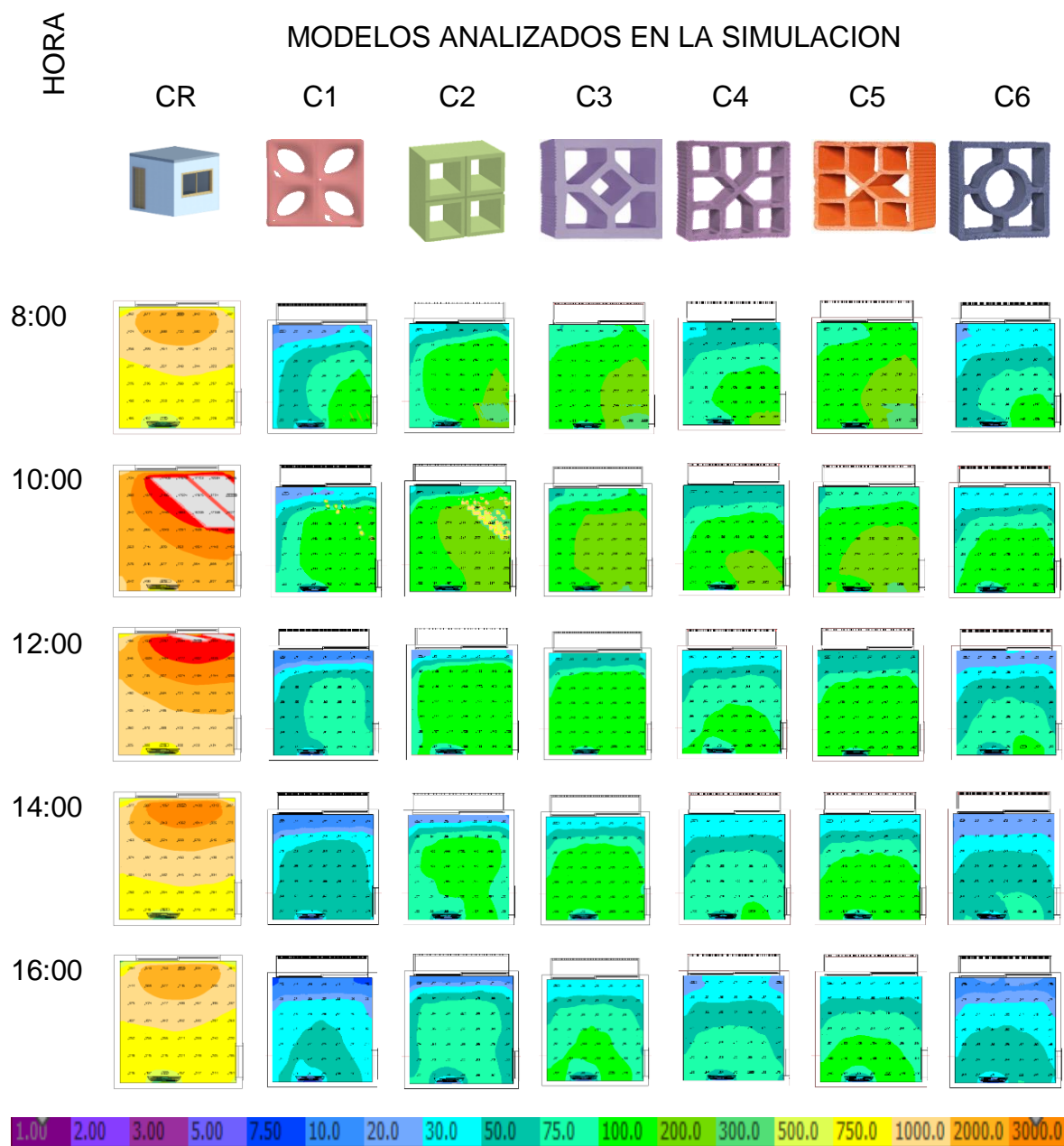
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	❖	✓	❖	❖	❖
16:00	●	❖	❖	✓	❖	❖	❖

● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Lo mencionado anteriormente, se puede ver con mayor facilidad en la Figura 48, que presenta una visualización por medio de colores, demostrando de esta manera, que el modelo CR en todos los horarios presenta una concentración elevada de Iluminación cerca de la abertura, esto puede ocasionar malestar para el usuario. En contrapartida a esto se encuentra el C3, que presenta un adecuado nivel de iluminancia y uniformidad, haciendo que el ambiente se encuentre con niveles adecuados de iluminación natural en todos los horarios analizados.

**Figura 48-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.



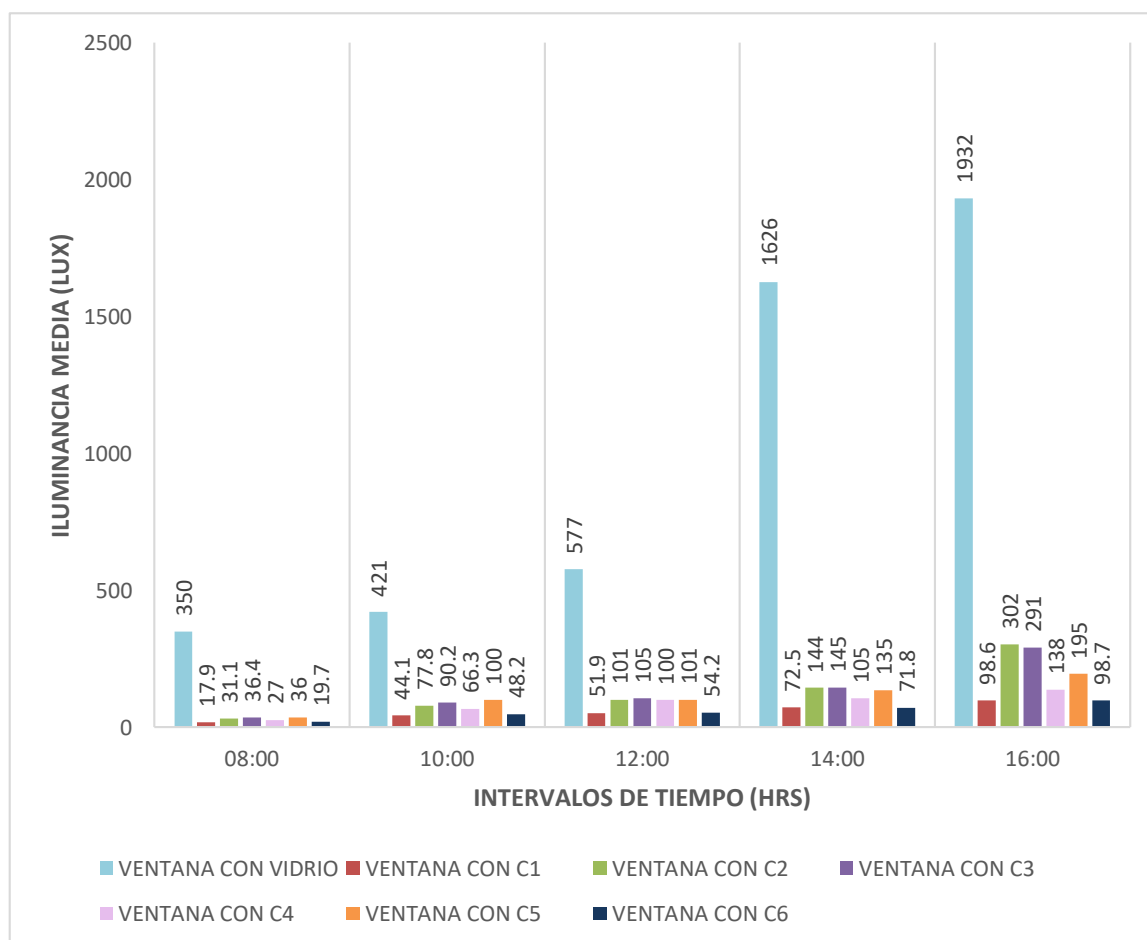
Fuente: El autor.

#### 5.1.2.4 Orientación Oeste

En Foz de Iguazú, en la orientación Oeste, para el solsticio de invierno, las simulaciones computacionales tal como se observa en la Figura 49 y tabla 21, dan a conocer que el CR en todos los horarios analizados el nivel de iluminancia media es elevado en consideración con los niveles recomendados, más aún en los horarios de 14:00 a 16:00 horas.

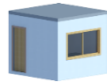



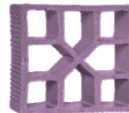


Sin embargo, analizando los modelos con cobogó, se observa que el caso C1 y C6 no presenta un nivel de iluminancia adecuado, los modelos C2, C3 y C4 de las 8:00 horas hasta las 12:00, presenta niveles inferiores a los establecidos por norma, pero que a partir de las 14:00 horas hasta las 16:00 horas los niveles de iluminancia son adecuados. Por el último el caso C5 a partir de las 10:00 horas hasta las 16:00 presenta muy buenos resultados de acorde con los niveles medios de iluminancia establecidos por norma (100 lux).

**Figura 49-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



Fuente: El autor

**Tabla 21-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

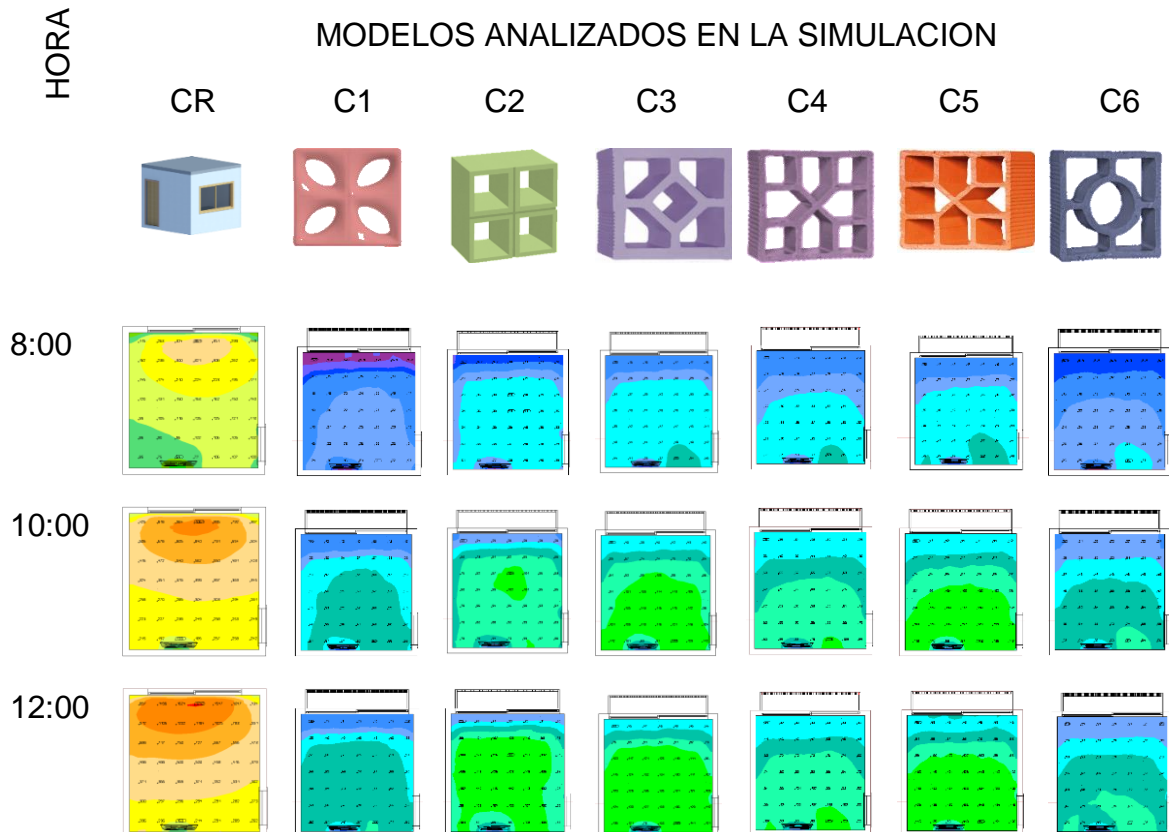
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	❖	✓	❖	❖	❖
16:00	●	❖	❖	✓	❖	❖	❖

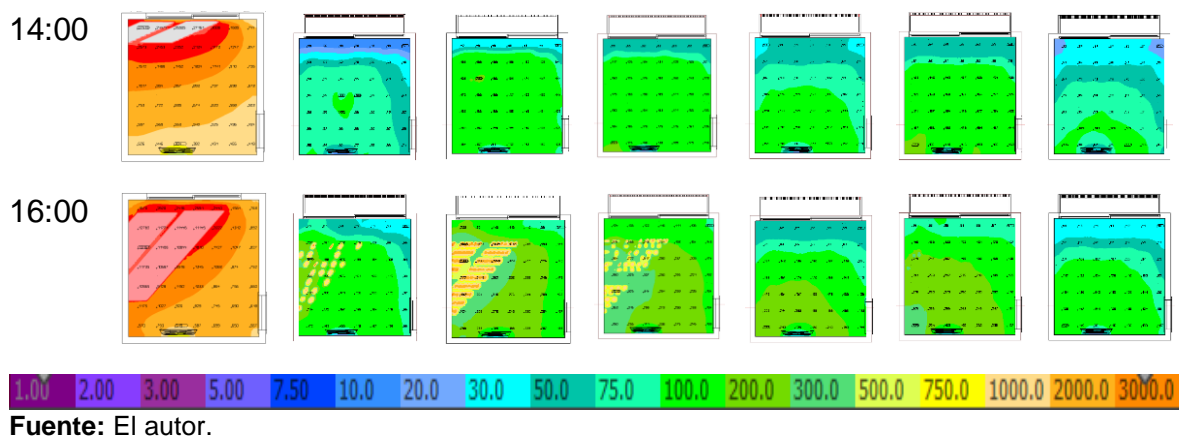
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

De la misma manera, en la Figura 50 mediante la utilización de los colores para determinar la iluminancia dentro del ambiente interno, el C2 es el caso que presenta o puede resultar un elemento de protección contra la elevada iluminación natural, pues este presenta niveles adecuados de iluminancia dentro del ambiente, y tal como se visualiza en las imágenes con la utilización de este modelo de cobogó la iluminación se distribuye homogéneamente provocando una uniformidad en adecuada de iluminación dentro del ambiente interno.

**Figura 50-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



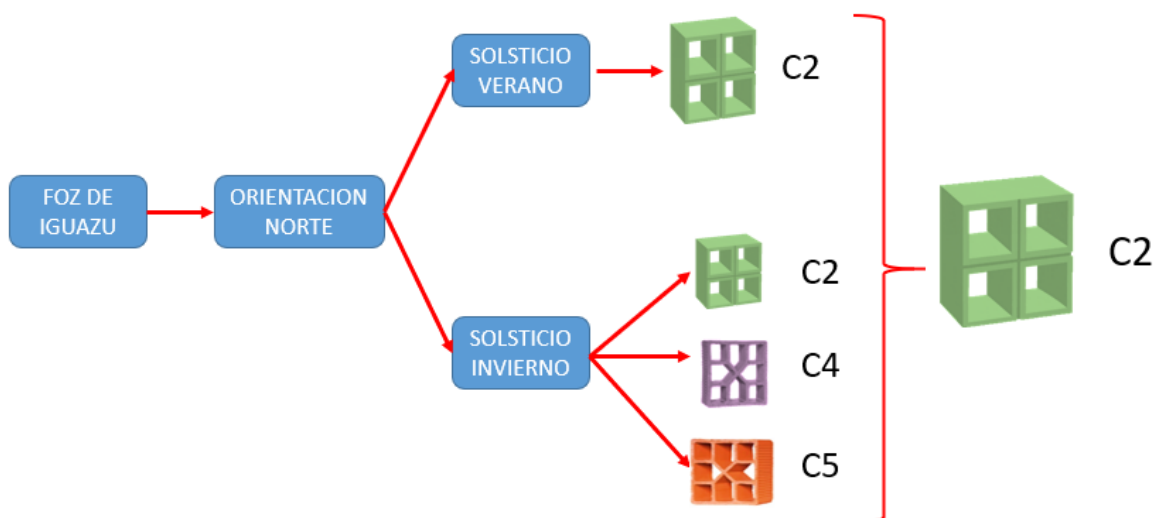


### 5.1.3 Resumen del análisis para la ciudad Foz de Iguazú

Después de haber analizado cada una de las simulaciones se concluye que:

En la orientación norte, tanto para el invierno como para el verano, tal como lo demuestra la Figura 51, el modelo de cobogó que más se adecua en este tipo de clima, es el modelo de cobogó C2.

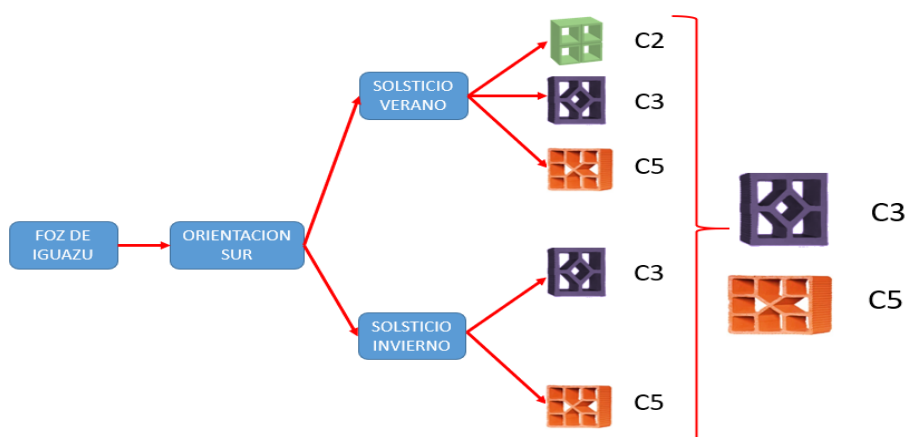
**Figura 51-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.



Fuente: El autor.

En la orientación sur, los modelos recomendados (Figura 52) después de haber analizado cada una de las simulaciones, son el modelo de cobogó C3 y C5, pues estos tanto en el solsticio de invierno como en el verano son los más adecuados para esta ciudad.

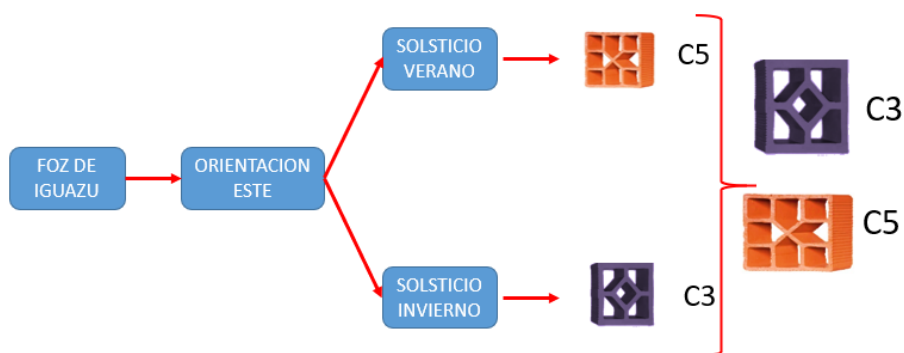
**Figura 52-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación este, como lo da a conocer la Figura 53, los modelos más recomendados son el C3 y C5.

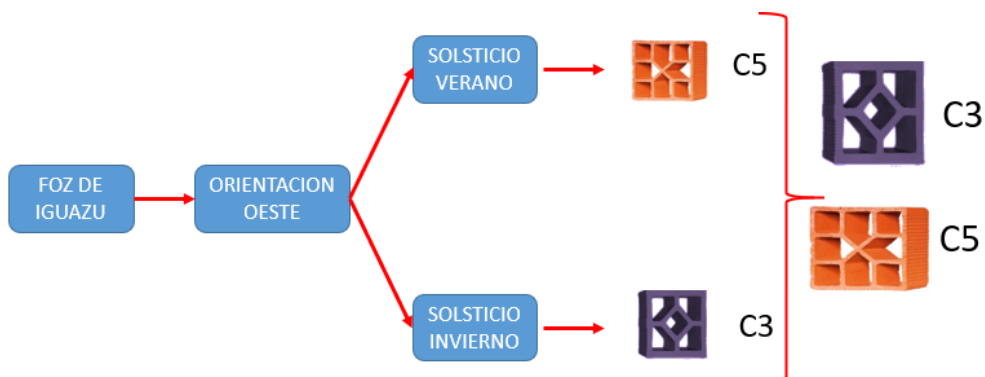
**Figura 53-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación oeste, como lo da a conocer la Figura 54, los modelos más recomendados son el C3 y C5.

**Figura 54-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.



**Fuente:** El autor.

## 5.2 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE BELO HORIZONTE (lat. 19° 55´-Sur, ZB 3)

### 5.2.1 Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018

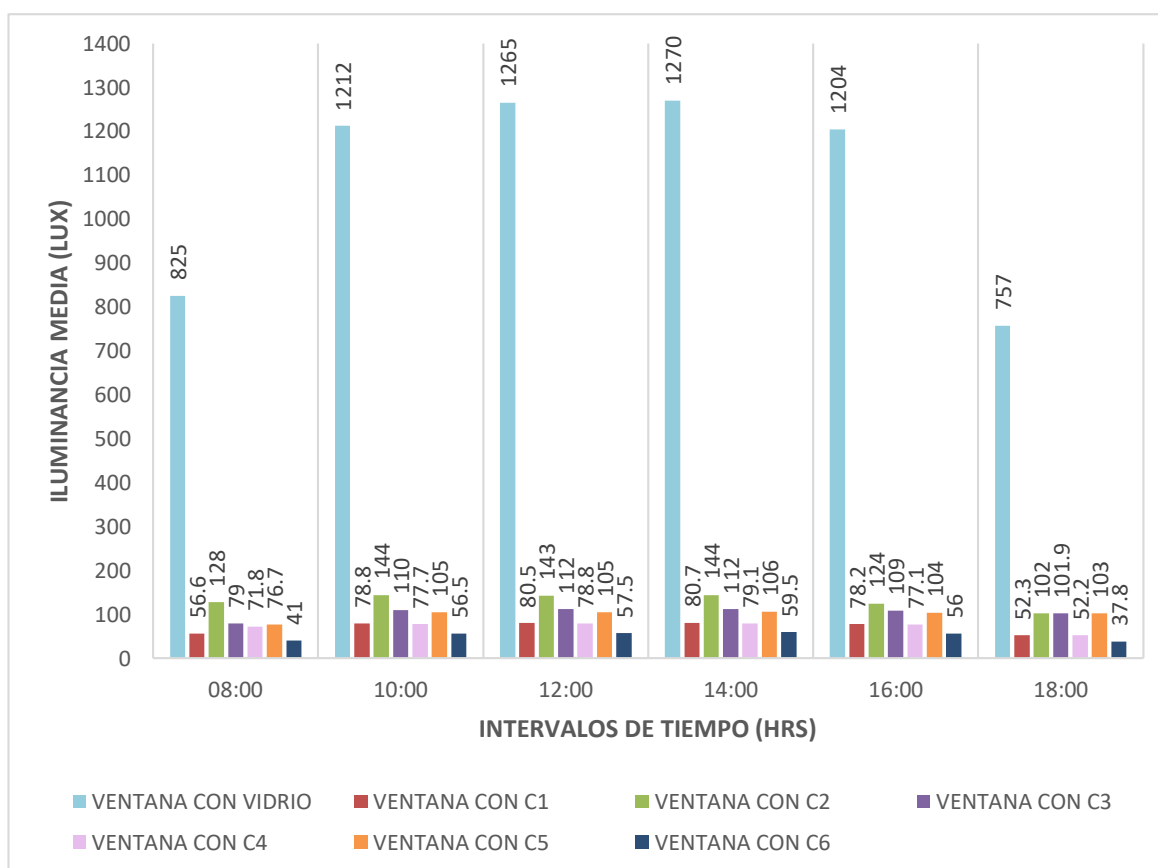
#### 5.2.1.1 Orientación Norte

En la ciudad de Belo Horizonte, para el solsticio de verano, en la orientación norte, la Figura 55 y Tabla 22, ilustra que el caso de referencia (CR), presenta niveles de iluminancia superiores al de lo deseado en todos los horarios analizados.

En contrapartida a lo antes mencionado, al observar los niveles de iluminancia de los casos C1, C4 y C6 podemos concluir que estos modelos de cobogós, no presentan niveles de iluminancia adecuados, ya que están por debajo de los niveles de iluminación establecidos por norma.

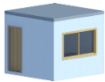
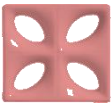





Por otra parte, los casos C3 y C5 presentan buenos niveles de iluminancia a partir de las 10:00 de la mañana: por último, el modelo C2 es el único tipo de cobogó que presenta en todos los horarios analizados buena iluminación en el ambiente, por lo que este modelo sería una buena opción su utilización.

**Figura 55-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor.

**Tabla 22-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte

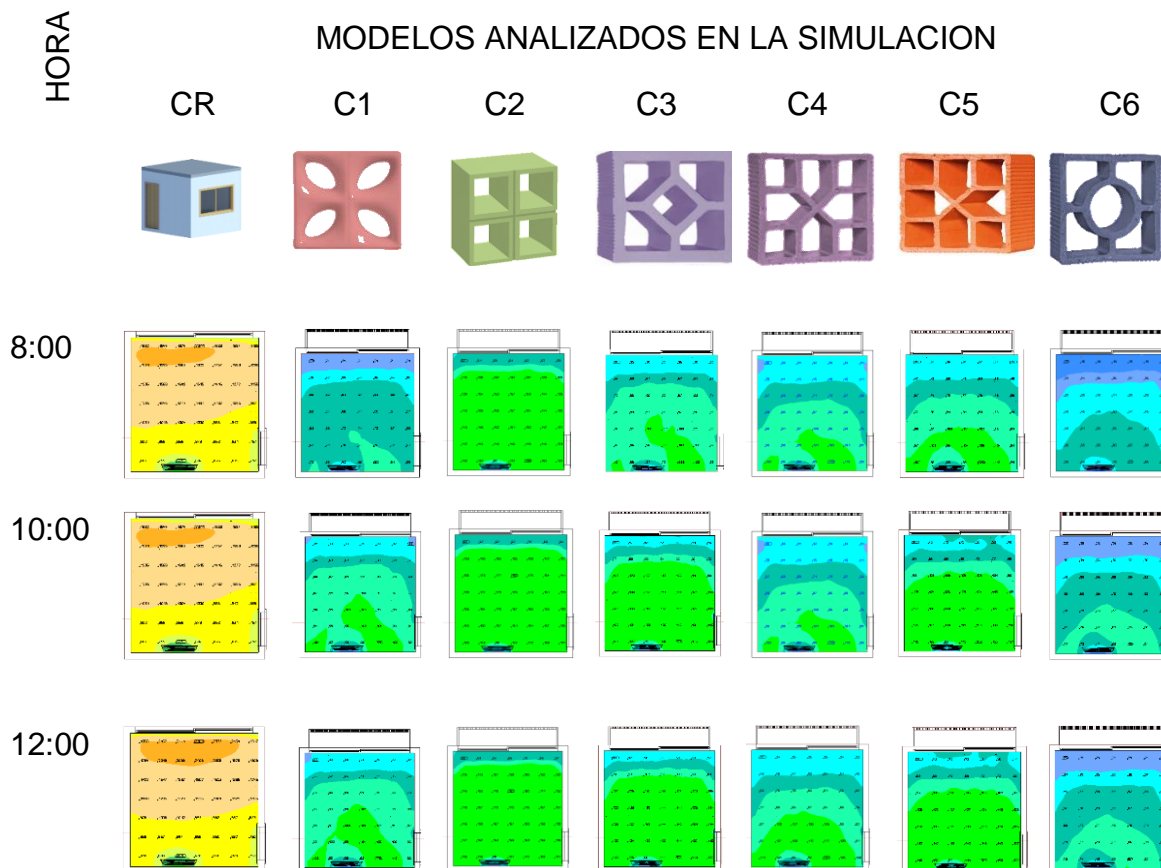
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

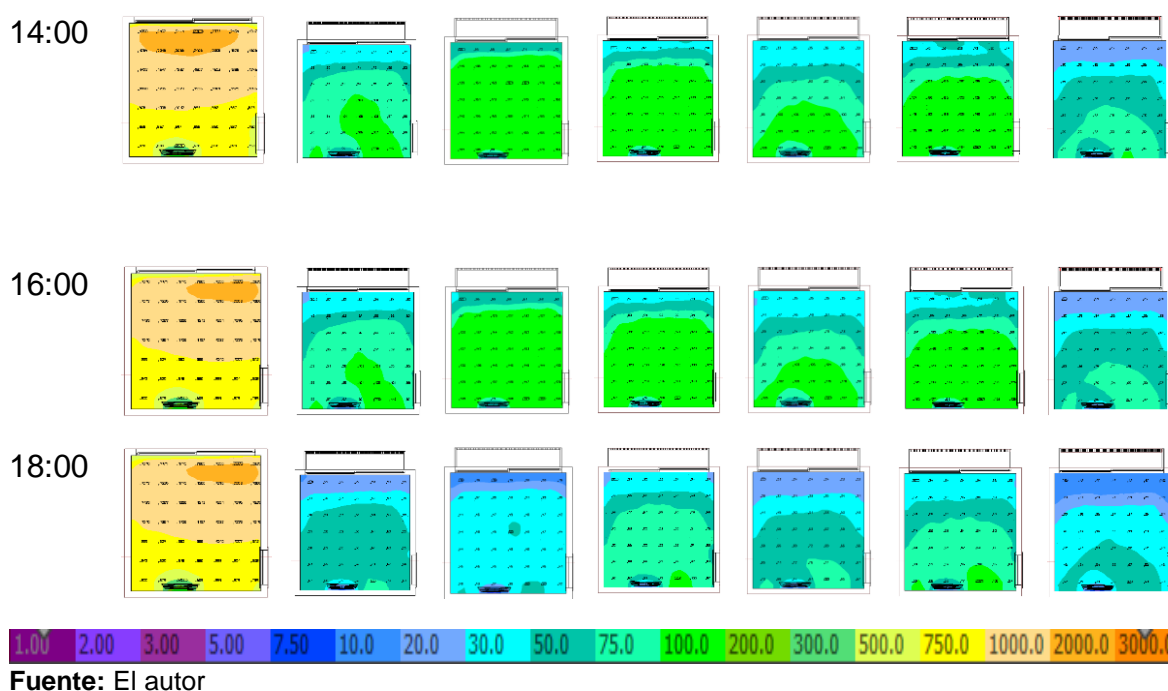
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 56, es un resumen utilizando la técnica de colores. Estas representan la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno en el solsticio de verano, en la orientación norte y como puede visualizarse el caso C2 es el que mejor distribución y uniformidad presenta de iluminación en el ambiente analizado.

**Figura 56-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.





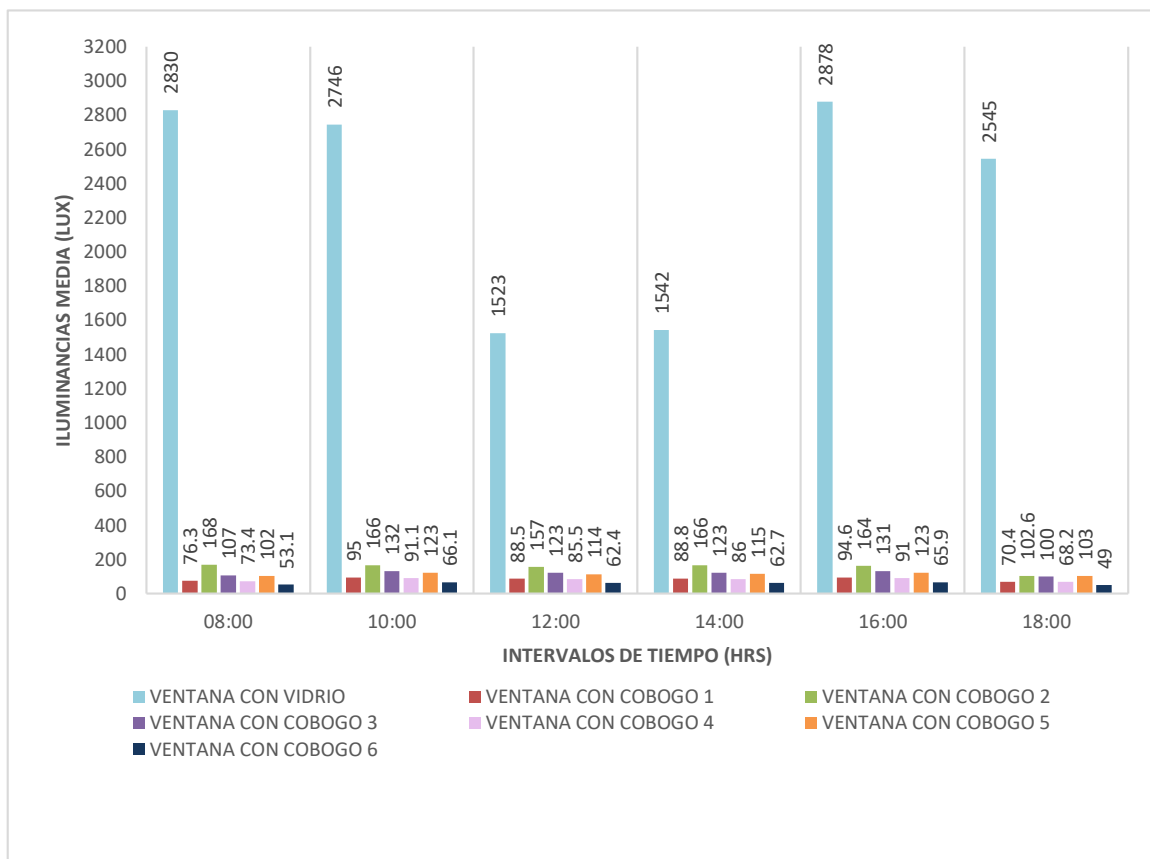
En consecuencia, en la ciudad de Belo Horizonte, es recomendable para la orientación norte la utilización de modelo de cobogó (C2), seguido del cobogó C3 y C5 pues estos modelos cumplen con los niveles medios de iluminancia requeridos para una sala estar.

### 5.2.1.2 Orientación Sur

Las simulaciones realizadas, con respecto a la orientación sur, nos demuestran, tal como se visualiza en la Figura 57 y tabla 23, que una sala de estar con ventana sin protección como es el caso de referencia (CR), en el día puede ocasionar ofuscamiento dentro del ambiente ya que presenta en los horarios simulados, niveles de iluminancia superiores a las medias establecidas por norma.

Por otra parte, observando los demás casos de modelos de ventanas con protección, se observa que los casos C2, C3, C5, presentan adecuados niveles de iluminancia, niveles que están de acuerdo con lo establecido por norma. Ya los otros casos C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia inferior a los recomendados.

**Figura 57-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor

**Tabla 23-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	✓	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

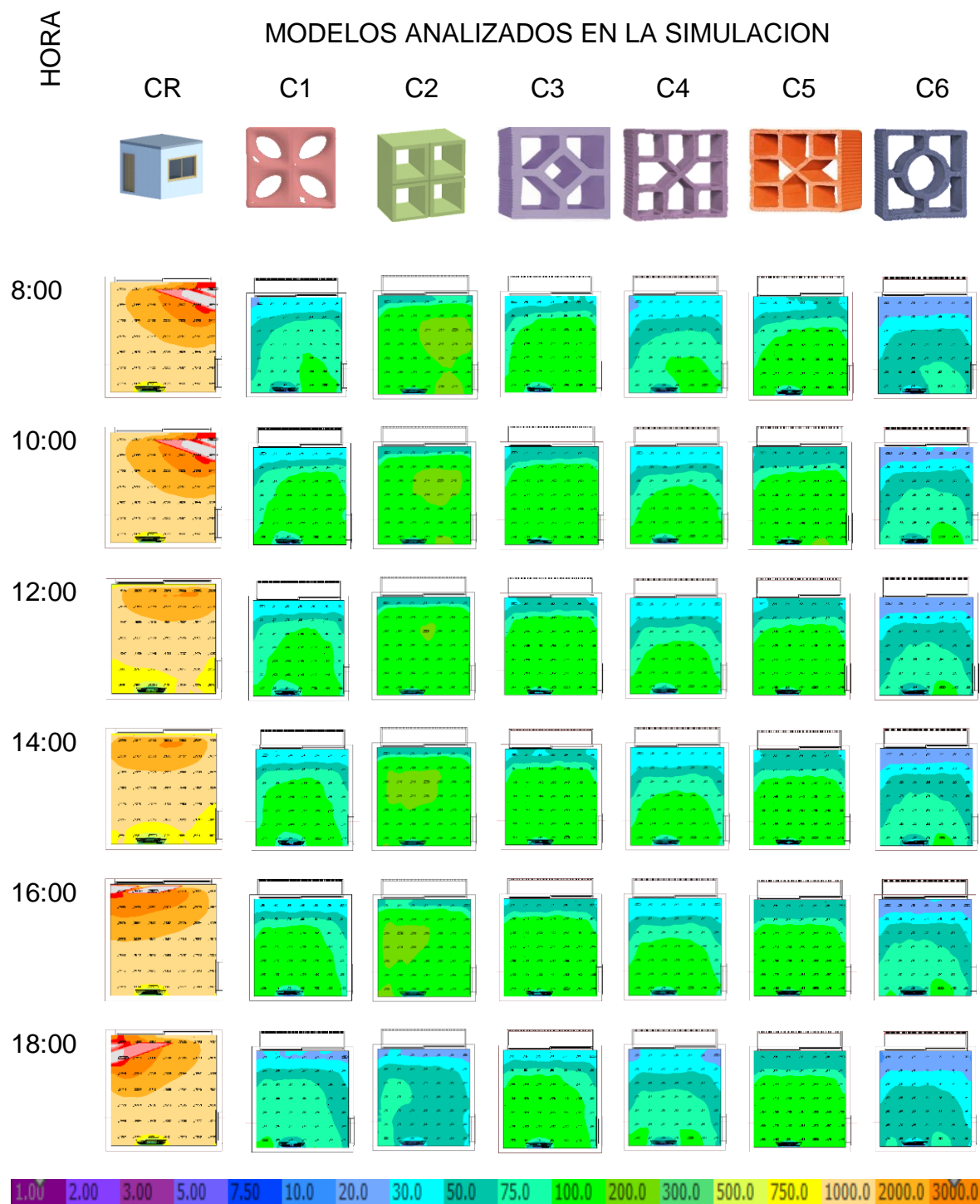
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor

Otro de los análisis necesarios para un buen aprovechamiento de la iluminación natural, es la uniformidad, es así que la Figura 58 da a conocer, un resumen (utilizando la técnica de colores) de la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno en el solsticio de verano, en la orientación sur.

De esta manera los análisis demuestran que los casos C2, C3 y C5, presentan una uniformidad constante de iluminación natural, distribuida adecuadamente en el ambiente y durante todos los horarios analizados.

**Figura 58-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.

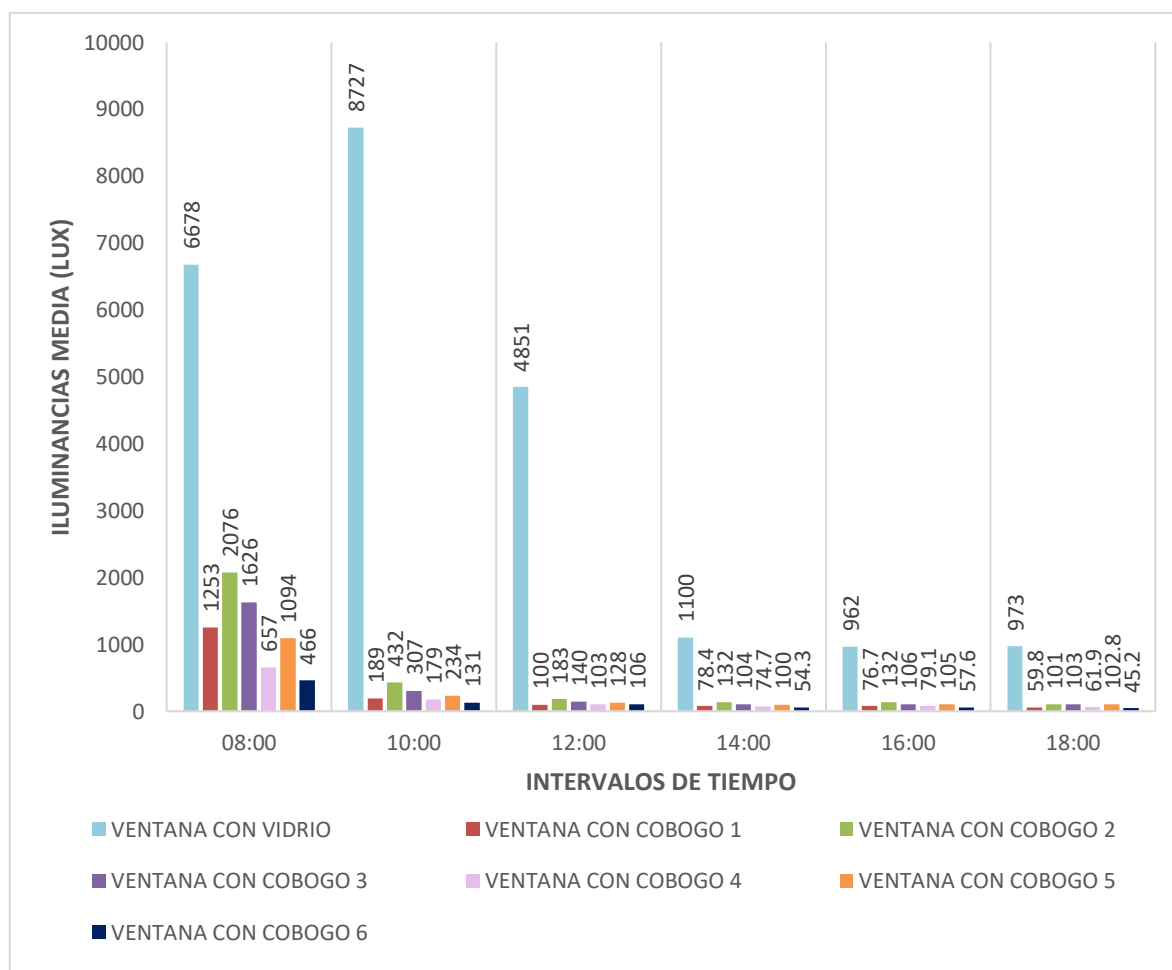


Fuente: El autor.

### 5.2.1.3 Orientación Este

Al analizar la Figura 59 y la Tabla 24, se concluye que, en la orientación este, un ambiente con una abertura expuesta a medios externos sin protección como es el caso CR, traería consigo muchos problemas de ofuscamiento a los usuarios ya que como lo demuestra las simulaciones computacionales, en todos los horarios simulados, presenta niveles de iluminancia muy por encima de lo recomendado, específicamente en el horario de 8:00 a 12:00 del mediodía.

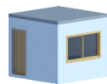



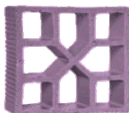


**Figura 59-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.



**Fuente:** El autor.

Al analizar los ambientes que utilizaron cobogó; a las 8:00 de la mañana vemos que todos los casos (C1, C2, C3, C4, 5, C6), presentan niveles de iluminación superiores a lo establecido por norma, sin embargo a partir de las 10:00 hasta las 18:00 horas, los casos C2, C3 y C5, presentan adecuados niveles de iluminación. Ya los casos C1, C4 y C6, presentan niveles adecuados de iluminación solamente de 10:00 a 12:00 horas; a partir de las 14:00 hasta las 18:00 los niveles de iluminación de estos casos son inferiores a los establecidos por la norma (100 lux).

**Tabla 24-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este

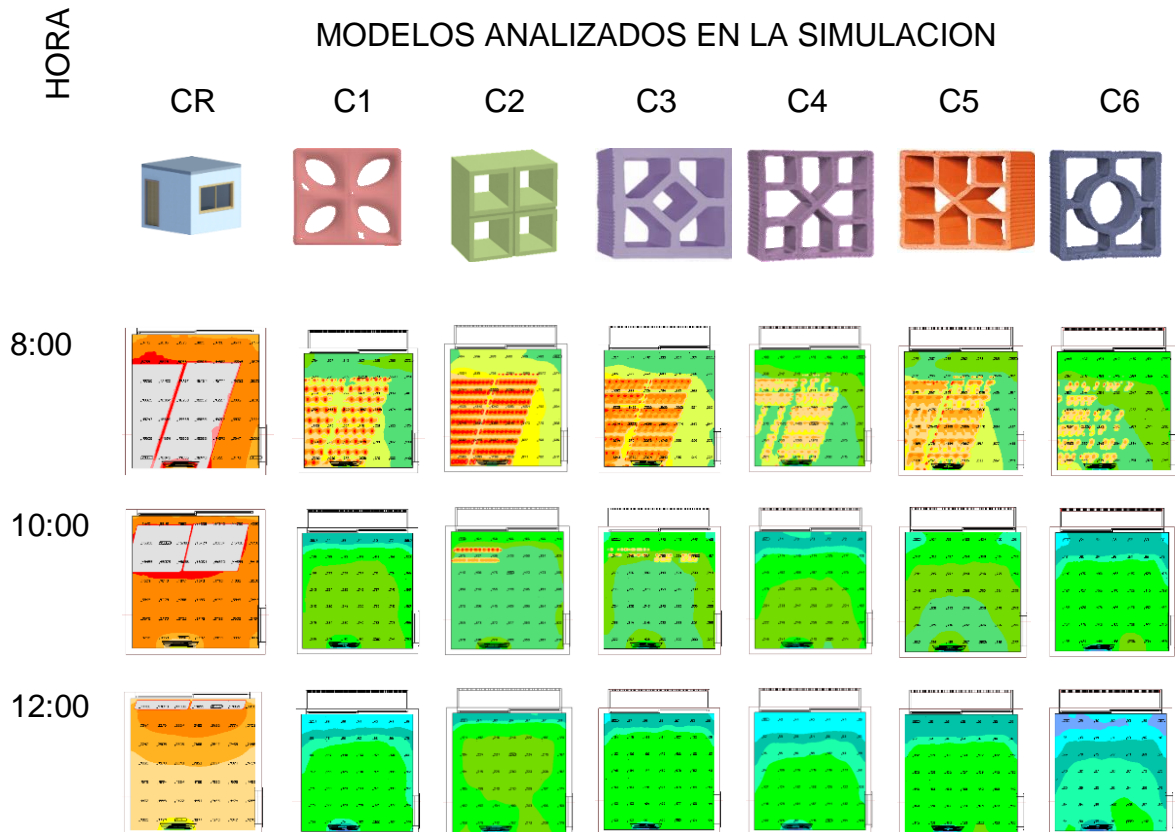
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	•	•	•	•	•	•	•
10:00	•	✓	•	✓	✓	✓	✓
12:00	•	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14:00	•	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	•	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	•	❖	✓	✓	❖	✓	❖

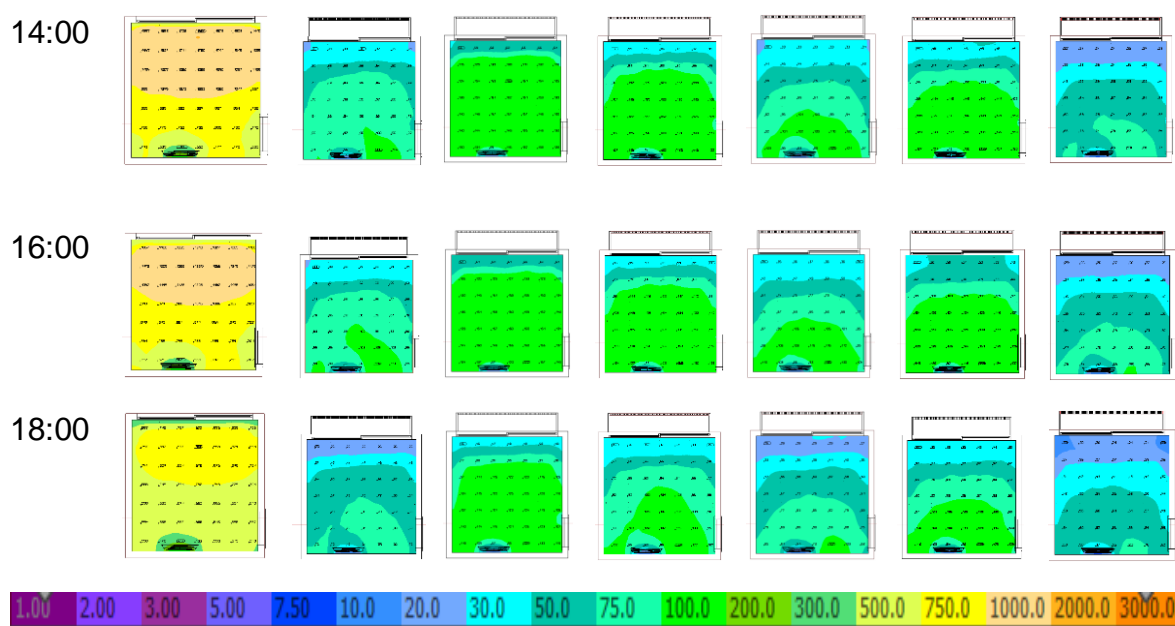
• Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

El análisis de las simulaciones en la orientación este, anteriormente expuestas pueden afianzarse más al visualizar la Figura 60 es un resumen utilizando la técnica de colores. Estas representan la intensidad luminosa, la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno en el solsticio de verano, en la orientación este.

**Figura 60-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.





En consecuencia, es recomendable utilizar los modelos de cobogó C2, C3 y C5 en un ambiente sala de estar en la ciudad de Belo Horizonte, en la orientación este, ya que estos cobogós traerán dentro del ambiente un buen nivel de luminancia y una buena uniformidad de iluminación natural.

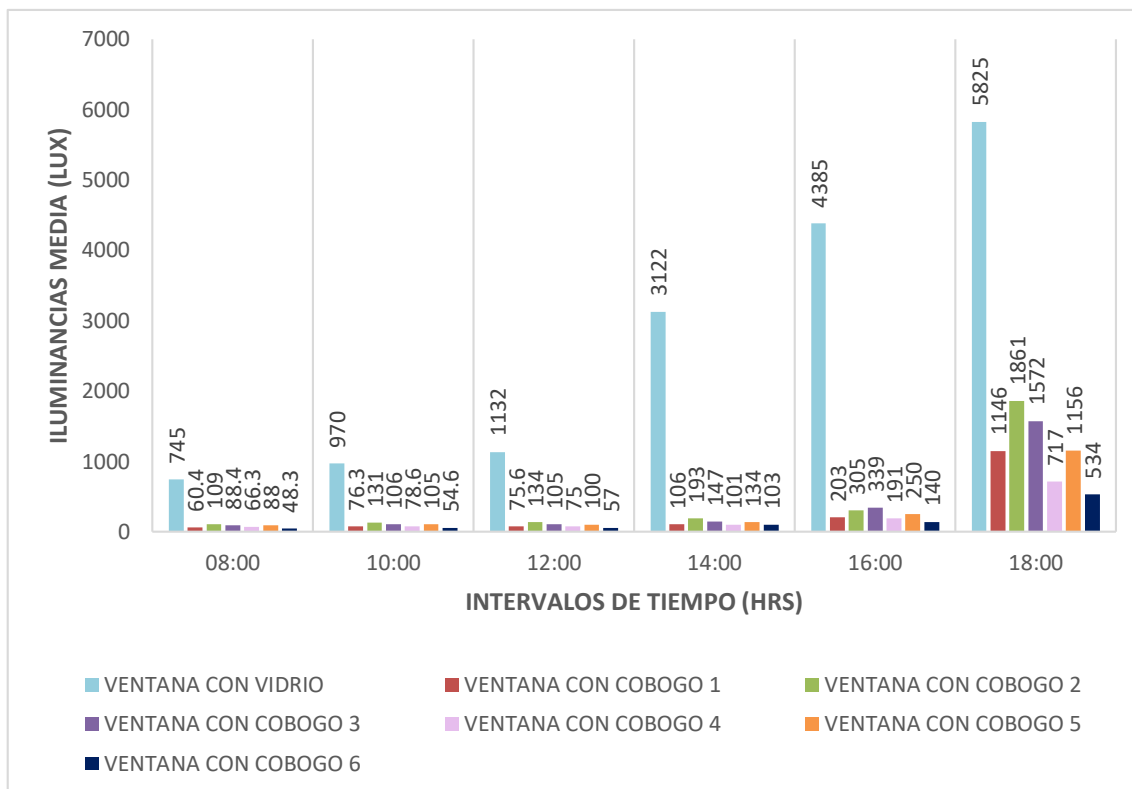
#### 5.2.1.4 Orientación Oeste

Con relación a la orientación Oeste, tal como lo demuestra la Figura 61 y la Tabla 25, el caso de referencia CR, presenta picos muy elevados de iluminancia, especialmente en el horario de las 16:00 hasta las 18:00 horas, por lo que en ese horario este tipo de modelo de abertura sin protección traerá consigo ofuscamiento y malestar en los usuarios.

De la misma forma, si analizamos los ambientes con cobogó, observamos a la puesta del sol, en el horario de las 18:00 todos los modelos de cobogós analizados, presentan niveles elevados de iluminancia, no tan elevados comparándolos con el modelo CR, pero que también pueden ocasionar ofuscamiento en el ambiente interno.

Por otra parte, el C2 es el que presenta niveles de iluminancia adecuados de 8:00 a las 16:00 horas, convirtiéndolo en un modelo de cobogó adecuado para esta orientación; los otros cobogós C1, C4 y C6 presentan en el periodo de la mañana niveles de iluminación inferiores a los necesarios (100 lux), ya los modelos C3 y C5 presentan buen nivel de iluminancia a partir de las 10:00 horas hasta las 16:00 horas.

**Figura 61-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 25-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

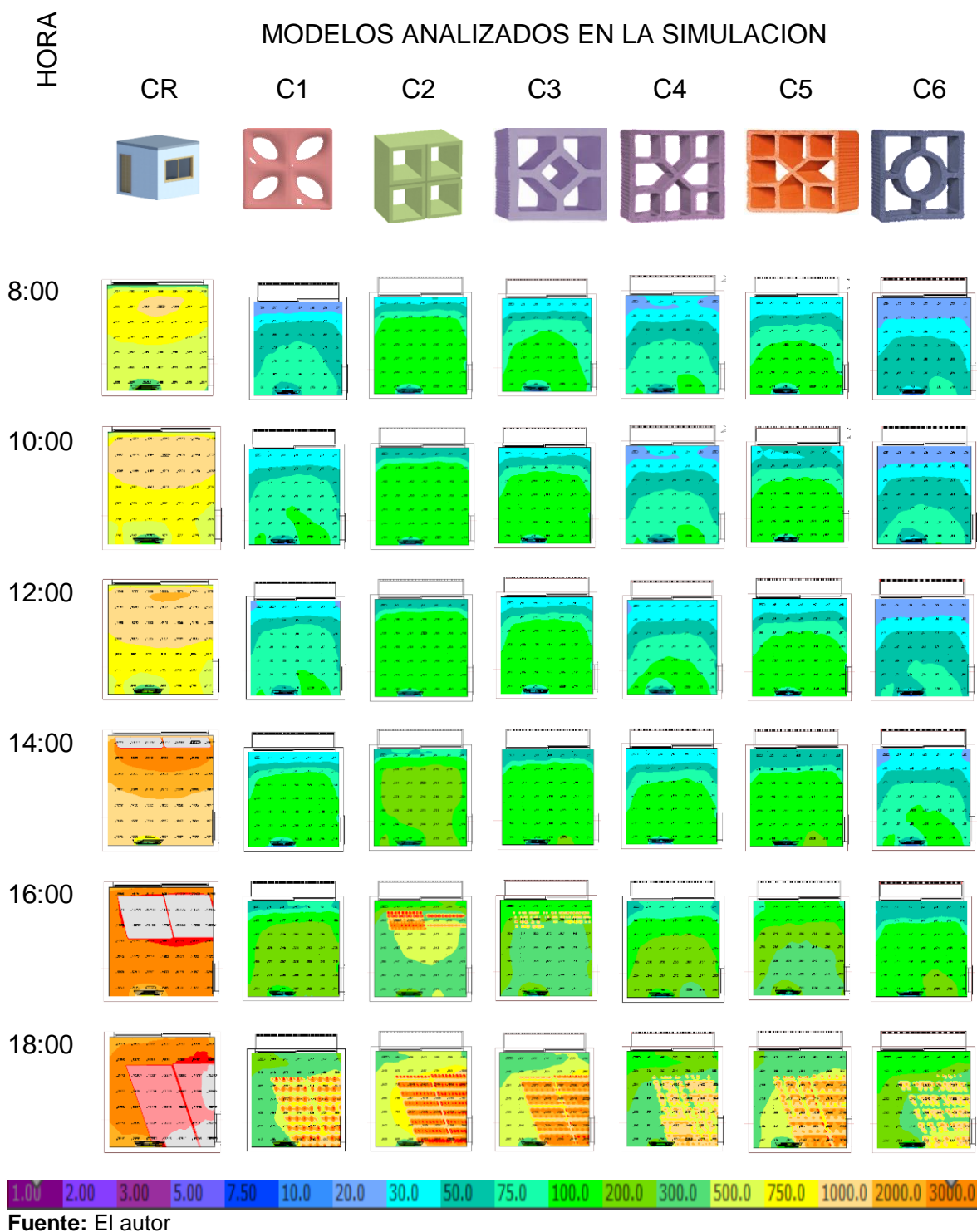
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	•	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	•	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	•	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	•	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16:00	•	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18:00	•	•	•	•	•	•	•

• Nivel superior al deseado    ❖ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 62, es un resumen utilizando la técnica de colores, estas representan la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación oeste. En consecuencia, como los demuestran los análisis presentados, en la Belo Horizonte, en la orientación oeste, es recomendable utilizar el tipo de cobogó C2, ya que este presenta adecuados niveles de iluminancia, acordes con lo establecido por las normas consultadas.

**Figura 62-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



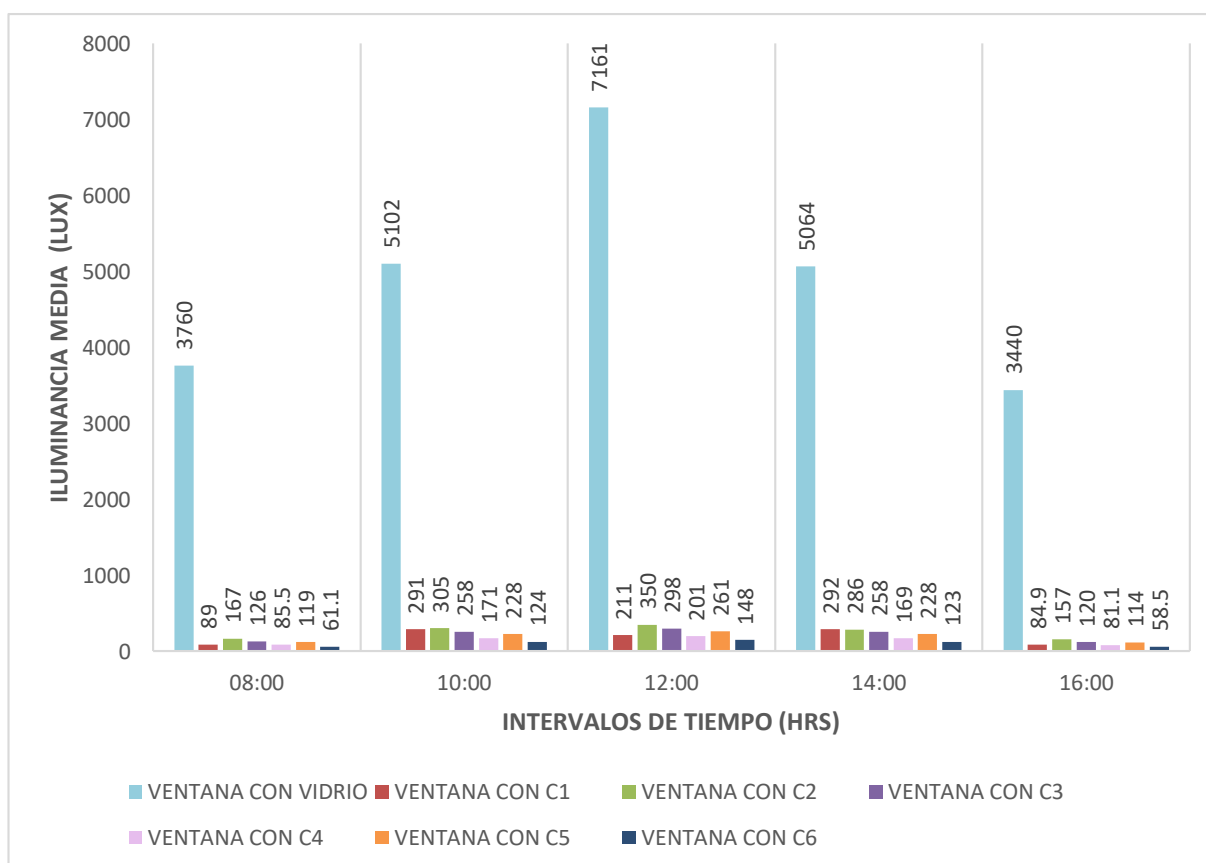
## 5.2.2 Solsticio de Invierno + 1 día = 22/06/2018

### 2.2.2.1 Orientación Norte

Con relación al solsticio de invierno, en la orientación norte, como se ilustra en la Figura 63 y Tabla 26, los valores presentados por el caso de referencia CR, son en todos los horarios analizados, niveles de iluminancia muy por encima de lo establecido por norma. Estos valores pueden ocasionar problemas de ofuscamientos en el usuario.

Por otra parte, analizando los modelos con la utilización de cobogós, podemos observar que los casos C1, C4 y C6, en los horarios de las 8:00 de la mañana y 16:00 horas, presentan niveles de iluminancia inferiores a los 100 lux, pero que en los horarios de las 10:00 de la mañana a las 14:00 horas los niveles de iluminancia están en concordancia con lo establecido por norma. Ya los casos C2, C3 y C5, presentan en todos los horarios simulados, niveles de iluminancia adecuados en relación al intervalo de media establecido por norma, siendo de entre ellos el caso C2 el que presenta mejores resultados.

**Figura 63-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor

**Tabla 26-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte

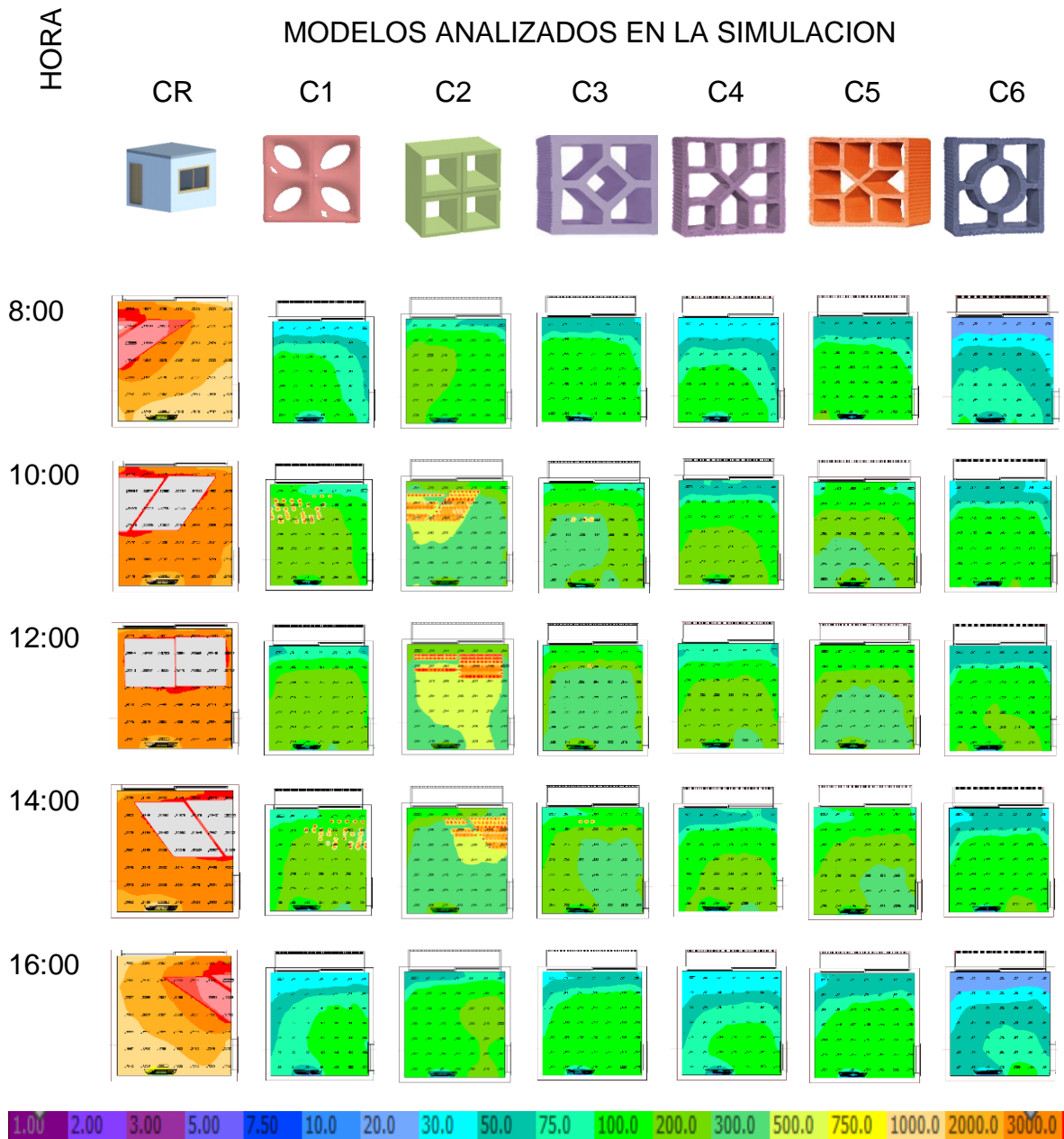
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	•	❖	✓	✓	❖	✓	❖
10:00	•	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	•	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14:00	•	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16:00	•	❖	✓	✓	❖	✓	❖

• Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Con respecto a la uniformidad y la distribución de la luz, la Figura 64 nos da a conocer que efectivamente el caso CR, su distribución no es homogénea, presentando valores elevados y por consiguiente ofuscamiento a lado de la ventana, sin embargo los cobogós C2, C3 y C5 presentan una adecuada distribución y uniformidad de iluminancia, esto se debe a que los modelos de cobogó actúan como elementos que distribuyen la luz de manera homogénea en todo el ambiente interno.

**Figura 64-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.



Fuente: El autor.

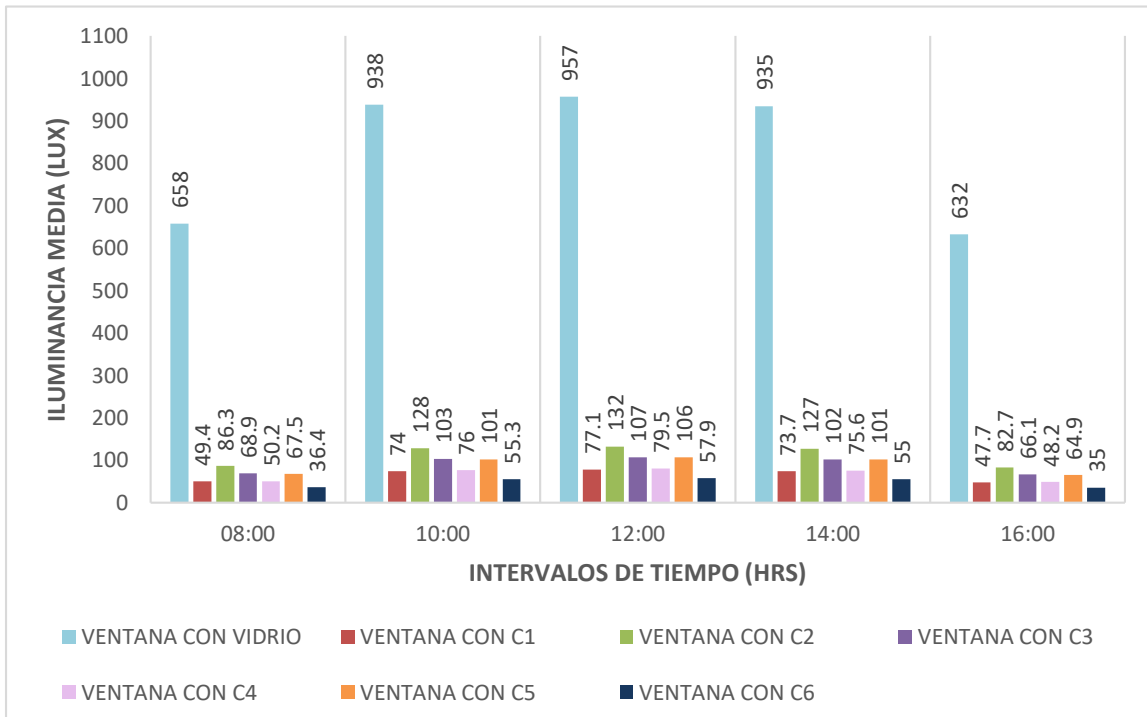
En consecuencia, en la ciudad de Belo Horizonte en la orientación norte, en invierno se recomienda la utilización de los cobogós C2, C3 y C5, ya que estos según el análisis de las simulaciones computacionales, son los que presentan niveles de iluminancia adecuados con relación a los establecidos por norma (mayor que 100 lux).

5.2.2.2 Orientación Sur

En la orientación sur, tal como se observa en la Figura 65 y la Tabla 27, el modelo de referencia CR, presenta niveles de iluminación superiores a los 100 lux, haciendo que en todo el día puede ocasionar ofuscamiento.

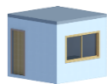
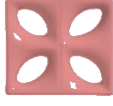


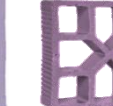


Analizando los modelos de cobogó se concluye que los modelos C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia muy por debajo de lo establecido por norma, sin embargo los modelos de cobogó C2, C3 y C5 a partir de las 10:00 hasta las 14:00 horas, presentan niveles adecuados de iluminancia.

Figura 65- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

Tabla 27- Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur

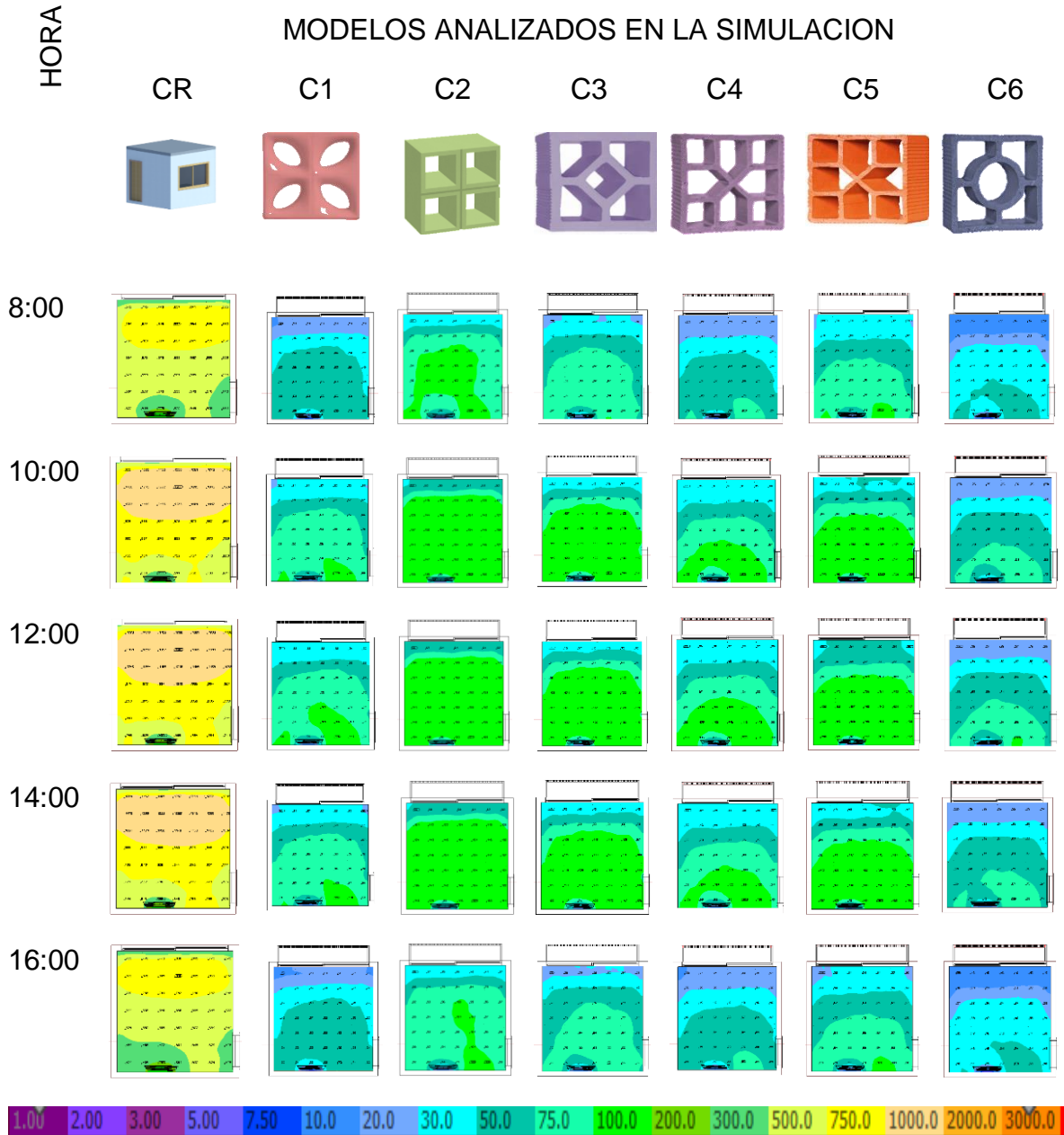
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖

● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

La Figura 66, representa la utilización de colores en el ambiente, para determinar el nivel de iluminancia, la uniformidad y la distribución de la iluminación en la sala estar. De esta forma, se observa que los modelos de cobogó C2, C3 y C5 presentan una buena distribución de iluminación en la sala, ya los otros modelos la uniformidad no es constante.

**Figura 66-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.



Fuente: El autor.

### 5.2.2.3 Orientación Este

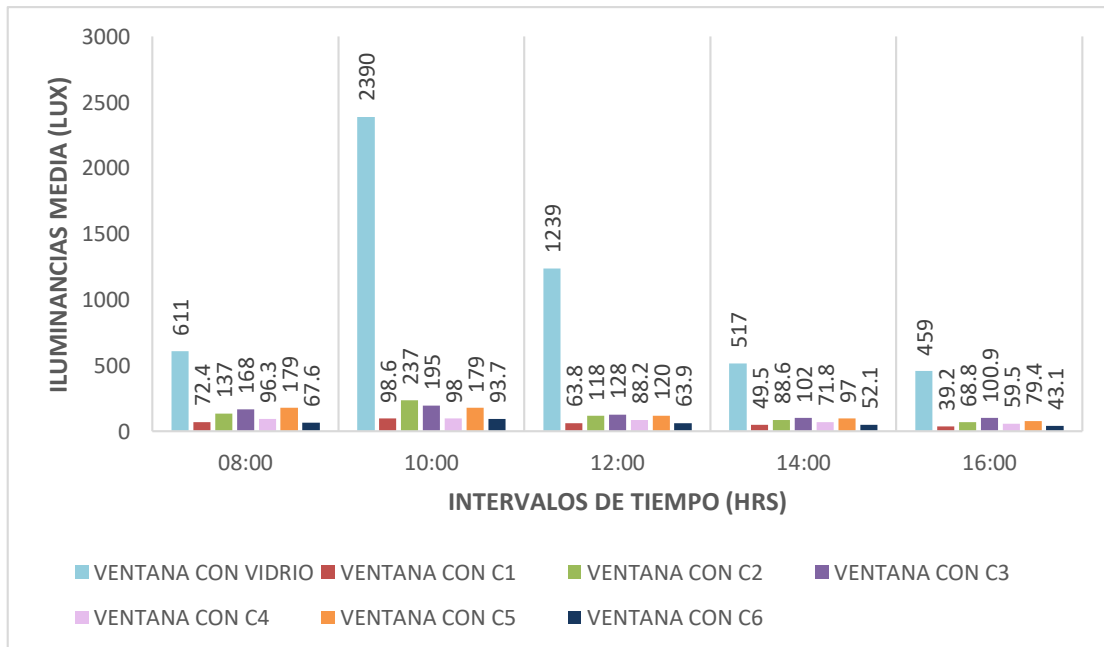
Según la Figura 67 y la Tabla 28, las simulaciones computacionales para el solsticio de invierno con respecto a la orientación este, nos revela que los niveles de iluminancia analizados en los horarios determinados del caso CR, son muy elevados, comparándolos con los niveles medios establecidos por norma. Por otro el modelo de cobogó C6, presenta niveles por debajo de la media en todos los horarios,

ya el caso C4, presenta niveles adecuados solo en los horarios de 8:00 a 10:00 de la mañana, a partir de las 12: 00 hasta las 16:00 horas, los niveles de iluminancia son inferiores a los recomendados.

Sin embargo, los caso C1, C2 y C3 presentan niveles e iluminancia elevados a las 8:00 horas, pero a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 14:00 horas sus niveles son adecuados, pero que lamentablemente a partir de las 16:00 horas sus niveles de iluminancia caen por debajo de los niveles recomendados.

Por último, analizando el modelo de cobogó C5, este nos presenta niveles de iluminancia adecuados desde las 8:00 horas hasta las 14:00 horas, siendo que a las 16:00 horas, el nivel de iluminancia cae notablemente. Es así que este tipo de modelo es recomendable su utilización en el este.

**Figura 67-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.



Fuente: El autor.

**Tabla 28-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este

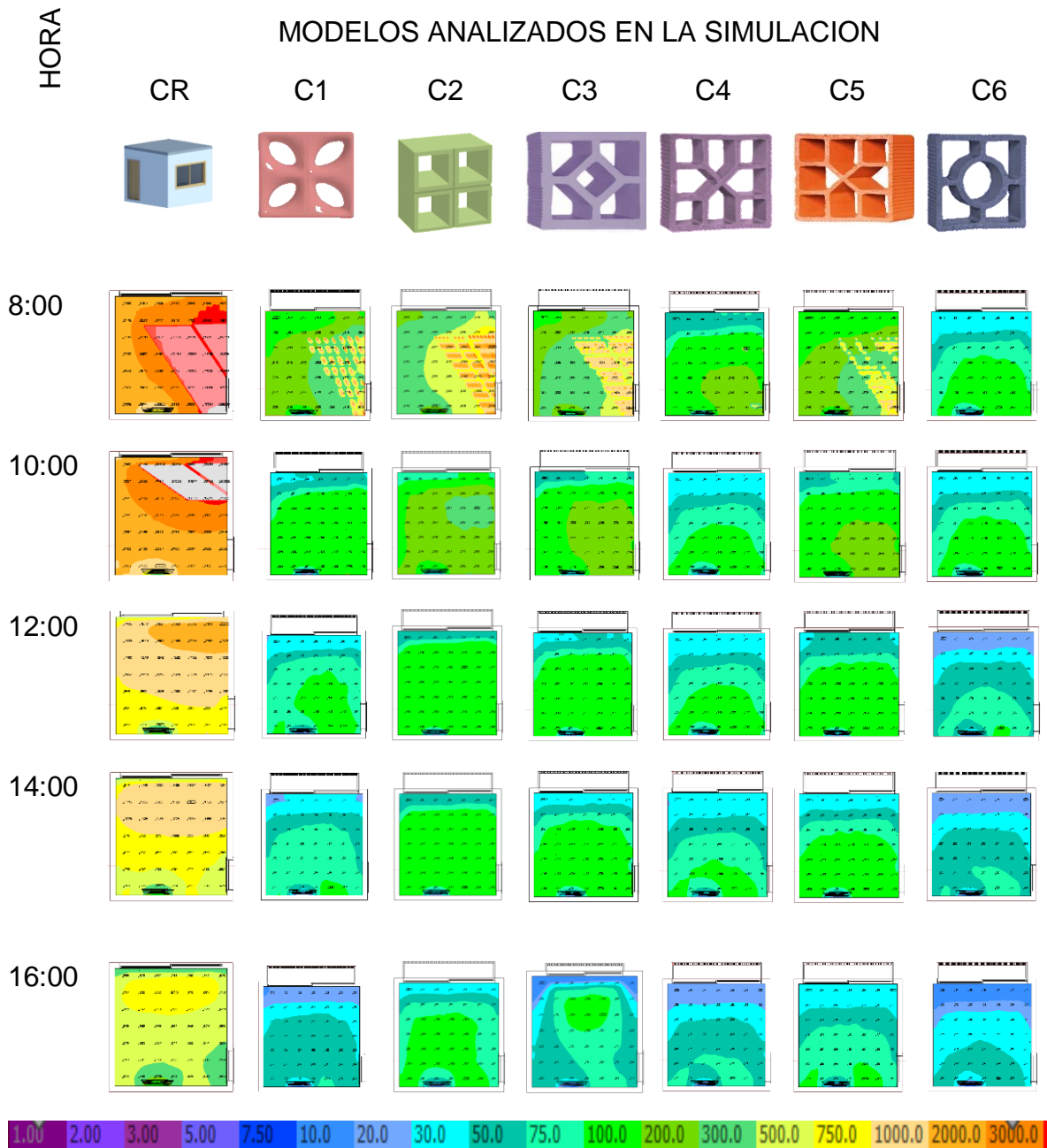
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	•	•	•	•	✓	✓	❖
10:00	•	✓	✓	✓	✓	✓	❖
12:00	•	✓	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	•	✓	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	•	❖	❖	❖	❖	❖	❖

• Nivel superior al deseado    ❖ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor

Con respecto a la uniformidad, la Figura 68, que presenta una visualización por medio de colores, muestra que el modelo de cobogó C5 presenta una distribución de iluminación homogénea en el ambiente interno, considerándose este es la mejor opción como elemento de protección en la orientación este para la ciudad de Belo Horizonte, pues como se puede visualizar el caso de referencia CR en todos los horarios presenta una concentración elevada de Iluminación cerca de la abertura, esto puede ocasionar malestar para el usuario.

**Figura 68-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.



Fuente: El autor

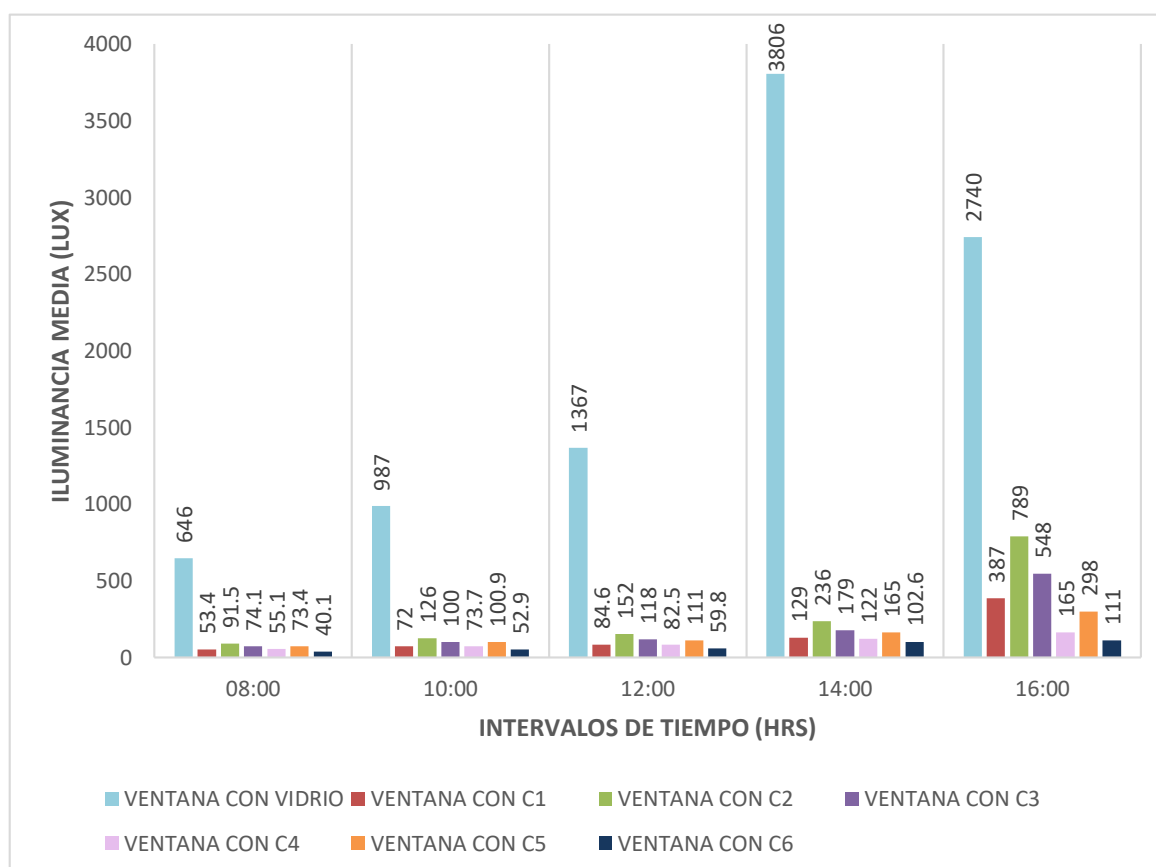
#### 5.2.2.4 Orientación Oeste

En la ciudad de Belo Horizonte, en la orientación Oeste, para el solsticio de invierno, las simulaciones computacionales tal como se observa en la Figura 69 y Tabla 29, dan a conocer que el CR en todos los horarios analizados el nivel de iluminancia media es elevado en consideración con los niveles recomendados, más aún en los horarios de 14:00 a 16:00 horas pues este es el horario donde el sol está comenzando a ocultarse.

Sin embargo, analizando los modelos con cobogó, se observa que el caso C1, C4 y C6 presenta niveles de iluminancia inferiores a lo recomendado a partir de las 8:00 hasta las 12:00 horas, ya a partir de las 14:00 horas hasta las 16:00 los niveles de iluminancia son adecuados. El modelo de cobogó C2 y C3, en el horario de las 8:00 de la mañana, sus niveles de iluminancia simulados son inferiores, a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 14:00 horas, presenta niveles adecuados de iluminancia, pero a las 16:00 horas el nivel de iluminancia es superior a lo esperado por norma (100 lux).

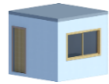






Po último el modelo de cobogó C5, partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas presenta niveles adecuados de iluminancia, considerándolo de esta forma como el modelo de cobogó apto a ser utilizado en la orientación oeste.

**Figura 69-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 29-** Resumen de los niveles de iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

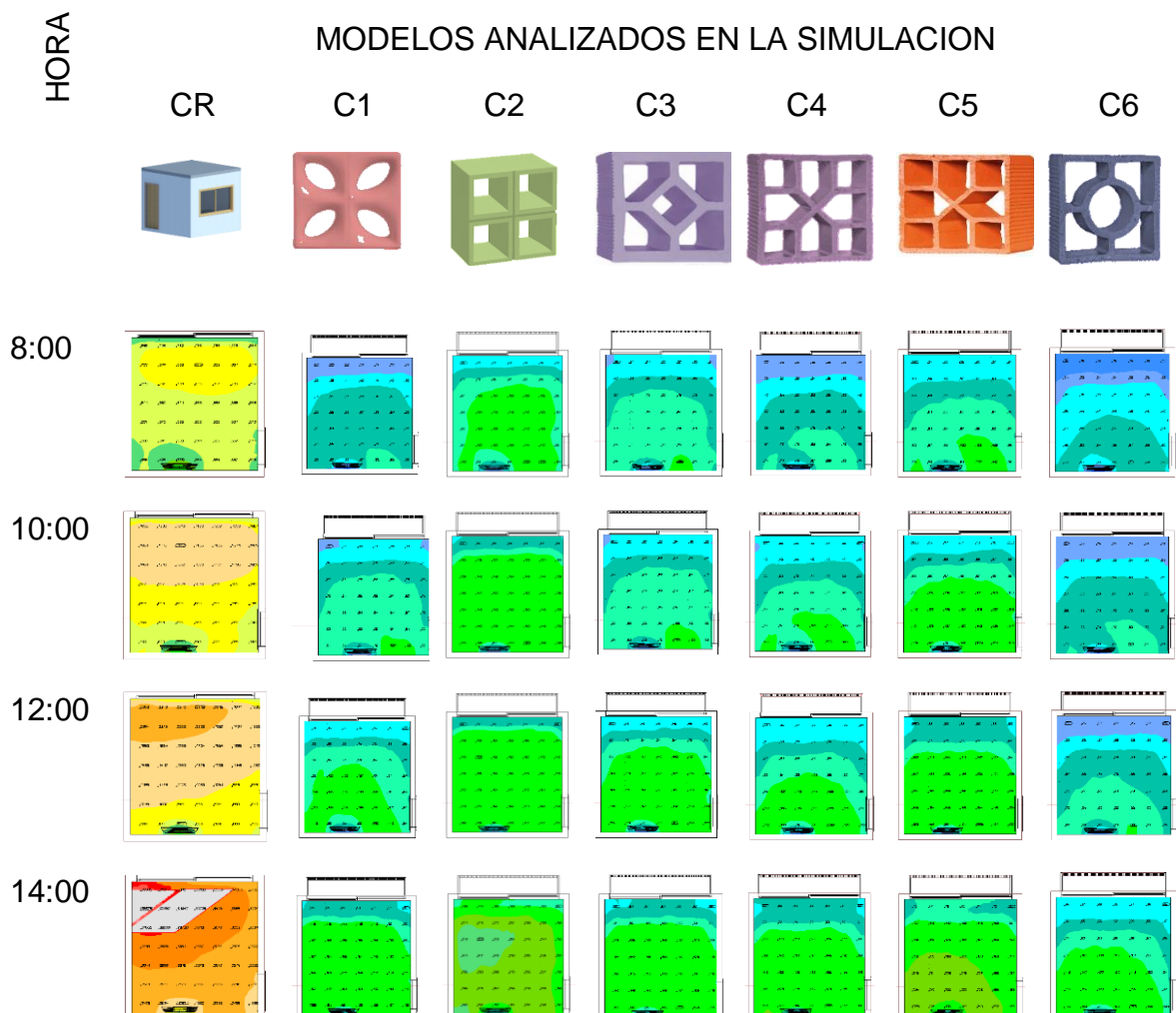
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16:00	●	✓	●	●	✓	✓	✓

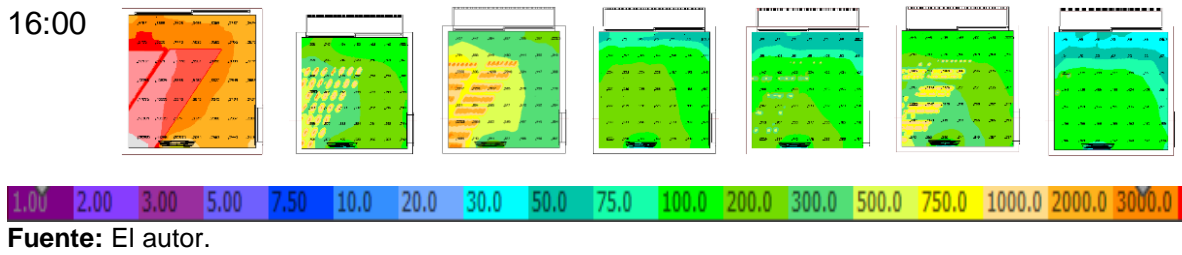
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

De la misma manera, en la Figura 70, se observa que efectivamente el modelo de cobogó C5 es el que presenta una mejor uniformidad de iluminación dentro del ambiente interno, pues este modelo arquitectónico distribuye homogéneamente la iluminación haciendo con que el usuario que este en el interior sienta niveles de confort adecuados.

**Figura 70-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



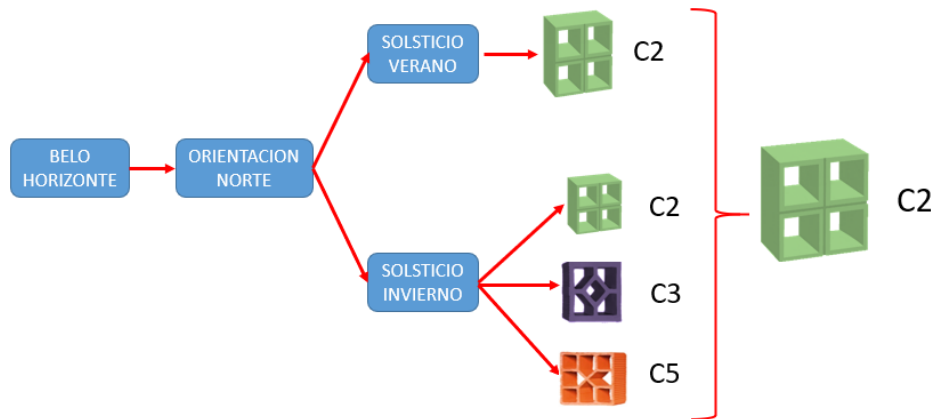


### 5.2.3 Resumen del análisis para la ciudad de Belo Horizonte (lat. 19° 55´-Sur, ZB 3)

Después de haber analizado cada una de las simulaciones se concluye que:

En la orientación norte, tanto para el invierno como para el verano, tal como lo demuestra la Figura 71, el modelo de cobogó que más se adecua en este tipo de clima, es el modelo de cobogó C2.

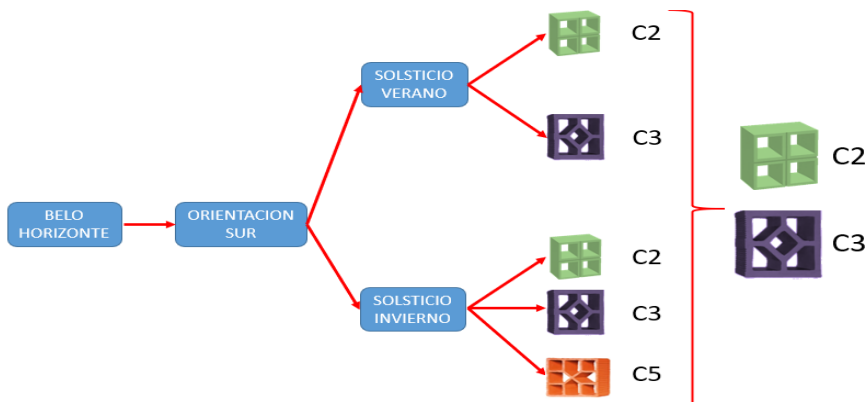
**Figura 71-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.



Fuente: El autor.

En la orientación sur, los modelos recomendados (Figura 72) después de haber analizado cada una de las simulaciones, son el modelo de cobogó C2 y C3, pues estos tanto en el solsticio de invierno como en el verano son los más adecuados para esta ciudad.

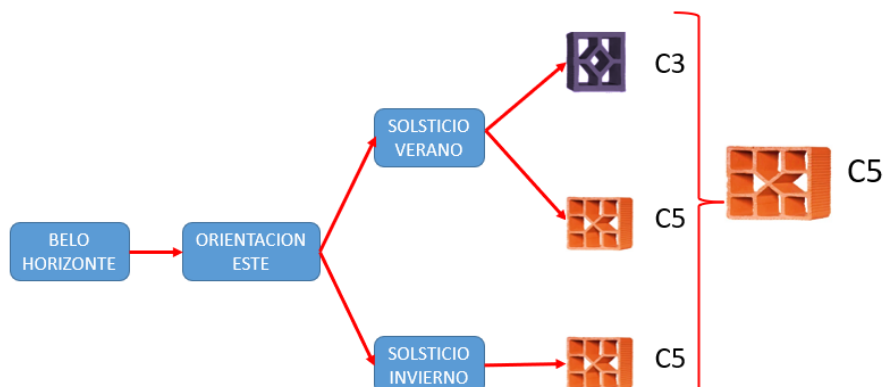
**Figura 72-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.



Fuente: El autor.

Para la orientación este, como lo da a conocer la Figura 73, los modelos más recomendados son el C5.

**Figura 73-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación oeste, como lo da a conocer la Figura 74, los modelos más recomendados son el C2 y C5.

**Figura 74-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.



**Fuente:** El autor

### 5.3 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE BRASILIA (lat. 15° 55' - Sur, ZB 4)

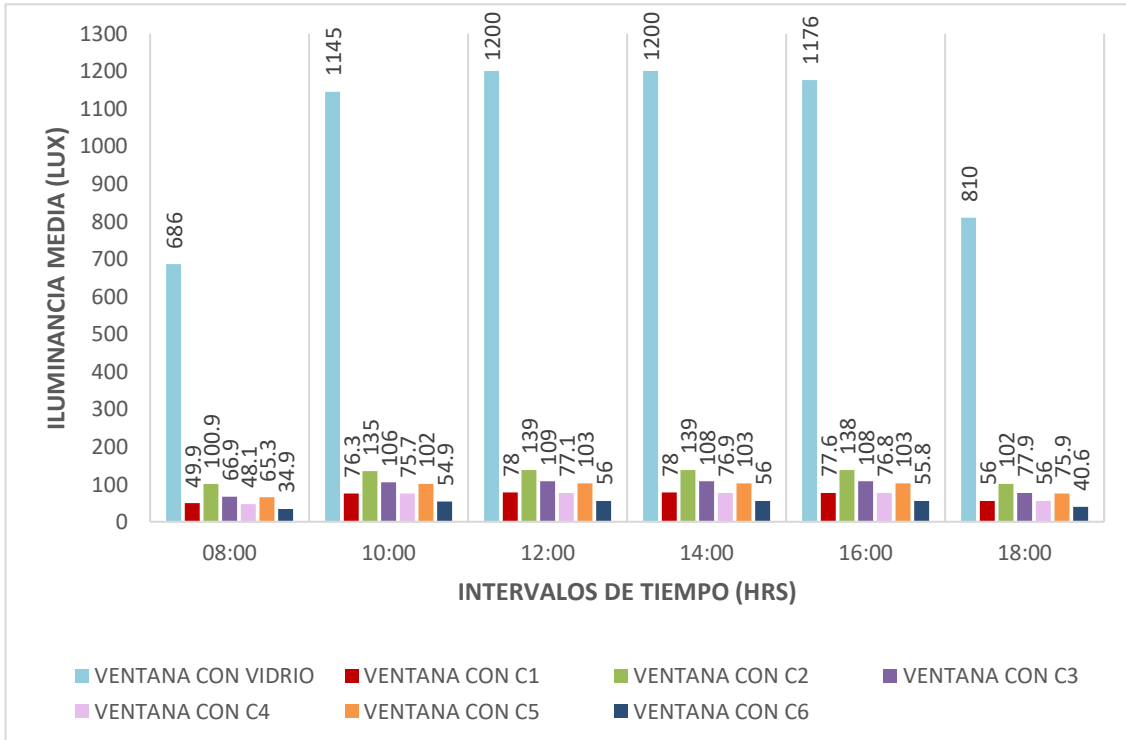
#### 5.3.1 Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018

##### 5.3.1.1 Orientación Norte

En la capital brasilera, los resultados de las simulaciones computacionales dan a conocer, tal como lo demuestra la Figura 75 y Tabla 30, que el caso de referencia (CR), presenta niveles de iluminancia superiores al de lo deseado en todos los horarios analizados.

Por otra parte, al observar los niveles de iluminancia de los modelos con cobogó vemos que casos C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia inferiores a los establecidos por norma. Ya los cobogós C3 y C5, presentan niveles adecuados de iluminancia a partir de las 10 de la mañana hasta las 16:00 horas. Por último, el cobogó C2 es aquel modelo que presenta niveles adecuados de iluminancia en todos los horarios simulados, en la orientación norte, específicamente el 22 de diciembre.

**Figura 75-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor.

**Tabla 30-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte

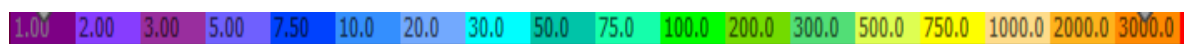
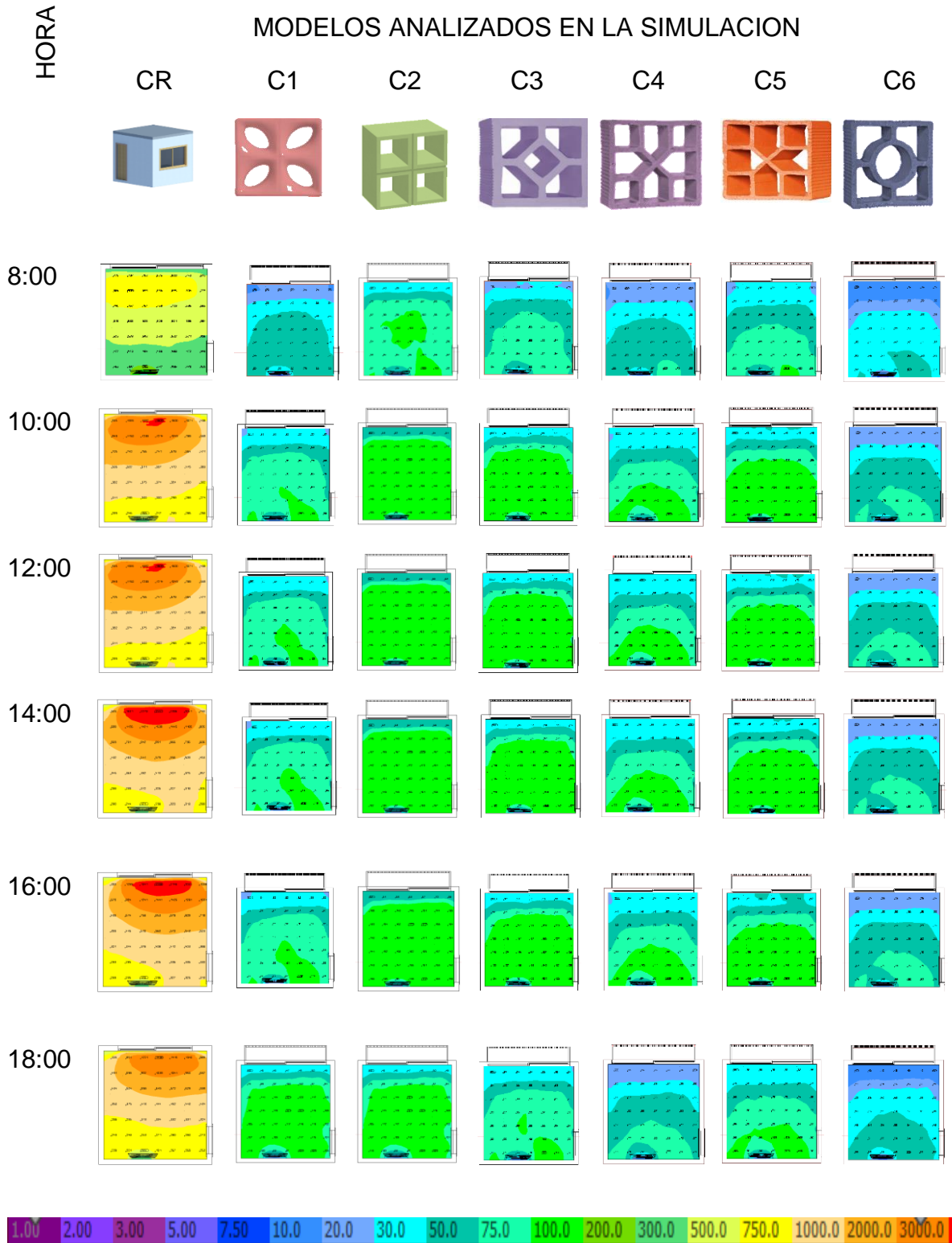
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖

● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Con relación a la uniformidad, tal como lo demuestra la Figura 76, el modelo de cobogó C2 presenta adecuados niveles de intensidad luminosa y distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación norte. Mientras que el caso de referencia CR, presenta niveles de intensidad luminosa superiores, especialmente donde están ubicadas las ventanas, haciendo que en el ambiente interno no se distribuya la iluminación natural de manera homogénea.

**Figura 76-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.



Fuente: El autor.

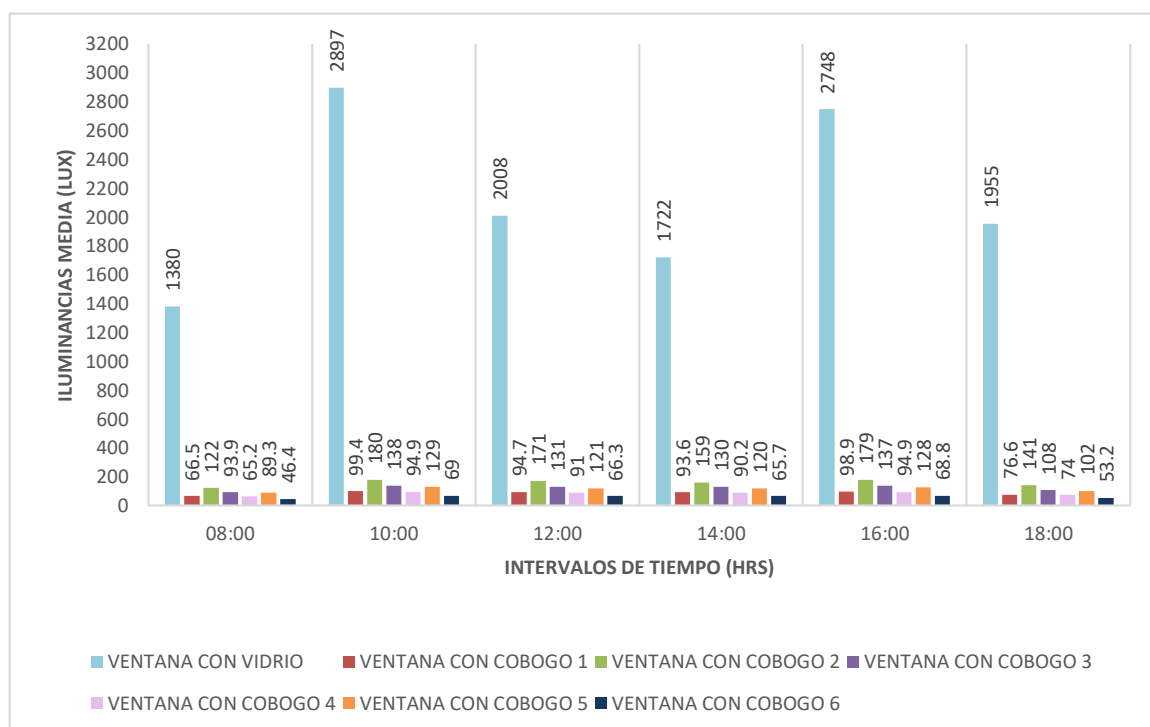
En consecuencia, en la ciudad de Brasilia, es recomendable para la orientación norte la utilización de modelo de cobogó (C2), seguido del cobogó C3 y C5 pues estos modelos cumplen con los niveles medios de iluminancia requeridos para una sala estar.

### 5.3.1.2 Orientación Sur

Las simulaciones realizadas, con respecto a la orientación sur, nos demuestran, tal como se visualiza en la Figura 77 y Tabla 31, que el caso de referencia (CR), presenta en todos los horarios analizados, niveles de iluminancia superiores a los recomendados por norma (100 lux). Estos niveles de iluminancia pueden ocasionar ofuscamiento dentro del ambiente.

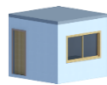
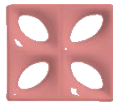


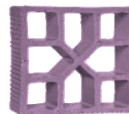
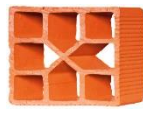

Analizando los modelos con cobogó, vemos que los casos C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia no adecuados para el tipo de ambiente que se está analizando ya que, para obtener una buena iluminación natural, lo recomendable es obtener de 100 a 300 lux. En la misma secuencia se encuentra los casos C3 y C5 que presentan niveles de iluminancia adecuados a partir de las 10 de la mañana hasta las 18:00 horas, pues a las 8 de la mañana el nivel de iluminancia está por debajo de los niveles necesarios. Sin embargo, el modelo con cobogó C2, es el que presenta en todos los horarios analizados (8:00 a 18:00 horas), niveles de iluminancia adecuados con relación a lo establecido por norma.

**Figura 77-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 31-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur

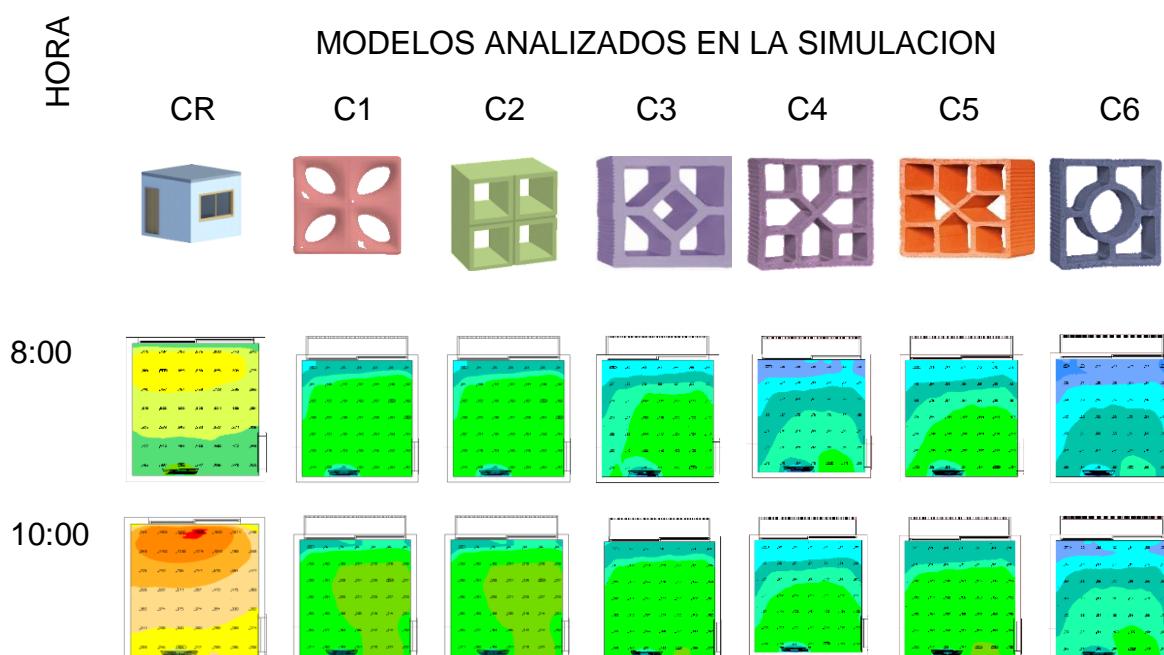
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	✓	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
18:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆

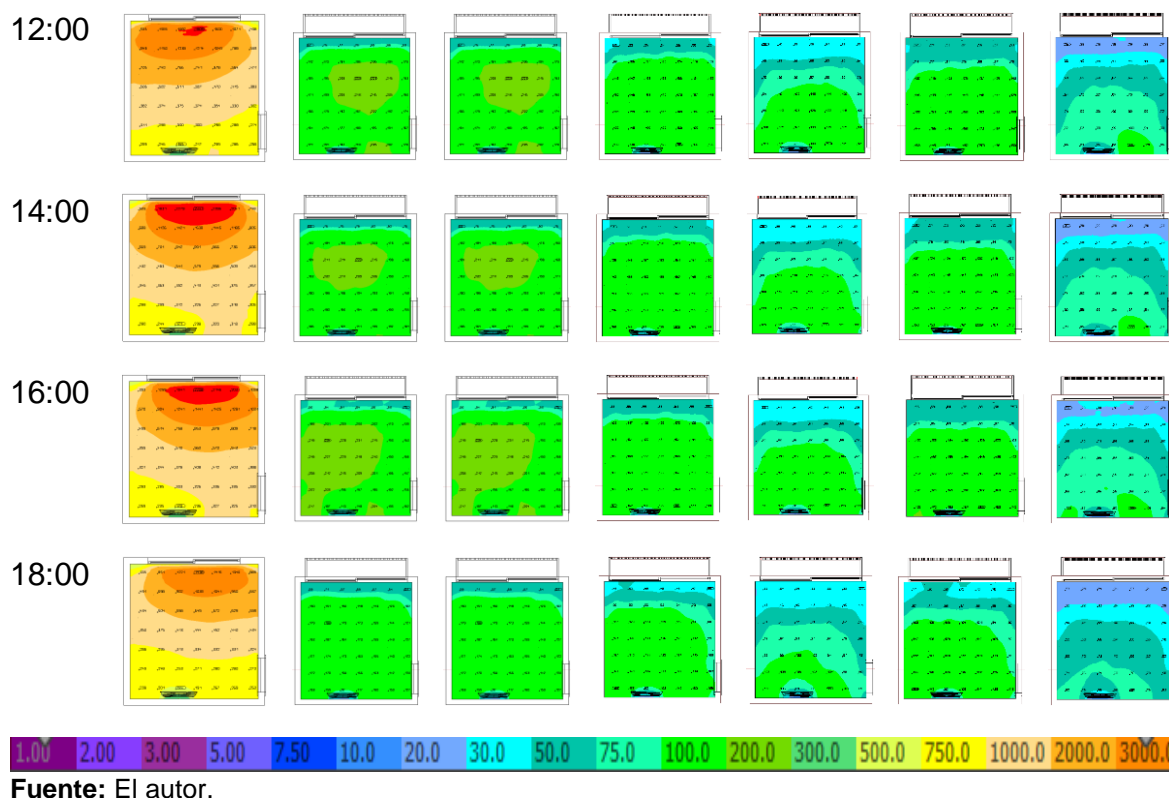
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Otro de los análisis necesarios para un buen aprovechamiento de la iluminación natural, es la uniformidad, es así que la Figura 78 da a conocer, un resumen (utilizando la técnica de colores) de la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno en el solsticio de verano, en la orientación sur.

De esta manera los análisis demuestran que el caso de referencia CR, presenta una uniformidad variable, concentrando más niveles de iluminación al lado de la ventana ocasionando de esta forma ofuscamiento en el usuario, por otra parte, el caso C2, presenta una uniformidad constante de iluminación natural, distribuida adecuadamente en el ambiente y durante todos los horarios analizados.

**Figura 78-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.



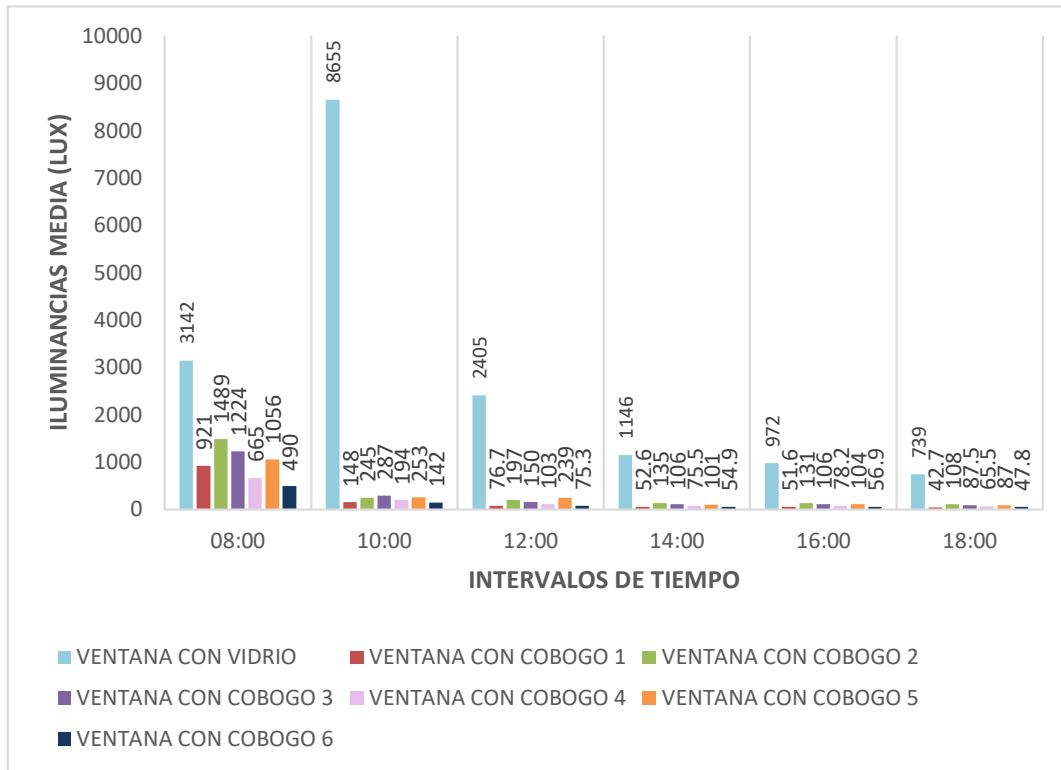
**Fuente:** El autor.

### 5.3.1.3 Orientación Este

Al analizar la Figura 79 y la Tabla 32, se concluye que, en la orientación este, el caso CR, traería consigo muchos problemas de ofuscamiento a los usuarios ya que como lo demuestra las simulaciones computacionales, en todos los horarios simulados, presenta niveles de iluminancia muy por encima de lo recomendado, específicamente en el horario de 8:00 a 12:00 del mediodía.

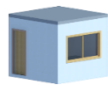






Al analizar los ambientes que utilizaron cobogó; a las 8:00 de la mañana vemos que todos los casos (C1, C2, C3, C4, C5, C6), presentan niveles de iluminación superiores a lo establecido por norma, sin embargo a partir de las 10:00 hasta las 18:00 horas, el caso C2, presenta niveles adecuados de iluminación. Ya los casos C1, C3, presentan niveles adecuados en los horarios de 10:00 a 16:00 horas, de la misma forma los casos C1 y C6, presentan niveles adecuados solo a las 10:00 de la mañana ya que a partir de las 12:00 horas los niveles de iluminancia están por debajo de los recomendados por norma.

**Figura 79-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.



Fuente: El autor.

**Tabla 32-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este

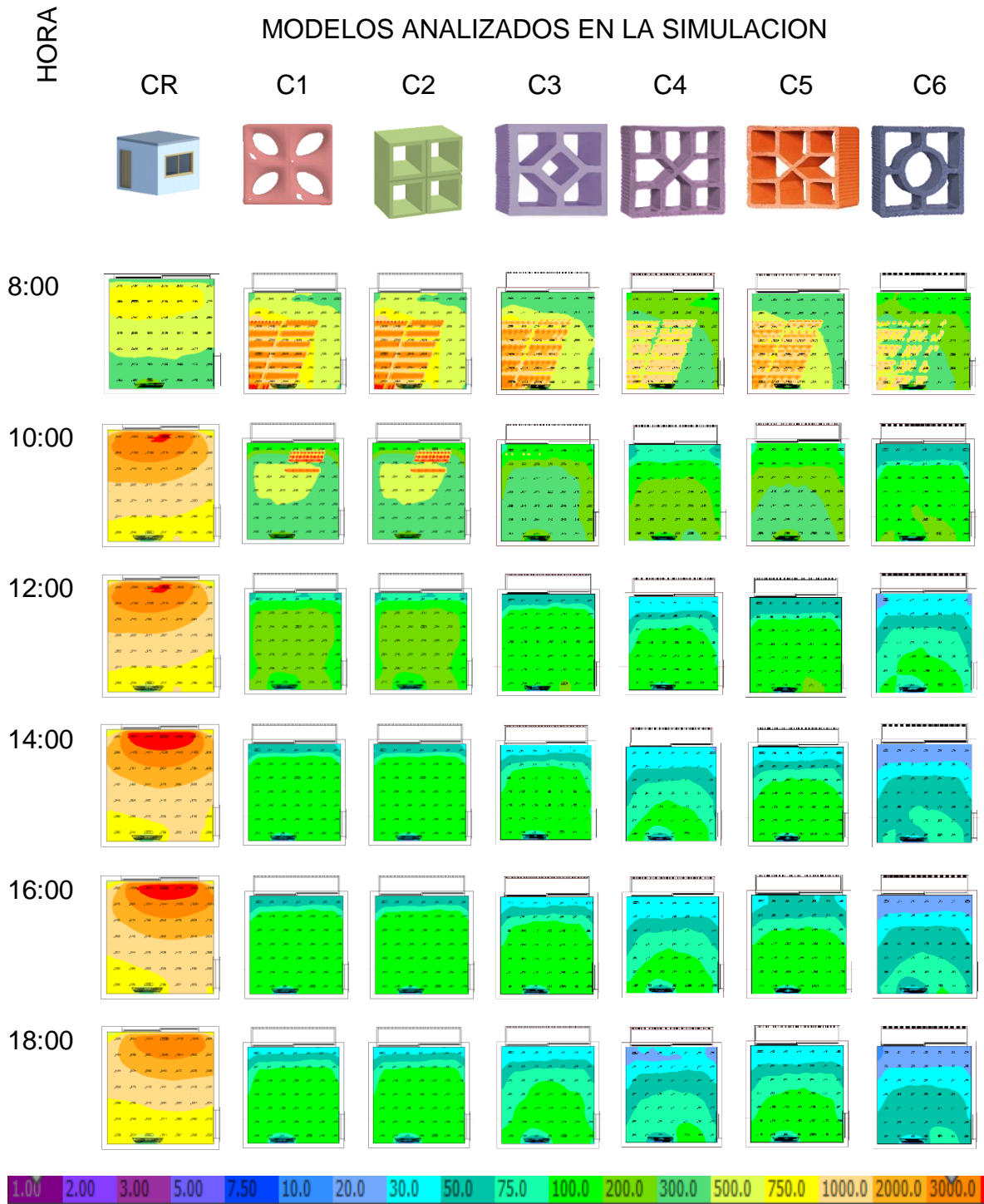
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	●	●	●	●	●	●
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	●	❖	✓	✓	✓	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖

● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Analizando la uniformidad, la Figura 80 es un resumen utilizando la técnica de colores. Estas representan la intensidad luminosa, la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia, en el ambiente interno en el solsticio de verano, en la orientación este. De esta forma se pudo visualizar, que el caso CR presenta una inadecuada uniformidad de luz en el ambiente, sin embargo el caso C2 presenta una buena distribución de luz en el ambiente, haciendo con que la uniformidad sea más homogénea dentro del ambiente.

**Figura 80-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.



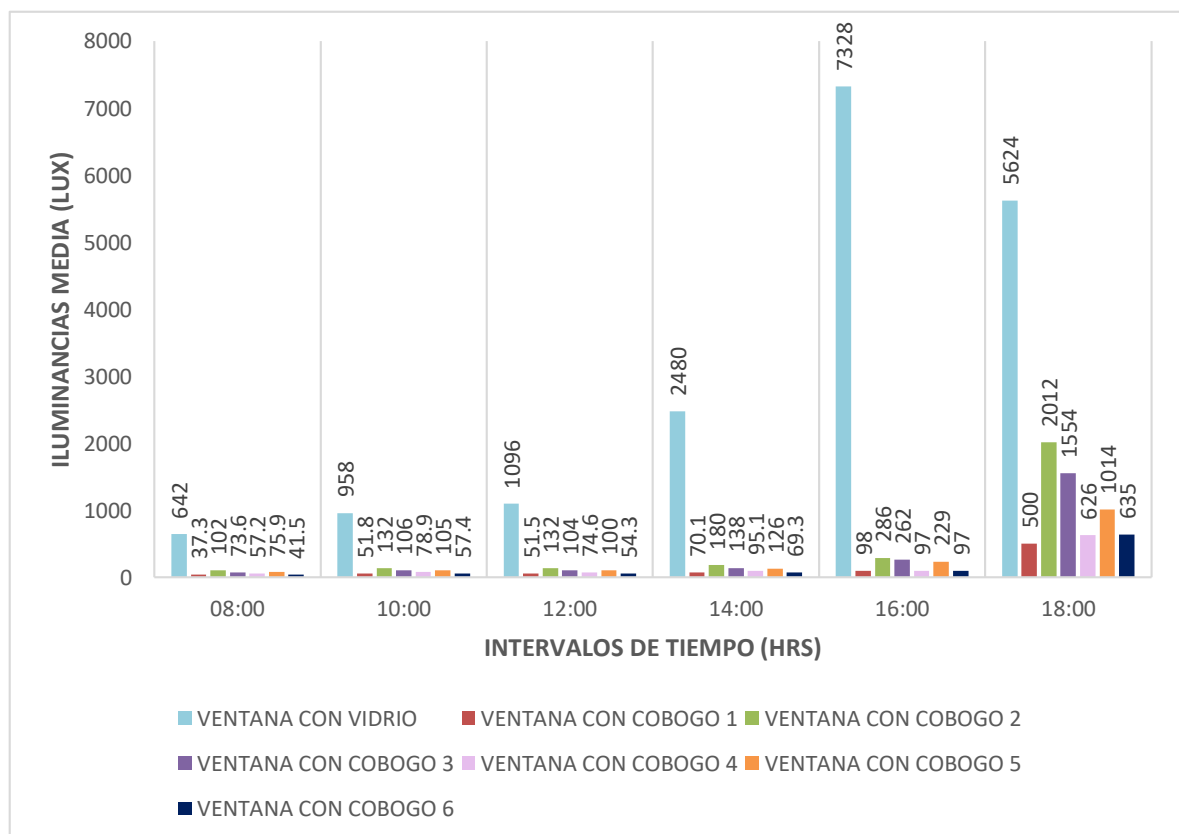
### 5.3.1.4 Orientación Oeste

Con relación a la orientación Oeste, tal como lo demuestra la Figura 81 y la Tabla 33, el caso de referencia CR, presenta picos muy elevados de iluminancia, especialmente en el horario de las 16:00 hasta las 18:00 horas, por lo que en ese horario este tipo de modelo de abertura sin protección traerá consigo ofuscamiento y malestar en los usuarios.

De la misma forma, si analizamos los ambientes con cobogó, observamos que, en el horario de las 18:00 horas, todos los modelos de cobogós analizados, presentan niveles elevados de iluminancia, no tan elevados comparándolos con el modelo CR, pero que también pueden ocasionar ofuscamiento en el ambiente interno.

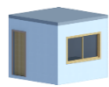
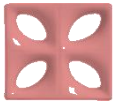


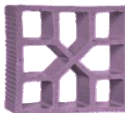


Por otra parte el C2 es el que presenta niveles de iluminancia adecuados de 8:00 a las 16:00 horas, convirtiéndolo en un modelo de cobogó recomendado para esta orientación; los otros cobogós C1, C4 y C6 presentan en el periodo de 8:00 a 16:00 horas, niveles de iluminación inferiores a los necesarios (100 lux), ya los modelos C3 y C5 presentan buen nivel de iluminancia a partir de las 10:00 horas hasta las 16:00 horas.

**Figura 81-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 33-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

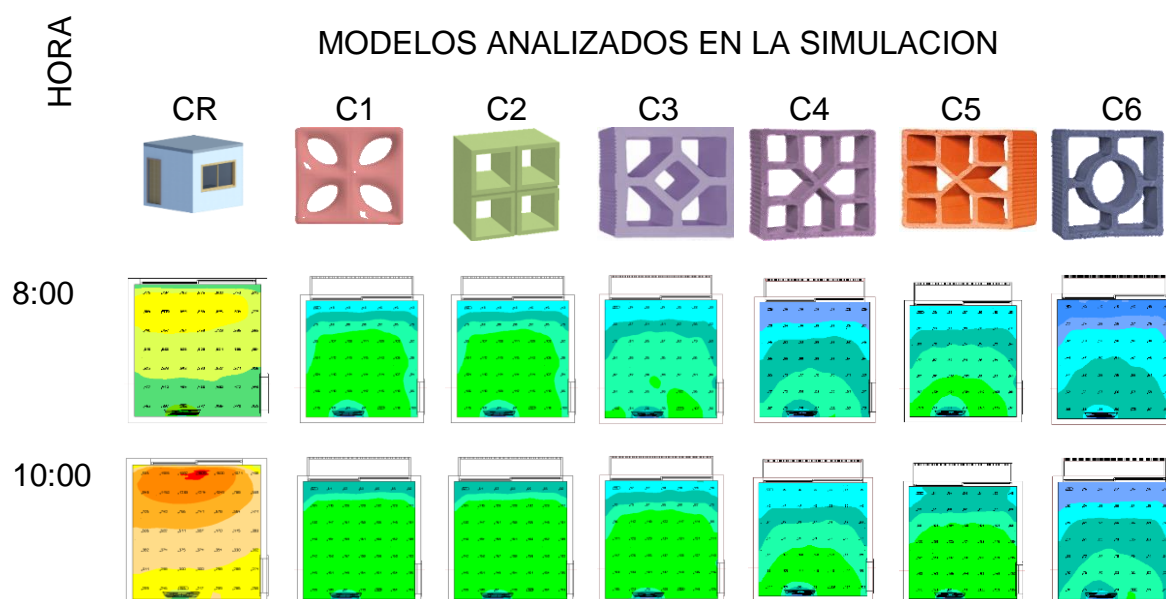
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	✓	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
18:00	●	●	●	●	●	●	●

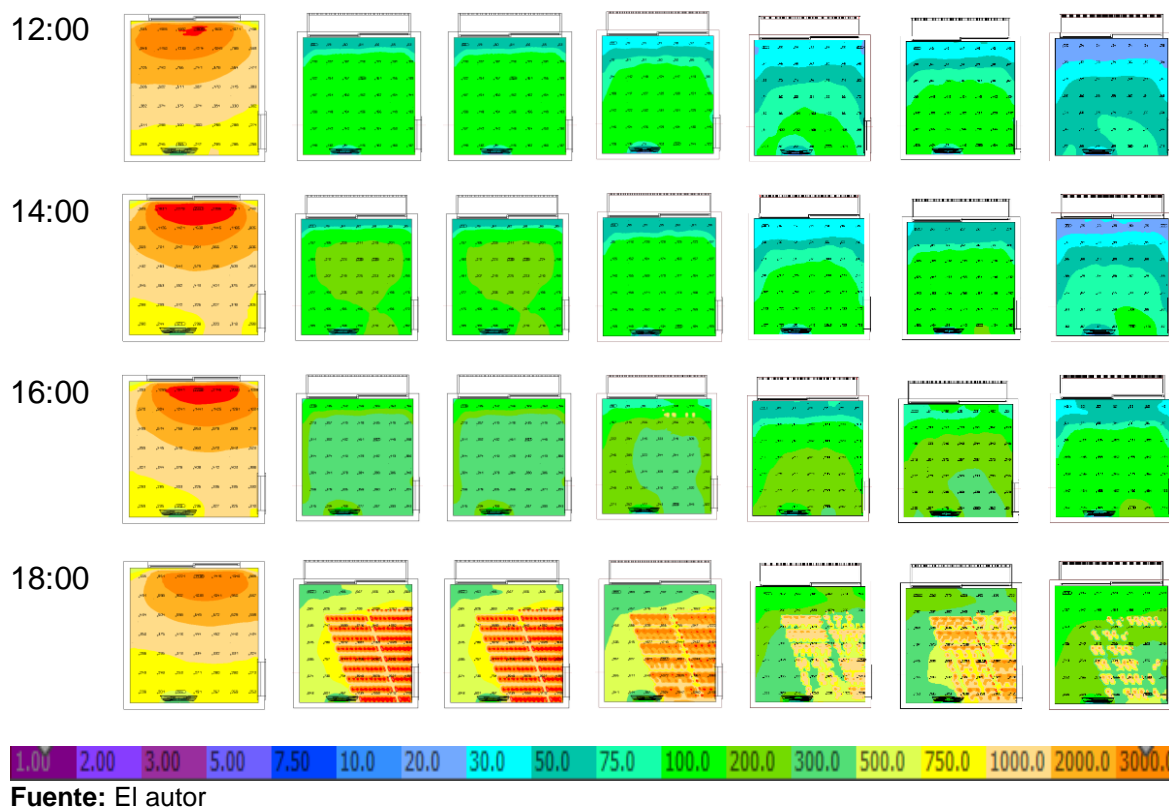
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Las imágenes presentadas en la Figura 82, es un resumen utilizando la técnica de colores, estas representan la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación oeste.

De esta forma las imágenes nos dan a conocer que un ambiente con ventana sin ninguna protección externa, trae consigo además de niveles superiores de iluminación, una distribución de la luz inadecuada, trayendo consigo ofuscamiento especialmente en los lugares donde está proyectada la ventana, sin embargo si utilizamos un tipo de elemento de protección solar en este caso el tipo de cobogó C2 los niveles de iluminancia son adecuados en el ambiente interno de la sala esta además de distribuir uniformemente la luz natural dentro del ambiente.

**Figura 82-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



En consecuencia, como los demuestran los análisis presentados, en la ciudad de Brasilia, capital del Brasil, en la orientación oeste, es recomendable utilizar el tipo de cobogó C2, ya que este presenta adecuados niveles de iluminancia, acordes con lo establecido por las normas consultadas.

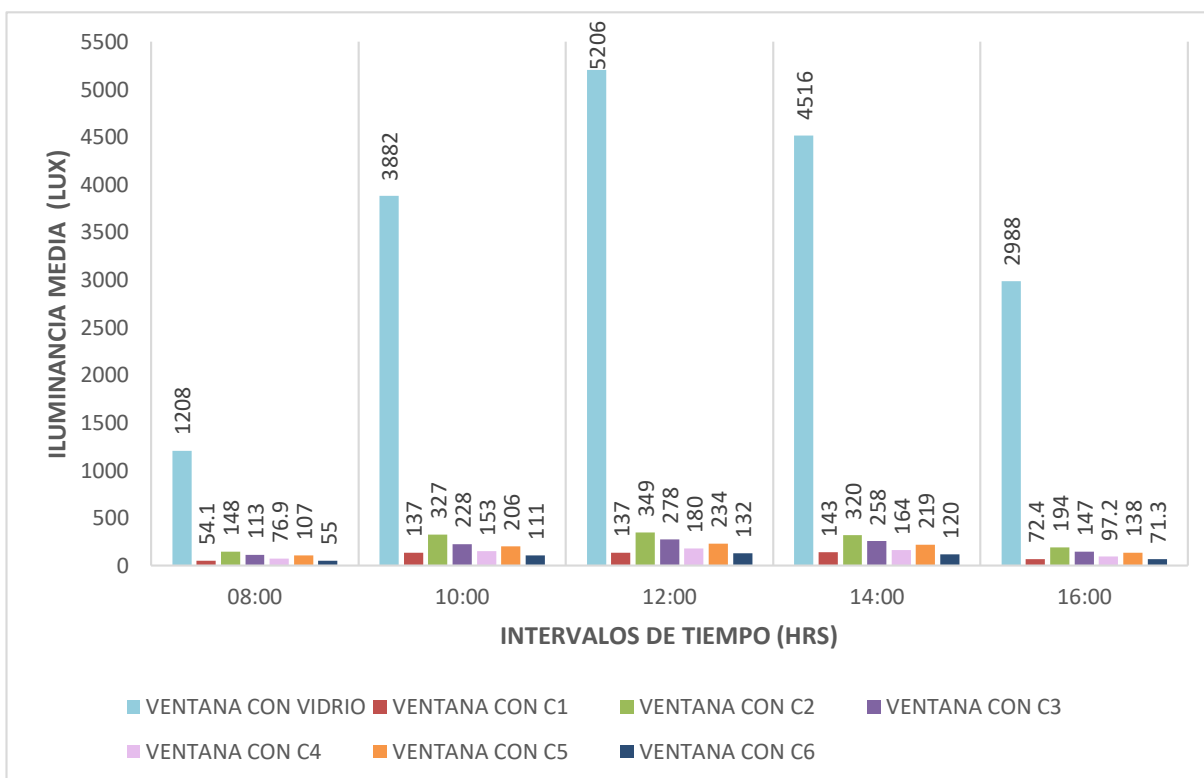
### 5.3.2 Solsticio de Invierno + 1 día = 22/06/2018

#### 5.3.2.1 Orientación Norte

Con relación al solsticio de invierno, en la orientación norte, como se ilustra en la Figura 83 y Tabla 34, los valores presentados por el caso de referencia CR, son en todos los horarios analizados, niveles de iluminancia muy por encima de lo establecido por norma. Estos valores pueden ocasionar problemas de ofuscamientos en el usuario.

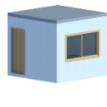
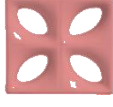


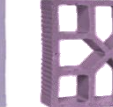


Analizando los modelos de cobogós, observamos que los casos C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia adecuados solo en los horarios de 10:00 de la mañana a 2 de la tarde, ya que a las 8:00 de la mañana y a las 16:00 horas los valores arrojados están por debajo de los valores establecidos por norma.

Sin embargo, los modelos C2, C3 y C5, presentan adecuados niveles de iluminancia en todos los horarios simulados, niveles que están en relación con los niveles establecidos por norma (100 lux).

**Figura 83-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.

**Fuente:** El autor.

**Tabla 34-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte

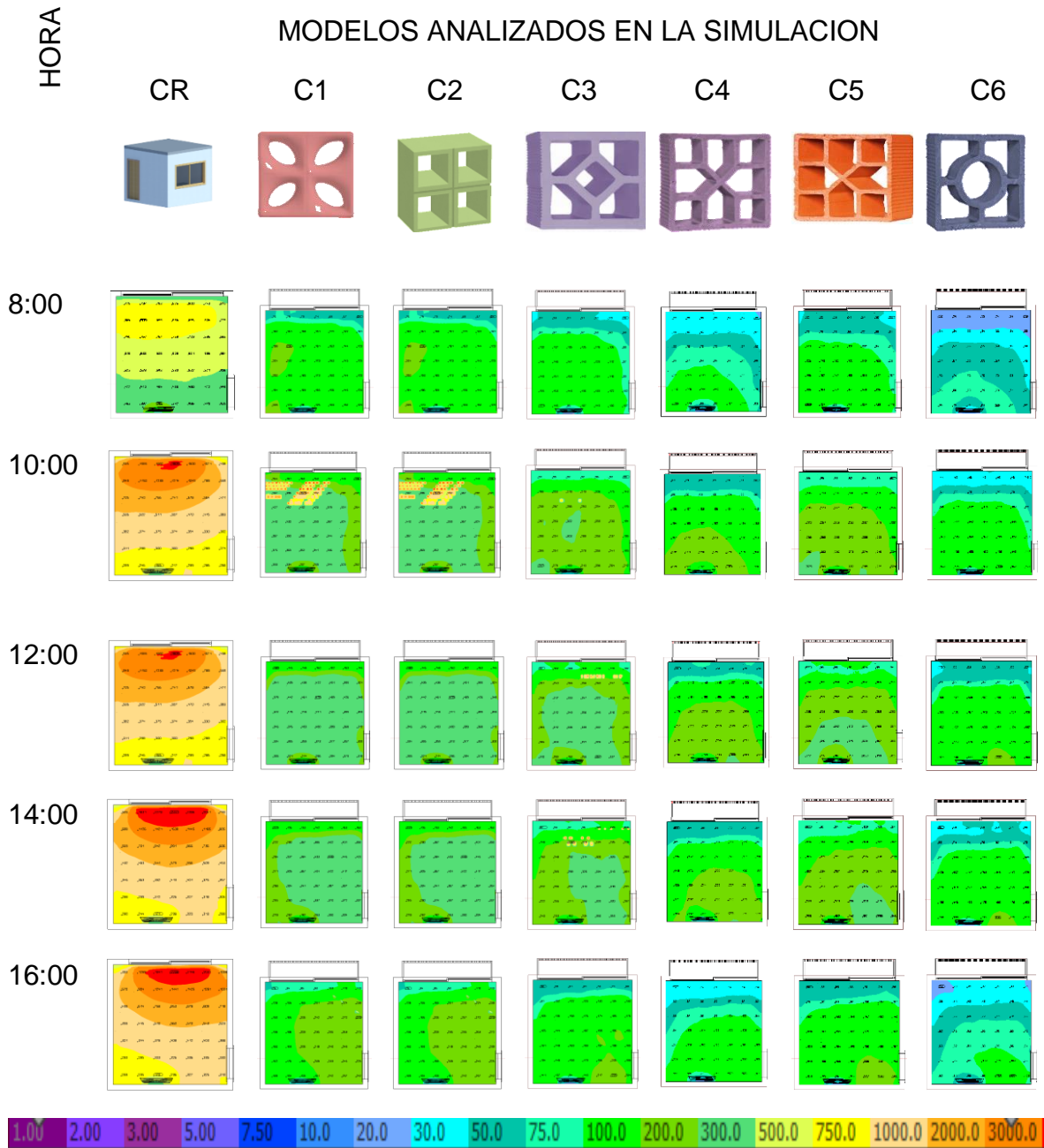
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆

● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Con respecto a la uniformidad y la distribución de la luz, la Figura 84 nos da a conocer que el caso CR, la distribución no es homogénea, presentando valores elevados y por consiguiente ofuscamiento a lado de la ventana, sin embargo los cobogós C2, C3 y C5 presentan una adecuada distribución y uniformidad de iluminancia, esto se debe a que los modelos de cobogó actúan como elementos que distribuyen la luz de manera homogénea en todo el ambiente interno.

**Figura 84-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.



**Fuente:** El autor.

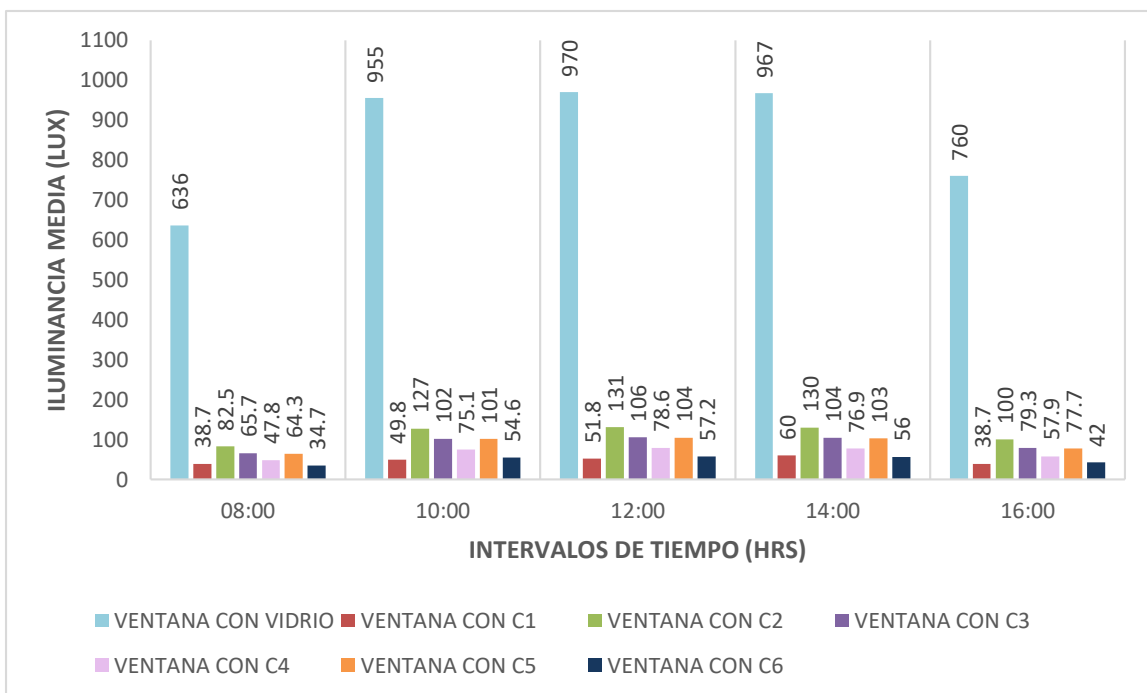
En consecuencia, en la ciudad de Brasilia, en la orientación norte, en invierno se recomienda la utilización de los cobogós C2, C3 y C5, ya que estos según el análisis de las simulaciones computacionales, son los que presentan niveles de iluminancia adecuados con relación a los establecidos por norma (mayor que 100 lux).

5.3.2.2 Orientación Sur

En la orientación sur, tal como se observa en la Figura 85 y la Tabla 35, el modelo de referencia CR, presenta niveles de iluminación superiores a los 100 lux, haciendo que en todo el día puede ocasionar ofuscamiento.

Analizando los modelos de cobogó se concluye que los modelos C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia muy por debajo de lo establecido por norma, sin embargo los modelos de cobogó C2, presenta niveles adecuados de iluminancia a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, ya los casos C3 y C5, solo presenta adecuados niveles de iluminancia a partir de las 10:00 hasta las 14:00 horas.

Figura 85- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

Tabla 35- Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖

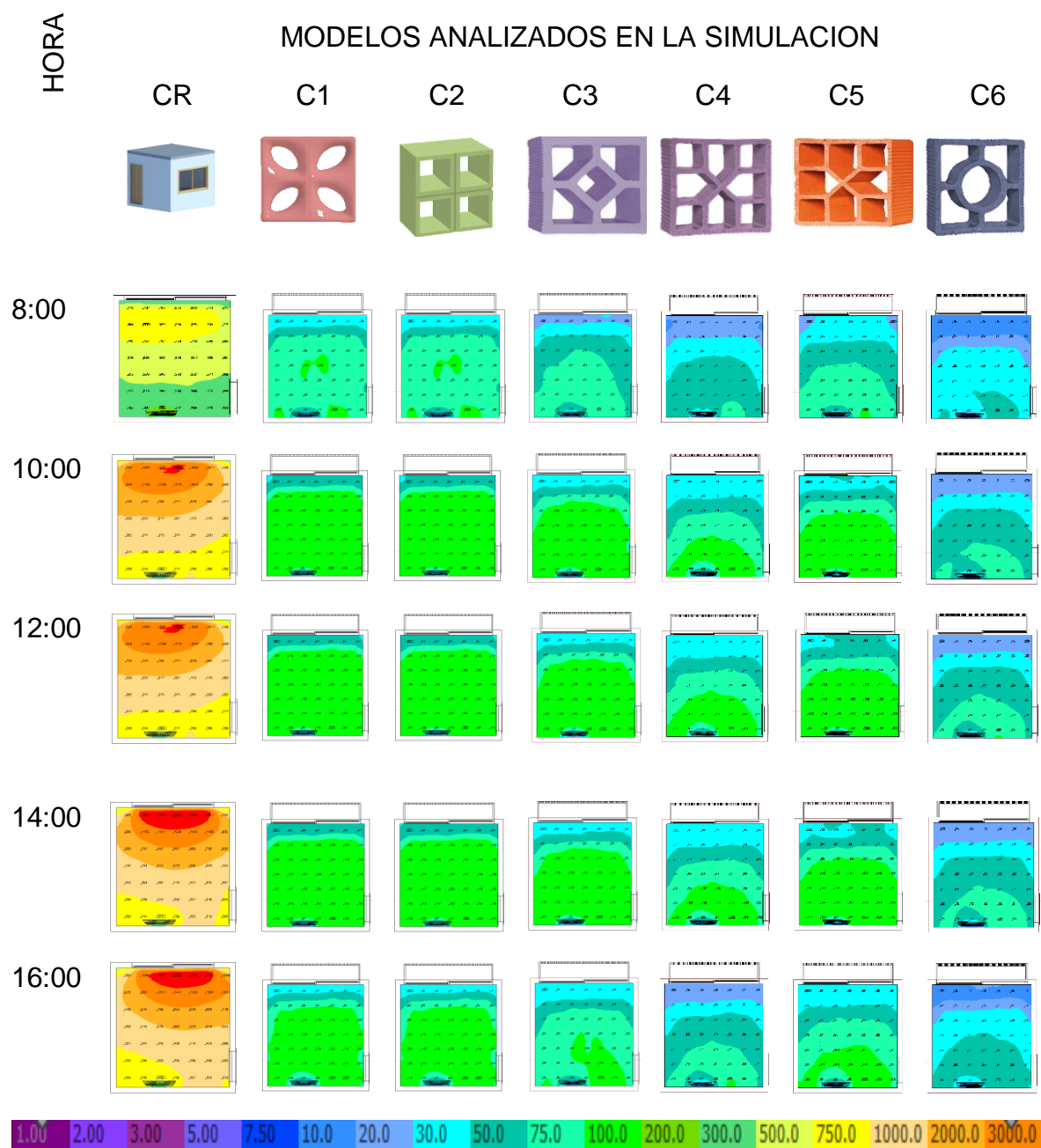
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor

La Figura 86, representa la utilización de colores en el ambiente, para determinar el nivel de iluminancia, la uniformidad y la distribución de la iluminación en la sala estar. De esta forma, se observa que el modelo C2, presenta una buena distribución de iluminación en la sala, seguido de los modelos C3 y C5; ya los otros modelos la uniformidad no es constante, especialmente el caso CR que su uniformidad no es homogénea en todo el ambiente interno.

En consecuencia, en la orientación sur es necesaria la utilización del cobogó C2 para obtener una buena iluminación natural dentro del ambiente interno de una sala estar ubicada en la ciudad de Brasilia.

**Figura 86-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.



Fuente: El autor.

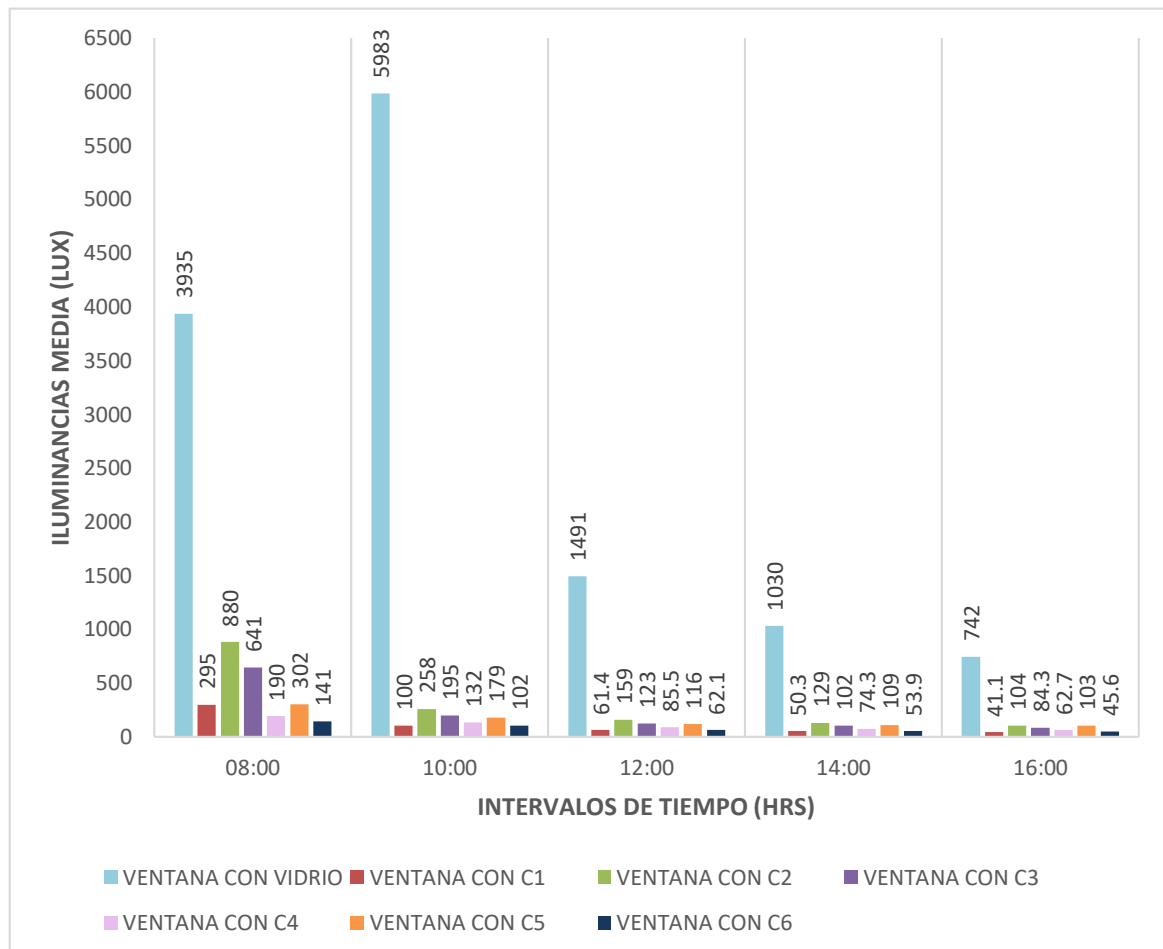
### 5.3.2.3 Orientación Este

Según la Figura 87 y la Tabla 36, las simulaciones computacionales para el solsticio de invierno con respecto a la orientación este, nos reflejan que el caso CR, presenta niveles de iluminancia elevados, sobre todo en los horarios de 8:00 de la mañana hasta las 12:00 horas.

Analizando los modelos, propuestos con la utilización de cobogós, observamos que el C1, C4 y C5, presentan un adecuado nivel de iluminancia solo en los horarios simulados de 8:00 a 10 de la mañana, mientras que de 12:00 a 16:00, los resultados de estas simulaciones son inferiores a los establecidos por norma (100 lux). Ya los casos C2 y C3 presentan niveles adecuados a partir de las 10:00 horas hasta las 16:00 horas, pues en el horario de las 8:00 de la mañana los niveles de iluminancia son superiores a los establecidos por norma.

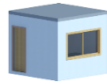
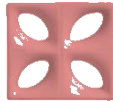


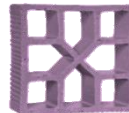

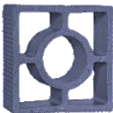
Sim embargo, el caso C5, presenta niveles de iluminancia adecuados y en concordancia con lo establecido por norma, en todos los horarios simulados, convirtiendo a este modelo en el recomendado para este tipo de orientación.

**Figura 87-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 36-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	✓	●	●	✓	✓	✓
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	◆	◆	◆	✓	◆

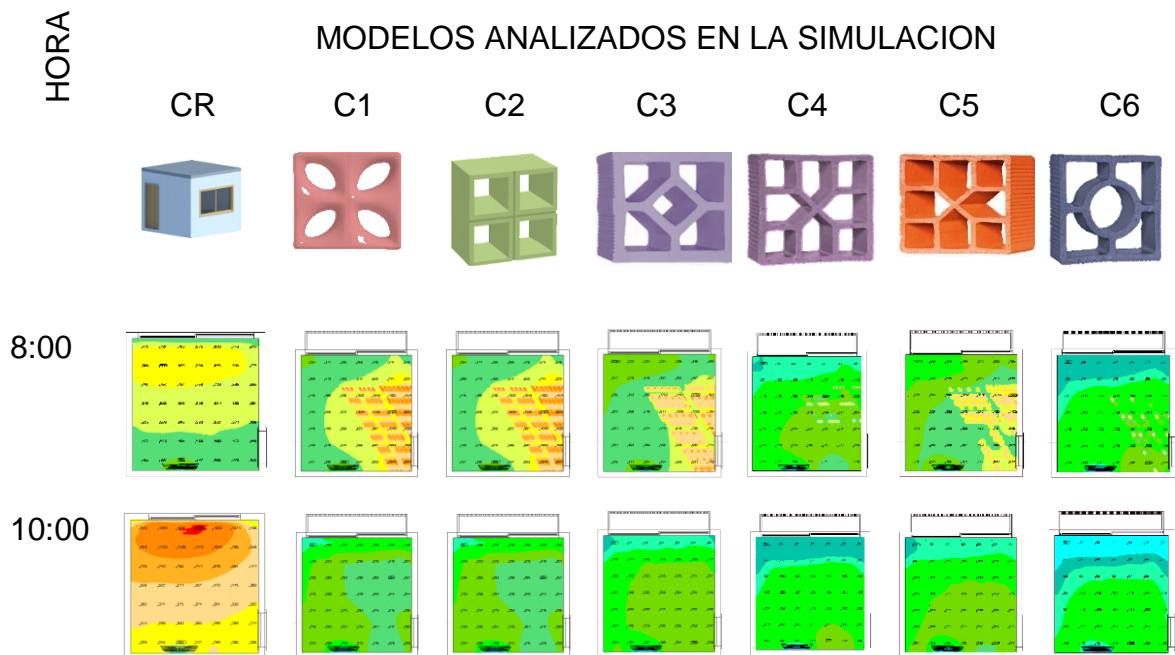
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

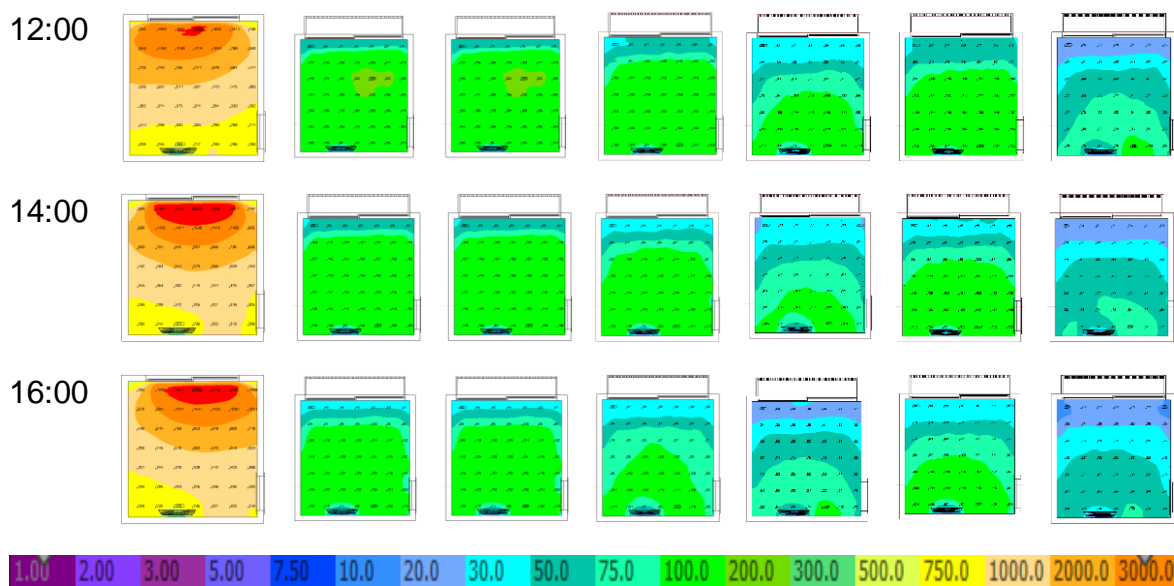
Fuente: El autor.

Analizando la uniformidad, la Figura 88, nos revela que el caso C5 presenta una adecuada distribución de la luz en el ambiente interno, a este modelo le siguen los modelos C2 y C3 que en el horario de 10: 00 a 16:00 horas la uniformidad es constante.

Sin embargo, analizando el caso CR, la visualización en colores falsos nos revela que la distribución no es adecuada ni uniforme en todo el ambiente, habiendo si, una concentración de luz, al lado de las ventanas y más aún en el horario de las 8. 00 horas, haciendo con que este ambiente provoque ofuscamiento en el usuario

**Figura 88-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.





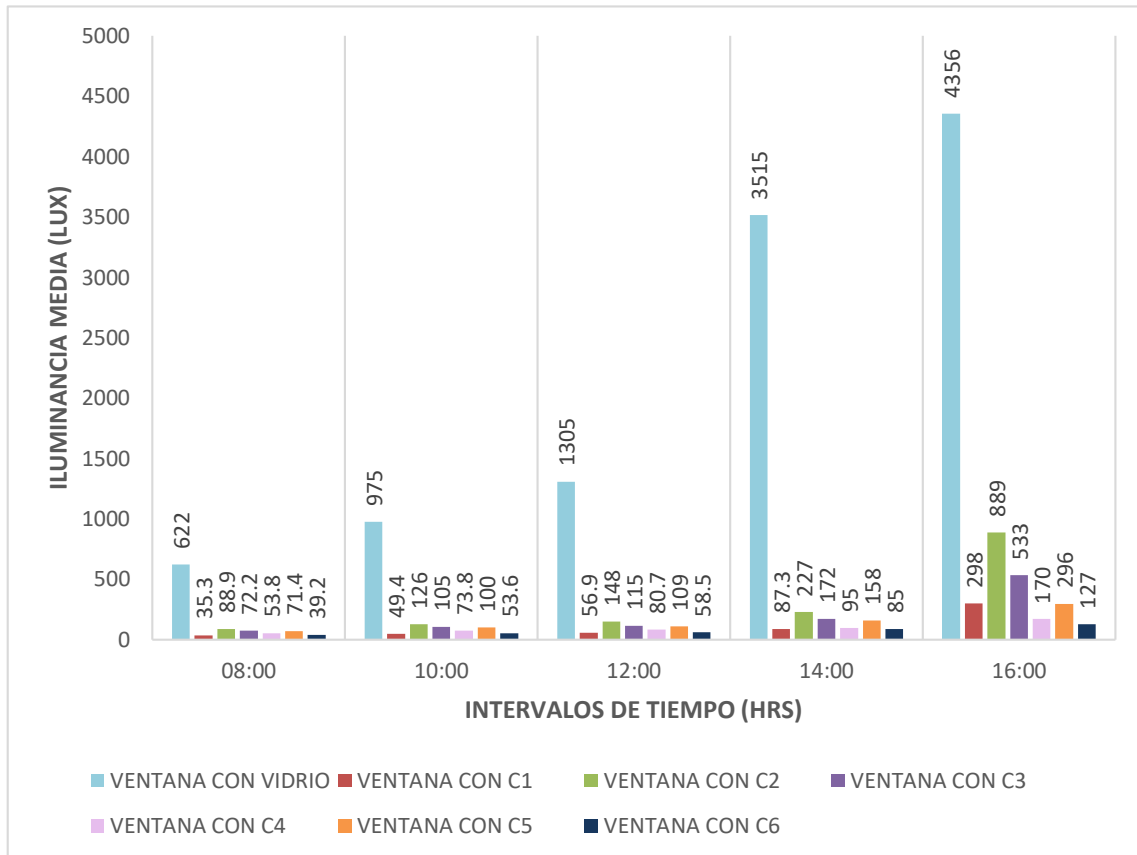
**Fuente:** El autor.

#### 5.3.2.4 Orientación Oeste

Para el solsticio de invierno, en la orientación oeste, las simulaciones computacionales, tal como se observa en la Figura 89 y Tabla 37, dan a conocer que el modelo CR en todos los horarios analizados el nivel de iluminancia media es elevado en consideración con los niveles recomendados, especialmente en el horario de 14:00 a 16:00 horas.

Analizando los modelos con cobogó, se observa que el caso C1, C4 y C6 presenta niveles de iluminancia inferiores a lo recomendado a partir de las 8:00 hasta las 14:00 horas, ya a las 16:00 los niveles de iluminancia son adecuados. El modelo cobogó C2 y C3, en el horario de las 8:00 de la mañana, sus niveles de iluminancia simulados son inferiores, a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 14:00 horas, presenta niveles adecuados de iluminancia, pero a las 16:00 horas el nivel de iluminancia es superior a lo esperado por norma (100 lux). Por último el modelo de cobogó C5, partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas presenta niveles adecuados de iluminancia, considerándolo de esta forma como el modelo de cobogó apto a ser utilizado en la orientación oeste.

**Figura 89-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



Fuente: El autor.

**Tabla 37-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

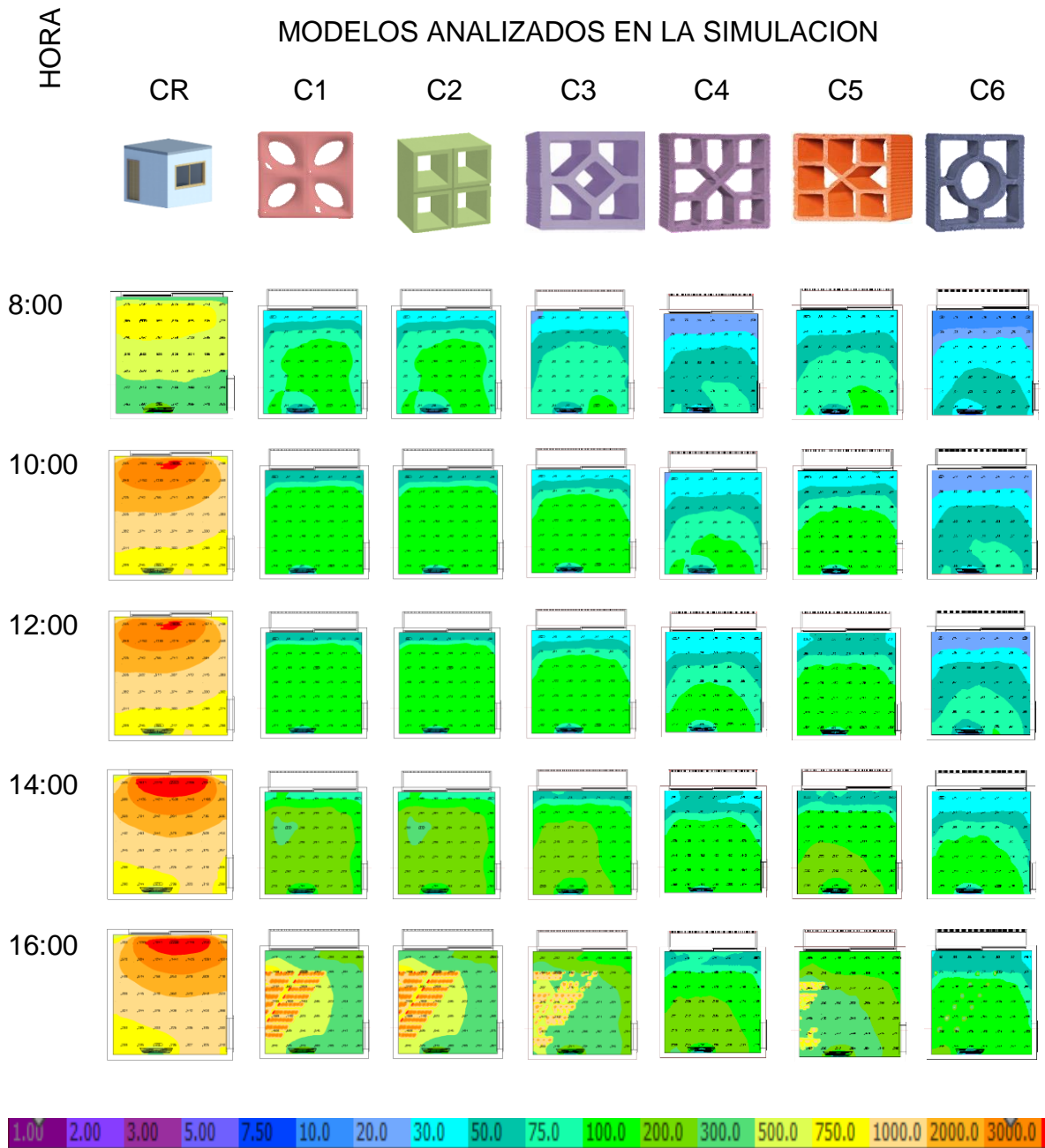
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	✓	❖	❖	✓	✓	✓

● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

De la misma manera, en la Figura 90, se observa que efectivamente el modelo de cobogó C5 es el que presenta una mejor uniformidad de iluminación dentro del ambiente interno, pues este modelo arquitectónico distribuye homogéneamente la iluminación, haciendo con que el usuario que este en el interior sienta niveles de confort adecuados. Si no existiese un elemento arquitectónico de protección solar, como se visualiza en las figuras, y tablas analizadas, como es el caso CR, este podría traer consigo problemas de visión y/u ofuscamiento en el usuario.

**Figura 90-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



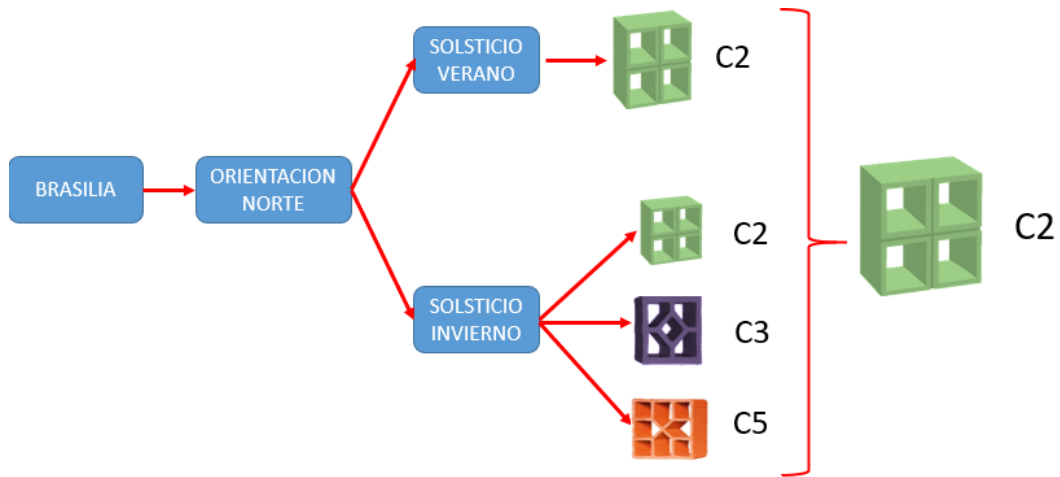
Fuente: El autor.

### 5.3.3 Resumen del análisis para la ciudad de Brasilia (lat. 15° 55´ - Sur, ZB 4)

Después de haber analizado cada una de las simulaciones se concluye que:

En la orientación norte, tanto para el invierno como para el verano, tal como lo demuestra la Figura 91, el modelo de cobogó que más se adecua en este tipo de clima, es el modelo de cobogó C2.

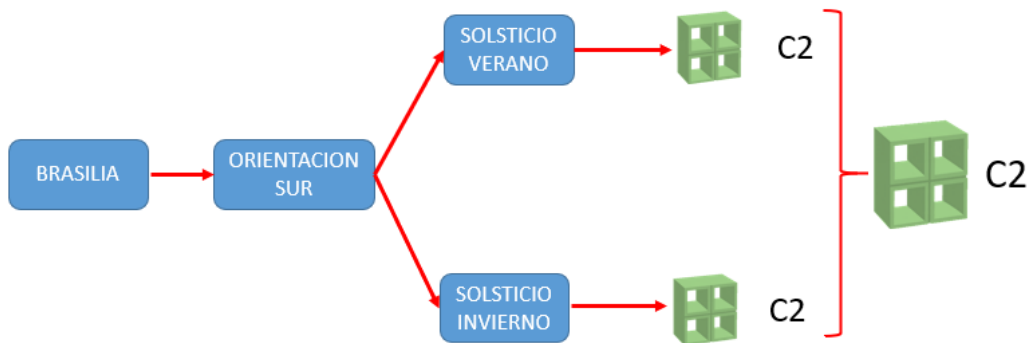
**Figura 91-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.



**Fuente:** El autor.

En la orientación sur, el modelo recomendado según la Figura 92 es el modelo de cobogó C2.

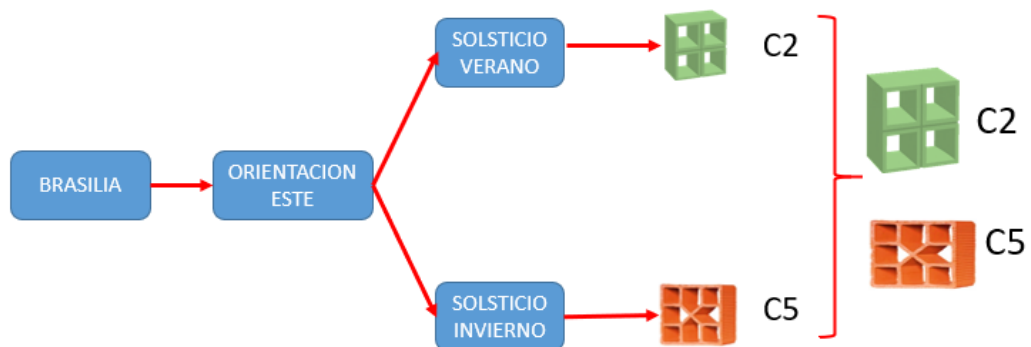
**Figura 92-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación este, como lo da a conocer la Figura 93, los modelos más recomendados son el C5.

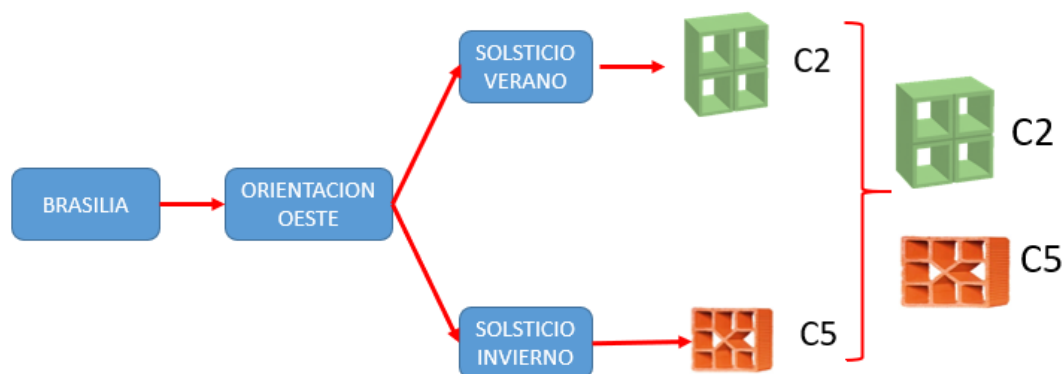
**Figura 93-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación oeste, como lo da a conocer la Figura 94, los modelos más recomendados son el C2 y C5.

**Figura 94-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.



**Fuente:** El autor.

#### 5.4 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE CAMPO GRANDE (lat. 20° 26´ - Sur, ZB 6)

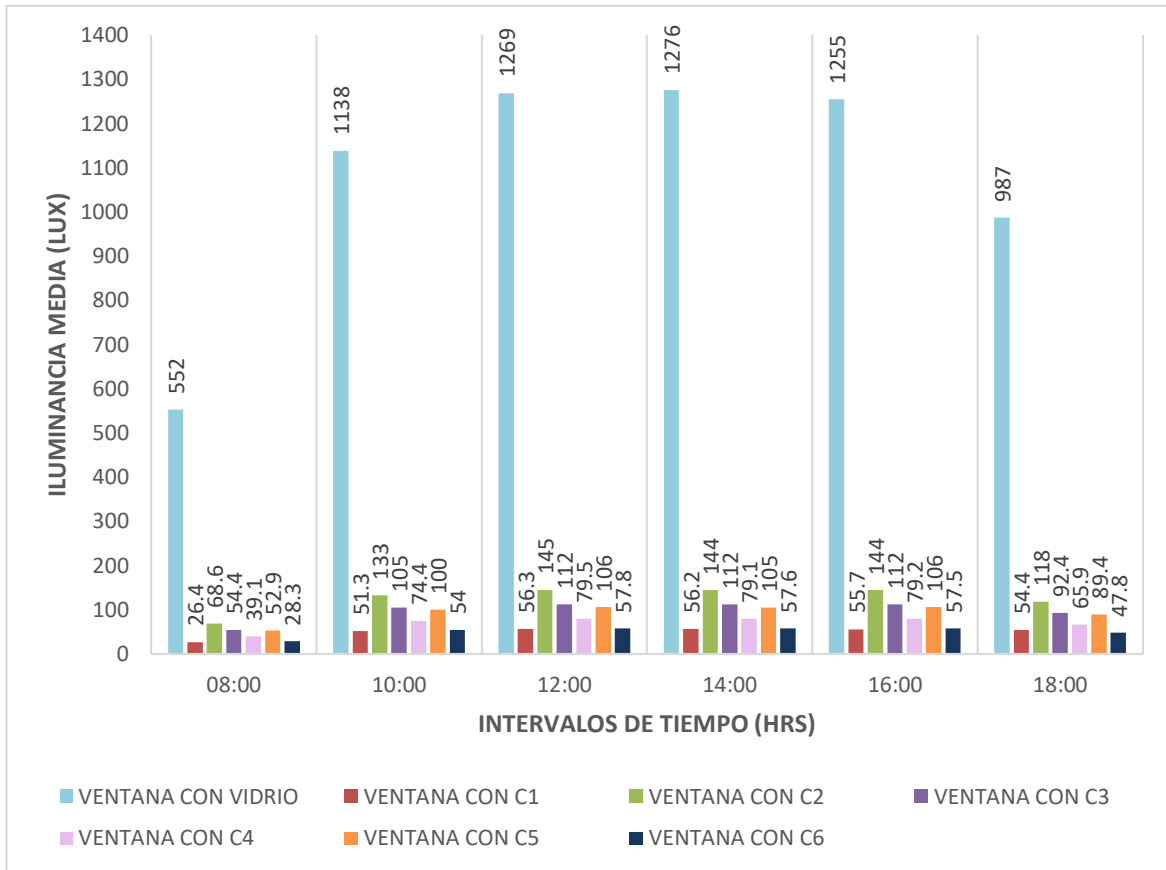
##### 5.4.1 Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018

###### 5.4.1.1 Orientación Norte

En la ciudad de Campo Grande, en la orientación norte, tal como demuestra la Figura 95 y Tabla 38, que el caso de referencia (CR), presenta niveles de iluminancia superiores al de lo deseado en todos los horarios analizados, especialmente en los horarios de 8 de la mañana a 6 de la tarde.

Al observar, los niveles de iluminancia de los modelos, con la utilización de cobogó, vemos que casos C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia inferiores a los establecidos por norma. Ya los cobogós C3 y C5, presentan niveles adecuados de iluminancia a partir de las 10 de la mañana hasta las 16:00 horas, pues a las 8 de la mañana y 6 de la tarde los niveles de iluminancia son inferiores a los 100 lux. Por último, el caso C2, es aquel modelo, que presenta niveles adecuados de iluminancia desde las 10 de la mañana, hasta las 6 de la tarde, convirtiendo a este modelo en el adecuado para la orientación norte, en el verano.

**Figura 95-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor.

**Tabla 38-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖

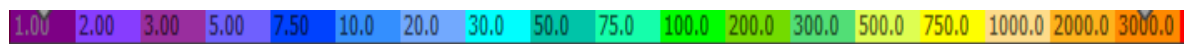
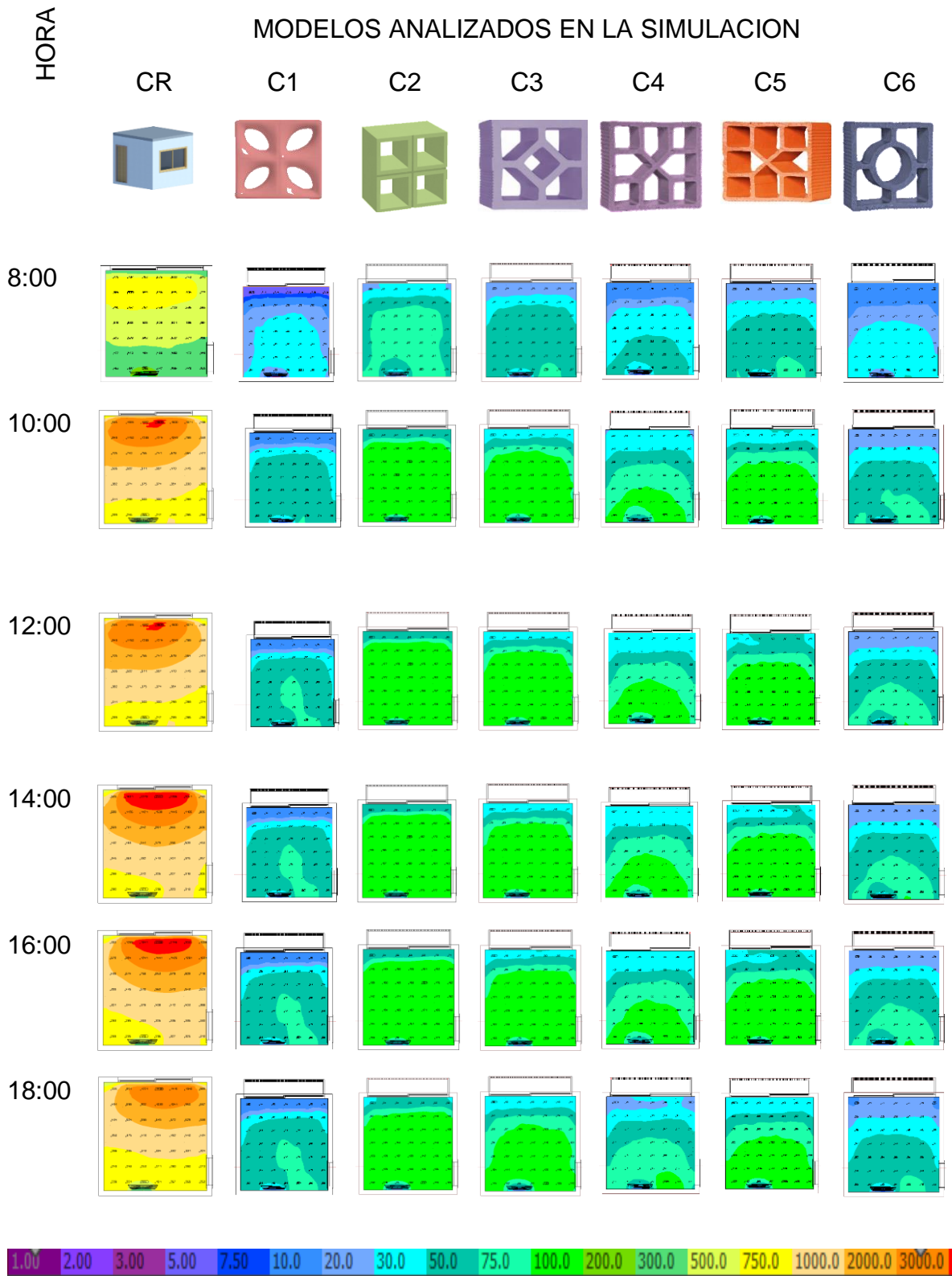
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Con relación a la uniformidad, la Figura 96, nos da a conocer, que el modelo de cobogó C2, presenta adecuados niveles de intensidad luminosa y distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación norte, especialmente a partir de las 10 de la mañana, hasta las 18:00 horas. Sin embargo, el caso de referencia CR, presenta niveles de intensidad luminosa

superiores, especialmente donde están ubicadas las ventanas, haciendo que, en el ambiente interno, no se distribuya la iluminación natural de manera homogénea.

**Figura 96-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.



Fuente: El autor.

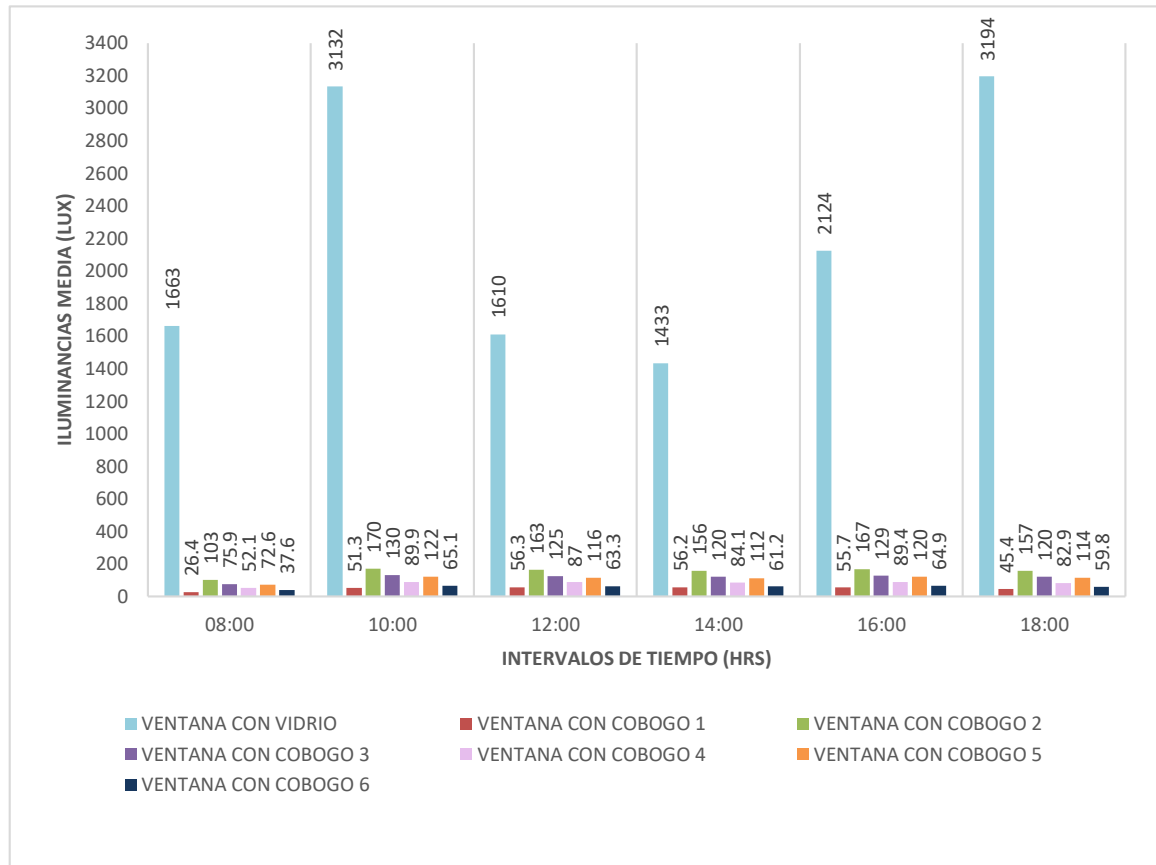
### 5.4.1.2 Orientación Sur

Las simulaciones realizadas, con respecto a la orientación sur, nos demuestran, tal como se visualiza en la Figura 97 y Tabla 39, que el caso de referencia (CR), presenta en todos los horarios analizados, niveles de iluminancia superiores a los recomendados por norma (100 lux). Estos niveles de iluminancia pueden ocasionar ofuscamiento dentro del ambiente.

Analizando los modelos con cobogó, vemos que los casos C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia no adecuados para el tipo de ambiente que se está analizando, ya que, para obtener una buena iluminación natural, lo recomendable es obtener de 100 a 300 lux. En la misma secuencia se encuentra los casos C3 y C5 que presentan niveles de iluminancia adecuados a partir de las 10 de la mañana hasta las 18:00 horas, pues a las 8 de la mañana el nivel de iluminancia está por debajo de los niveles necesarios.

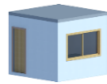
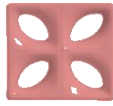


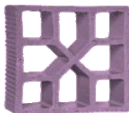
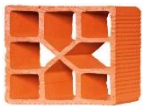

Sin embargo, el modelo con cobogó C2, es el que presenta en todos los horarios analizados (8:00 a 18:00 horas), niveles de iluminancia adecuados con relación a lo establecido por norma.

**Figura 97-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 39-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

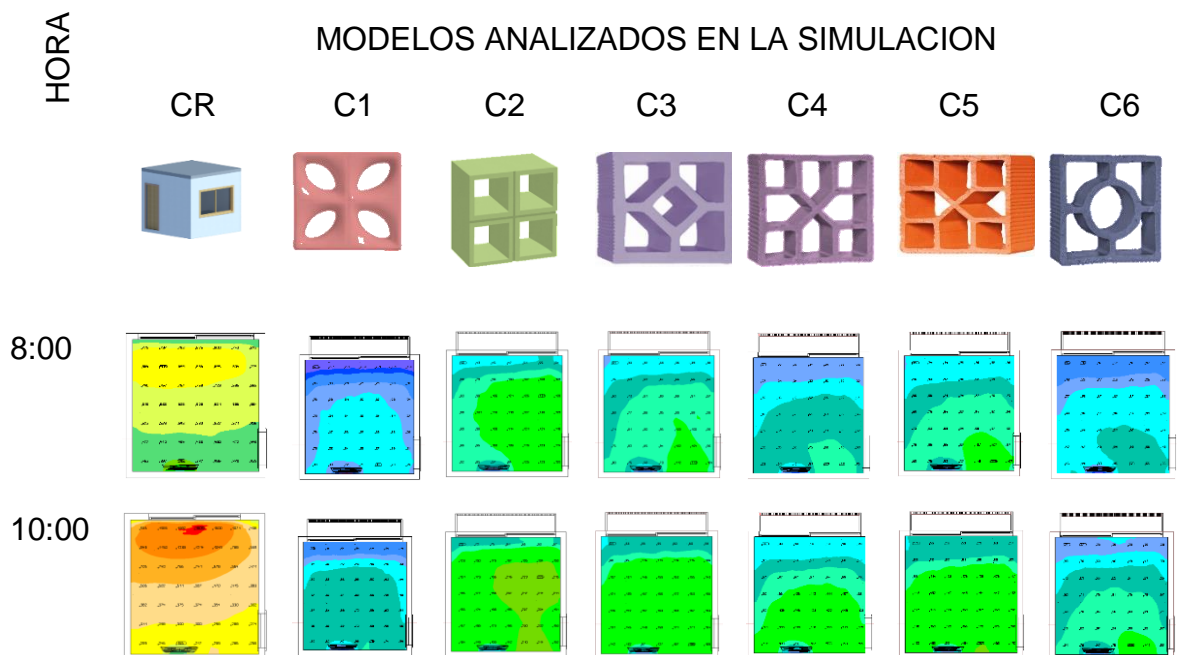
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

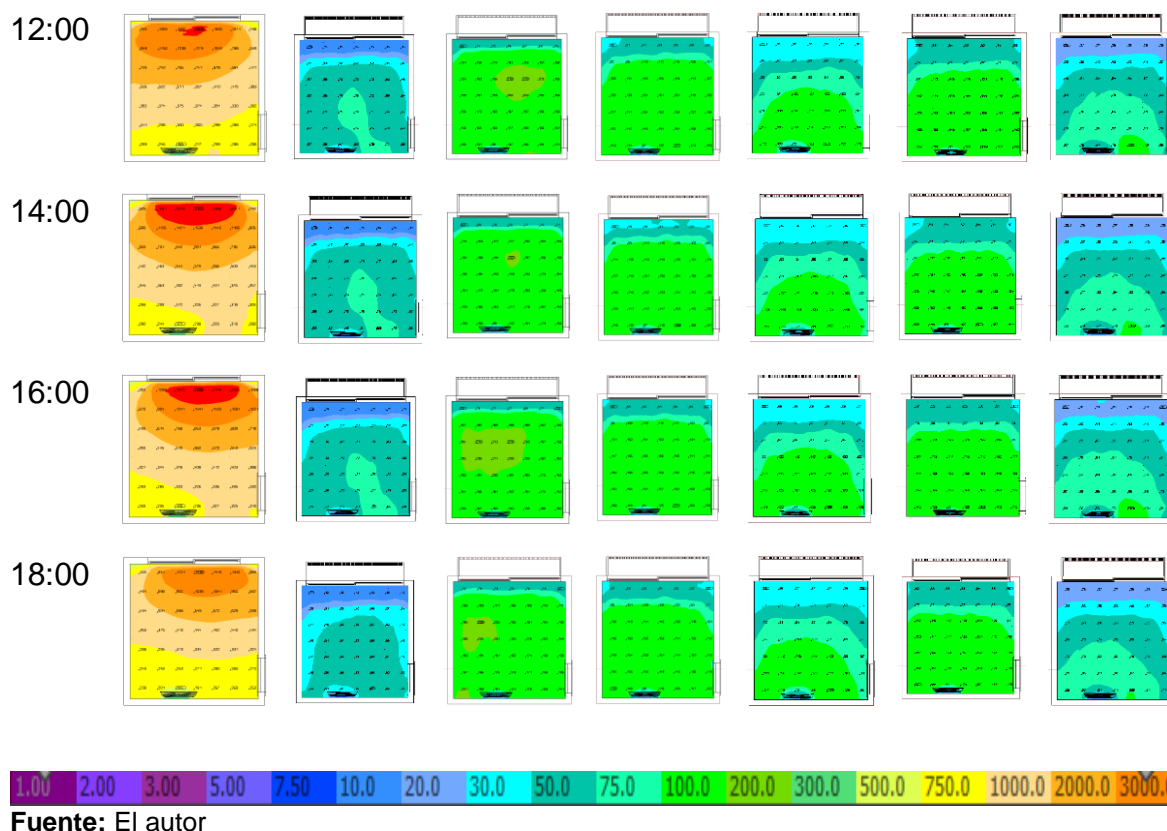
**Fuente:** El autor.

Con respecto a la uniformidad, la Figura 98, da a conocer, un resumen (utilizando la técnica de colores) de la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno en el solsticio de verano, en la orientación sur.

De esta manera, los análisis demuestran que el caso de referencia CR, presenta una uniformidad variable, concentrando más niveles de iluminación al lado de la ventana, ocasionando de esta forma ofuscamiento en el usuario, por otra parte, el caso C2, presenta una uniformidad constante de iluminación natural, distribuida adecuadamente en el ambiente y durante todos los horarios analizados.

**Figura 98-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.





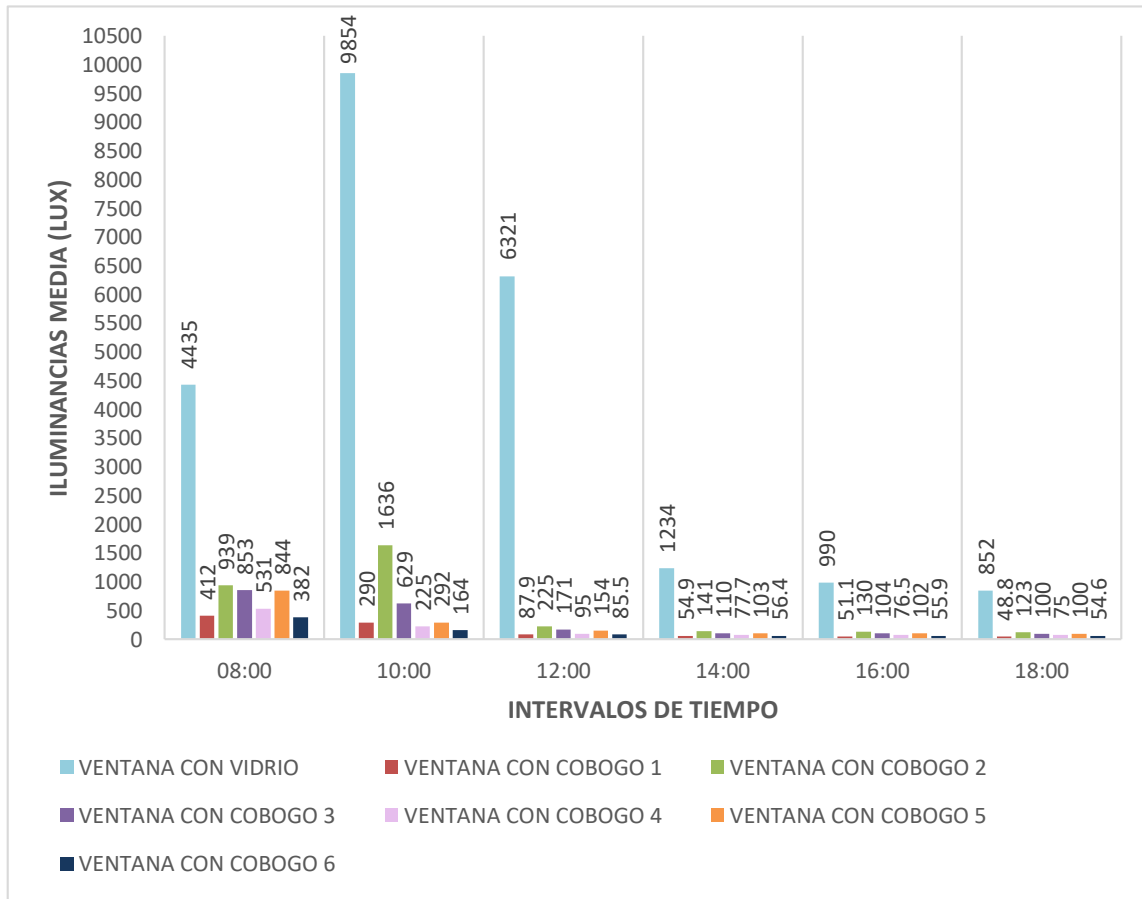
#### 5.4.1.3 Orientación Este

Al analizar la Figura 99 y la Tabla 40, se concluye que, en la orientación este, el caso CR, traería consigo muchos problemas de ofuscamiento a los usuarios ya que como lo demuestra las simulaciones computacionales, en todos los horarios simulados, presenta niveles de iluminancia muy por encima de lo recomendado, específicamente en el horario de 8:00 a 12:00 del mediodía.

Al analizar los ambientes que utilizaron cobogó; a las 8:00 de la mañana, vemos que todos los casos (C1, C2, C3, C4, C5, C6), presentan niveles de iluminación superiores a lo establecido por norma, sin embargo, a partir de las 12:00 hasta las 18:00 horas, el caso C2 y C3, presenta niveles adecuados de iluminancia.

Ya los casos C1, C4 y C6, presentan solo niveles de iluminancia adecuados a las 10:00 de la mañana, pues a partir de las 12:00 horas, los niveles de iluminancia son inferiores a los establecidos por norma (100 lux). Por último, el caso C5, presenta adecuados niveles de iluminancia, a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 18:00 horas, convirtiéndolo de esta manera en el modelo conveniente a ser utilizado en la orientación este, en la ciudad de Campo Grande.

**Figura 99-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.



Fuente: El autor.

**Tabla 40-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	●	●	●	●	●	●
10:00	●	✓	●	●	✓	✓	✓
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
18:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆

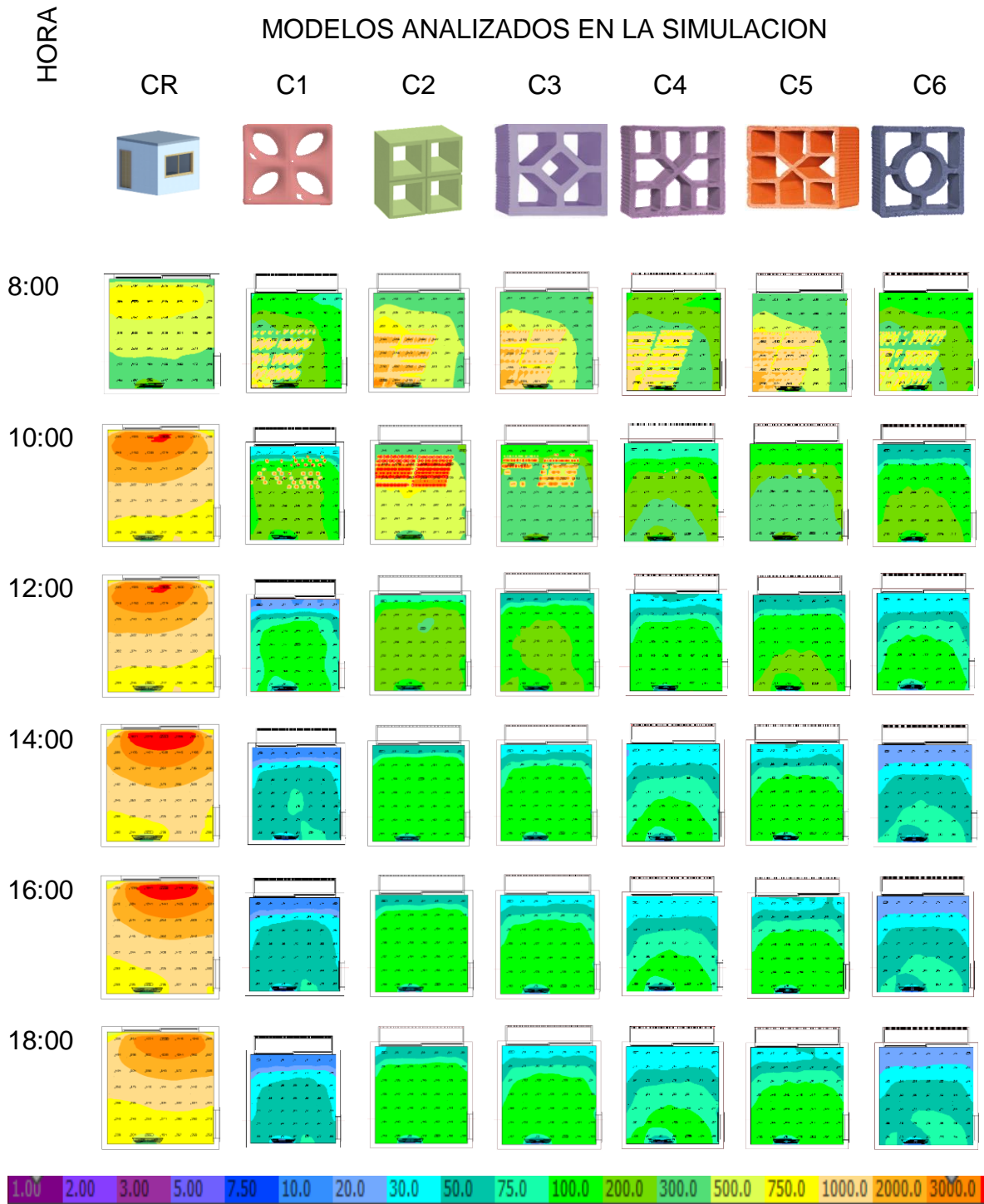
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Analizando la uniformidad, la Figura 100, es un resumen utilizando la técnica de colores. Estas representan la intensidad luminosa, la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia, en el ambiente interno en el solsticio de verano, en la orientación este. De esta forma se puede visualizar, que el caso CR presenta una inadecuada uniformidad de luz en el ambiente, sin embargo el caso C5, presenta a partir de las 10:00 de la mañana, una buena distribución de luz en el ambiente,

haciendo con que la uniformidad sea más homogénea dentro del ambiente.

**Figura 100-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.



Fuente: El autor.

En consecuencia, en la ciudad de Campo Grande, es recomendable la utilización del caso de cobogó C5, ya que este, presenta niveles adecuados de iluminación y buena uniformidad, en comparación con los demás cobogós y el caso de referencia CR.

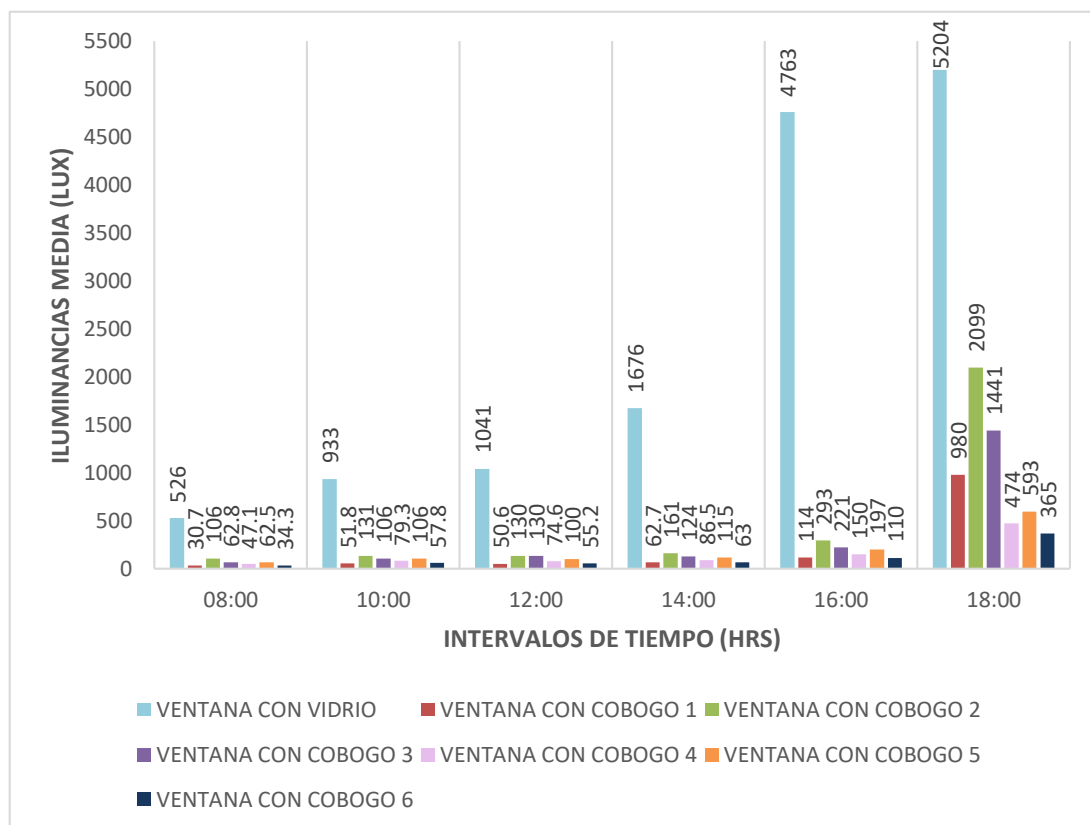
#### 5.4.1.4 Orientación Oeste

Con relación a la orientación Oeste, tal como lo demuestra la Figura 101 y la Tabla 41, el caso de referencia CR, presenta picos muy elevados de iluminancia, especialmente en el horario de las 16:00 hasta las 18:00 horas.

De la misma forma, si analizamos los ambientes con cobogó, observamos que, en el horario de las 18:00 horas, todos los modelos de cobogó simulados, presentan niveles elevados de iluminancia, haciendo con que ninguno de ellos, en ese horario, presente niveles adecuados de iluminancia, bajan el nivel de iluminancia con relación al caso CR, pero que no cumplen con lo necesario establecido por norma (lux).

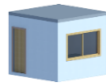
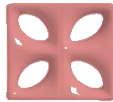


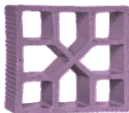
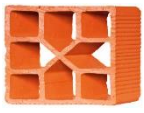

Por otra parte, los casos, C1, C4 y C6, solo presentan niveles adecuados de iluminancia, a las 16:00 horas, pues de 8:00 a 14:00 horas los niveles de iluminancia son inferiores a los establecidos por norma. Los modelos C3 y C5, presentan niveles de iluminancia adecuados, de 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas. Por último, el modelo C2, es el que presenta niveles de iluminancia adecuados de 8:00 a las 16:00 horas, convirtiéndolo en un modelo de cobogó recomendado para esta orientación.

**Figura 101-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 41-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18:00	●	●	●	●	●	●	●

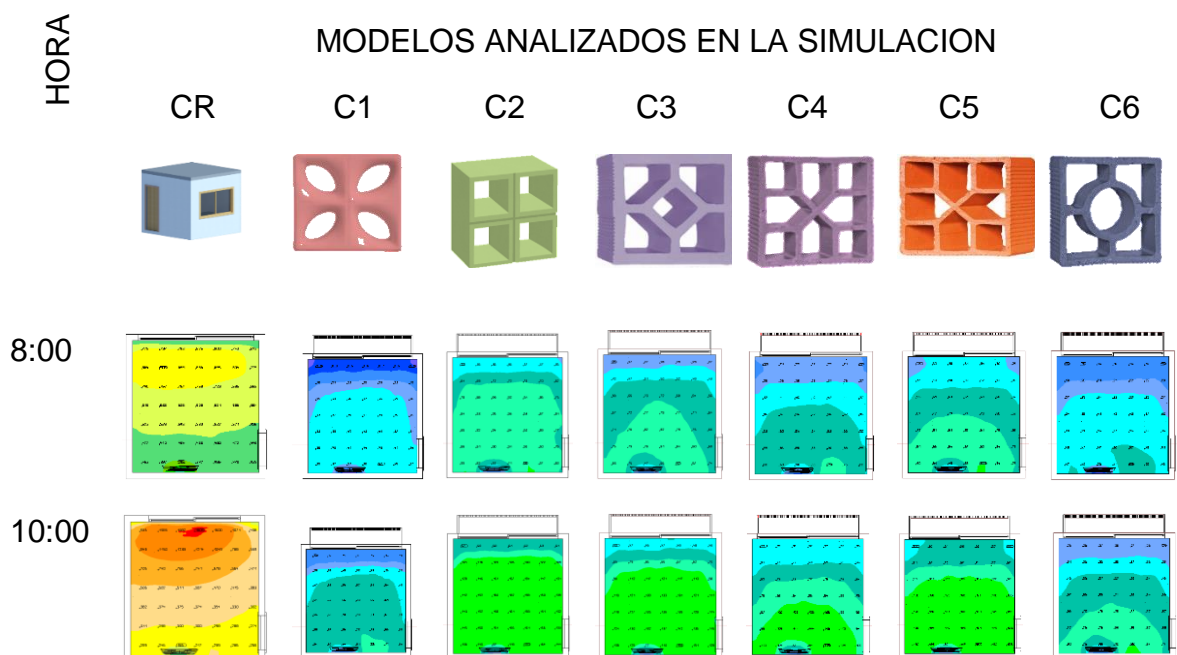
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

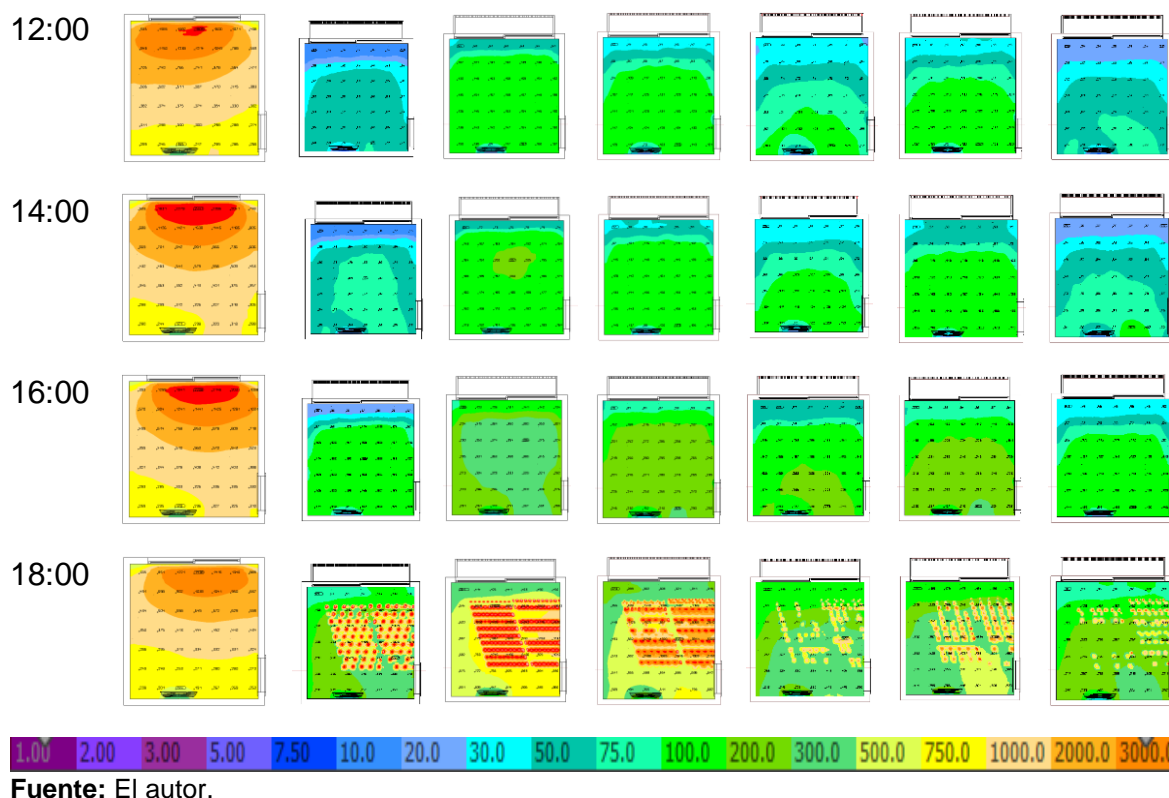
**Fuente:** El autor.

Las imágenes presentadas en la Figura 102, es un resumen utilizando la técnica de colores, estas representan la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación oeste.

De esta forma las imágenes, nos dan a conocer que un ambiente con ventana sin ninguna protección externa, trae consigo, además de niveles superiores de iluminación, una distribución de la luz inadecuada, trayendo consigo ofuscamiento especialmente en los lugares donde está proyectada la ventana, sin embargo, si utilizamos un tipo de elemento de protección solar, en este caso, el tipo de cobogó C2, los niveles de iluminancia reducirán enormemente, trayendo consigo una buena distribución de iluminación dentro del ambiente interno.

**Figura 102-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.





En consecuencia, en la ciudad de Campo Grande, en la orientación oeste, es recomendable utilizar el tipo de cobogó C2, ya que este presenta adecuados niveles de iluminancia, acordes con lo establecido por las normas consultadas.

#### 5.4.2 Solsticio de Invierno + 1 día = 22/06/2018

##### 5.4.2.1 Orientación Norte

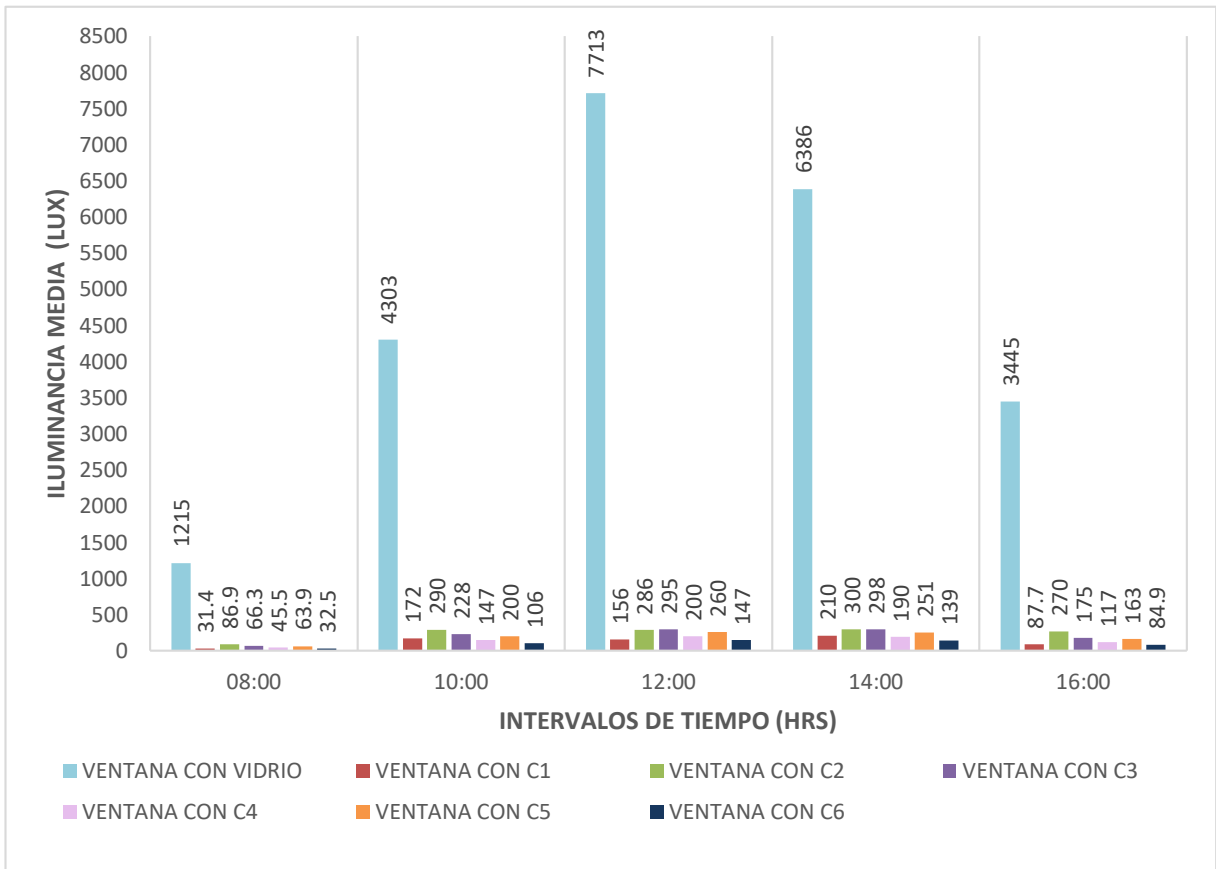
Con relación al solsticio de invierno, en la orientación norte, como se ilustra en la Figura 103 y Tabla 42, los casos C1 y C6, presentan niveles de iluminancia adecuados solo en los horarios 10:00 de la mañana a 2:00 de la tarde, mientras que a las 8:00 de la mañana y a las 4:00 de la tarde, los resultados obtenidos de las simulaciones son por debajo de los requeridos por norma (100 lux).

Analizando los casos C2, C3, C4 y C5, estos demuestran que a las 8 de la mañana ninguno alcanza los niveles adecuados de iluminancia, mientras que a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, todos alcanzan niveles adecuados de iluminancia adecuados, convirtiéndolos de esta manera en los casos recomendables para este tipo de orientación.

Sin embargo, si analizamos el caso CR, vemos que, en todos los horarios simulados, este caso presenta niveles muy por encima de los establecidos por norma, haciendo con que el ambiente simulado no se encuentre en condiciones

de confort pues los niveles son superiores haciendo con que el usuario pueda tener problemas de visión y ofuscamiento.

**Figura 103-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor.

**Tabla 42-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16:00	●	❖	✓	✓	✓	✓	❖

● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

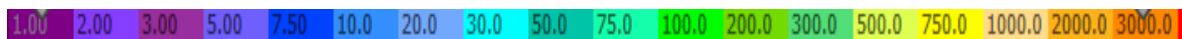
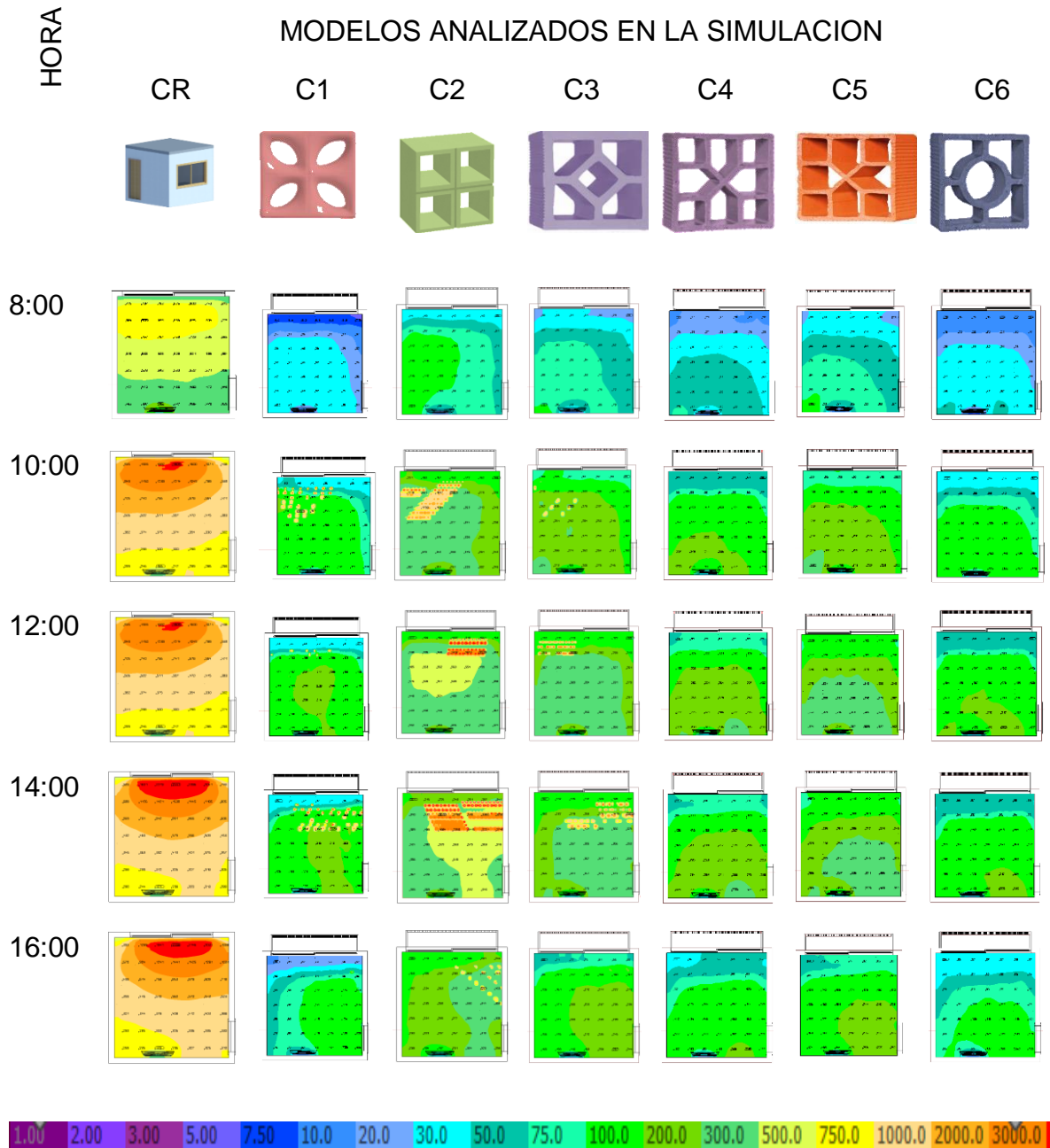
Fuente: El autor.

Evaluando la uniformidad y la distribución de la luz, podemos observar en la Figura 104, presenta en todos los horarios una distribución de luz natural dispersa, concentrando niveles de iluminación superiores al lado donde fue proyectada la ventana, haciendo con que el ambiente no sea favorable para los usuarios, pues generaría un malestar y ofuscamiento permanente especialmente al lado de la

ventana.

Finalmente, evaluando los modelos con cobogós, podemos percibir que los modelos C2, C3, C4 y C5, presentan las mejores posibilidades de distribución homogénea de la luz dentro del ambiente, elementos arquitectónicos que pueden ser usados para contrarrestar la excesiva iluminación natural que presenta una ventana expuesta a medios externos sin una debida protección.

**Figura 104-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.

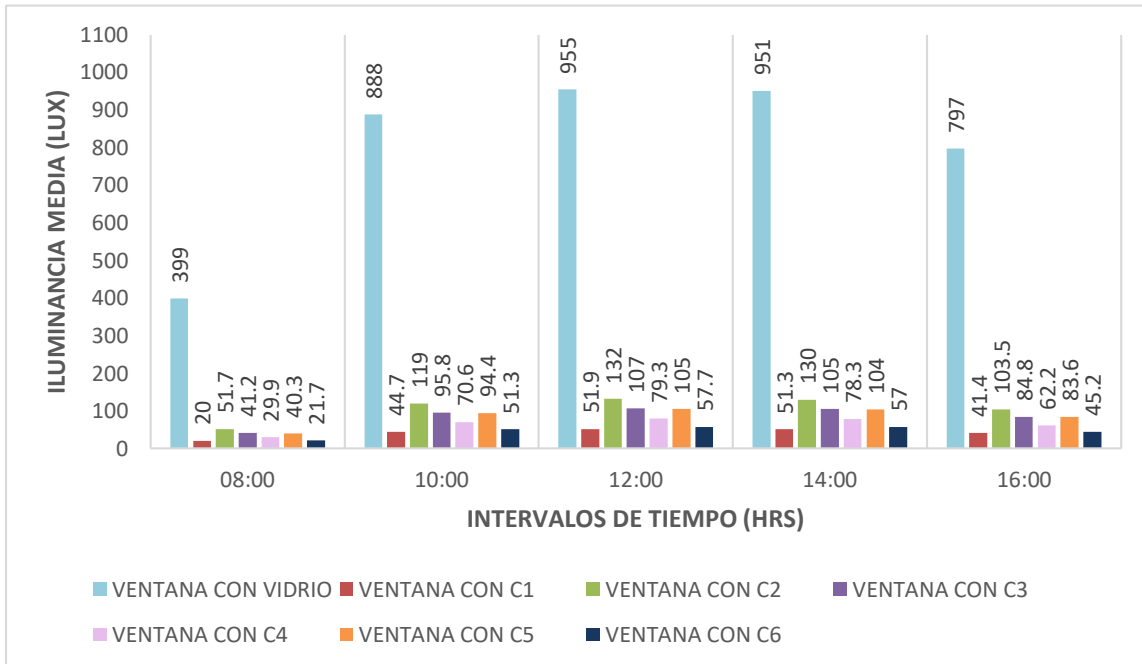


Fuente: El autor

5.4.2.2 Orientación Sur

Al observar la Figura 105 y Tabla 43, estas nos revelan que el caso C2, es el modelo de cobogó más adecuado para contrarrestar los elevados índices de iluminación que presenta el caso CR, pues este presenta los más favorables y constantes índices de iluminación a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, iluminancias que están de acuerdo y en relación a lo establecido por norma.

Figura 105- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

Mientras que los otros casos (C1, C3, C4, C5 y C6), presentan niveles inferiores y, sobre todo, no constantes a lo largo de los horarios simulados, especialmente en los horarios de 8:00 de la mañana y 4:00 de la tarde.

Tabla 43- Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	❖	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖

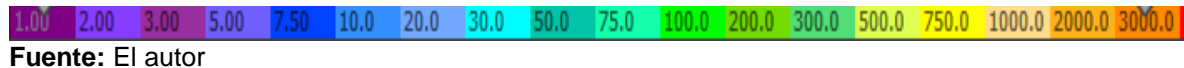
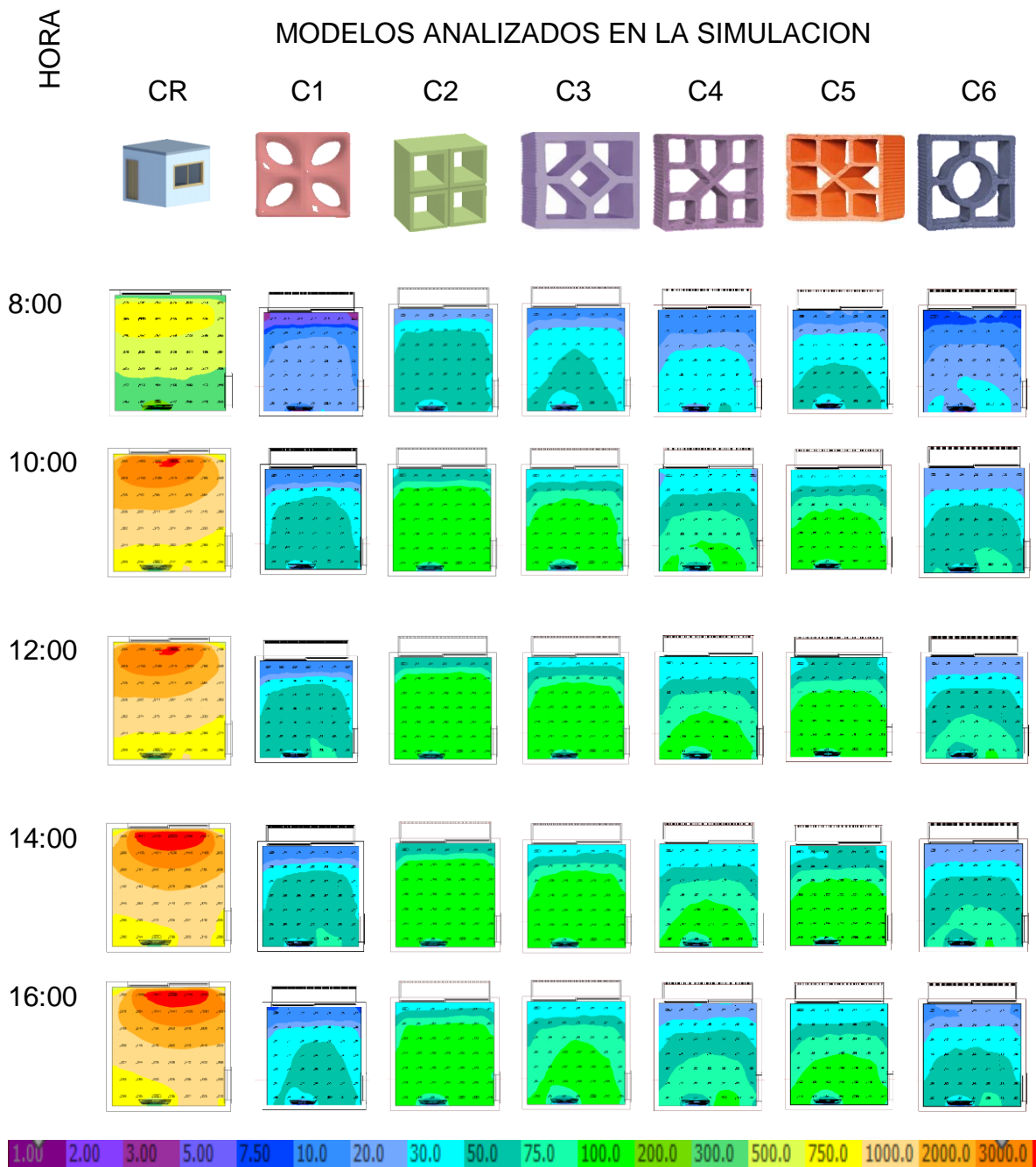
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Con respecto a la uniformidad la Figura 106, representa la utilización de colores en el ambiente, para determinar el nivel de iluminancia, la uniformidad y la distribución de la iluminación en la sala estar. De esta forma, se observa que el caso CR, presenta una distribución no constante ni uniforme, haciendo con que exista una concentración elevada de luz, al lado de la ventana donde fue proyectada.

Mientras que el caso C2, presenta una distribución más homogénea y uniforme, haciendo con que el ambiente este provisto de iluminación natural en todo el ambiente, distribución que hace que el usuario pueda desarrollar actividades propias de una sala estar sin que se sienta ofuscado o malestar por la falta iluminación.

**Figura 106-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.



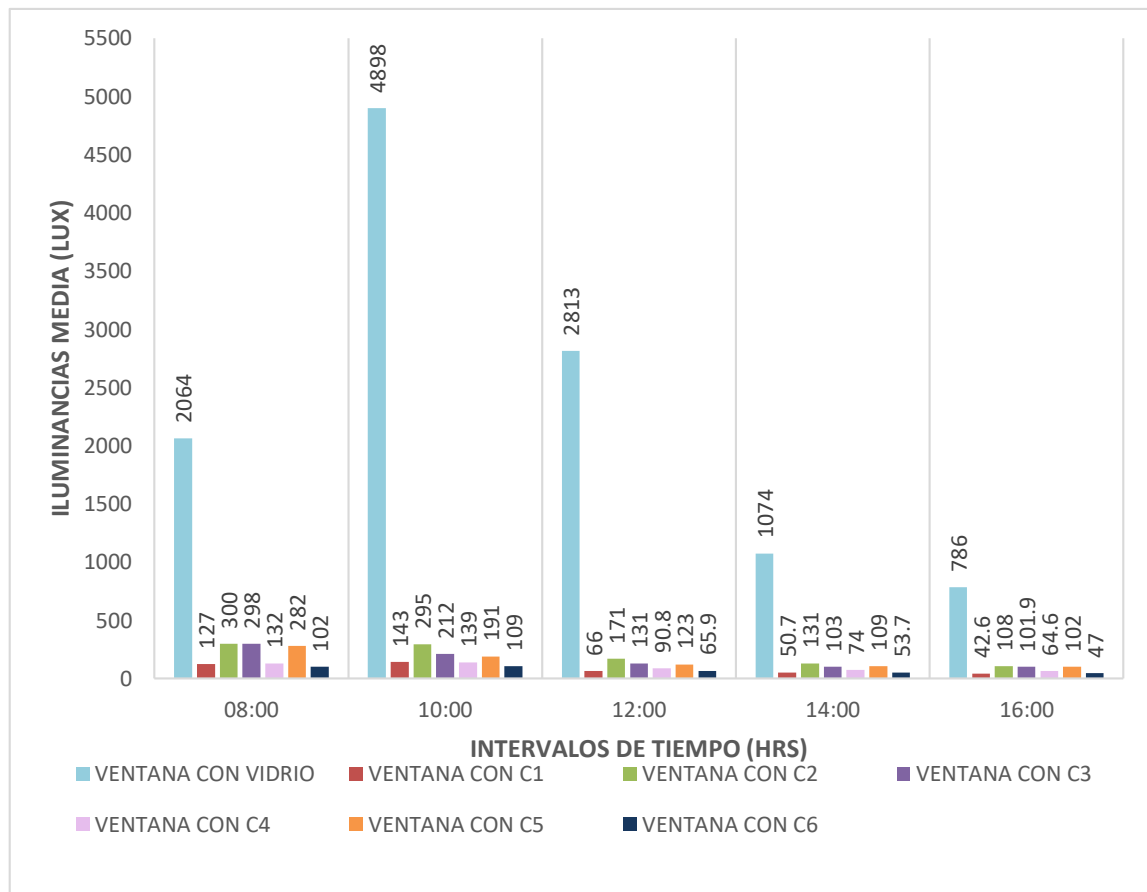
Fuente: El autor

### 5.4.2.3 Orientación Este

Observando las simulaciones realizadas en la orientación este, para esta ciudad, podemos concluir como lo demuestra la Figura 107 y Tabla 44, que el caso CR, presenta niveles de iluminancia elevados en todos los horarios simulados, sobre todo en los horarios de 8:00 de la mañana hasta las 12:00 horas.

Mientras tanto, recurriendo a los casos con cobogó podemos observar que los casos C2, C3, C5, presentan niveles de iluminación adecuados en todos los horarios simulados (8:00 a 16:00). Ya los modelos C1, C4 y C6, presentan adecuados niveles de iluminancia solo en los horarios de 8:00 a 10:00 de la mañana, pues a partir de las 12:00 del día hasta las 16:00 horas los niveles de iluminancia son inferiores a los establecidos por norma.

**Figura 107-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 44-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este

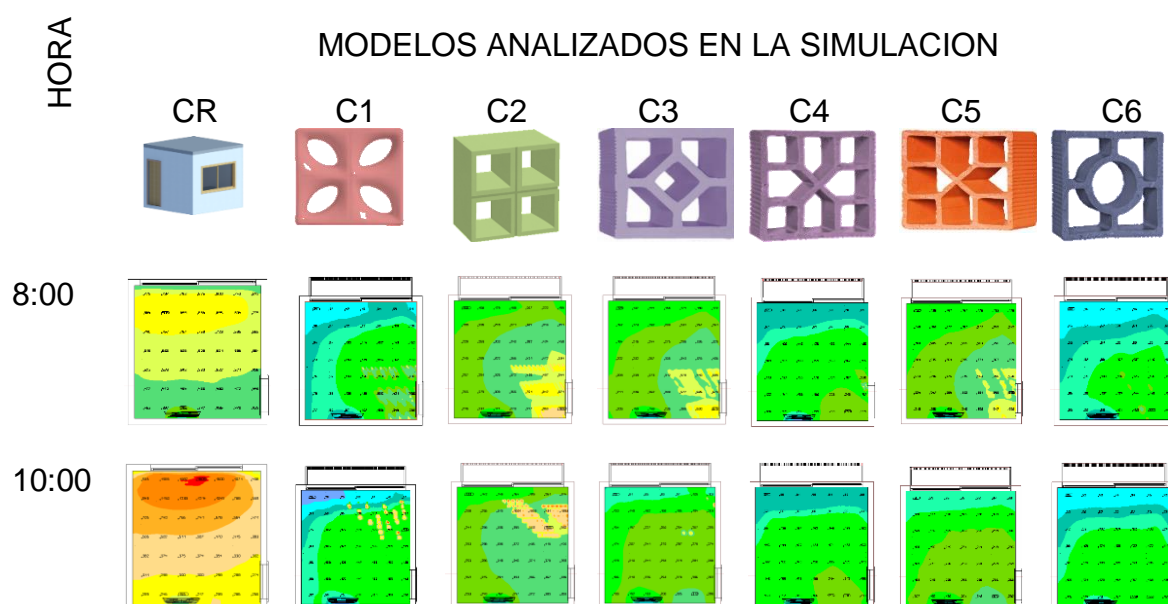
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆

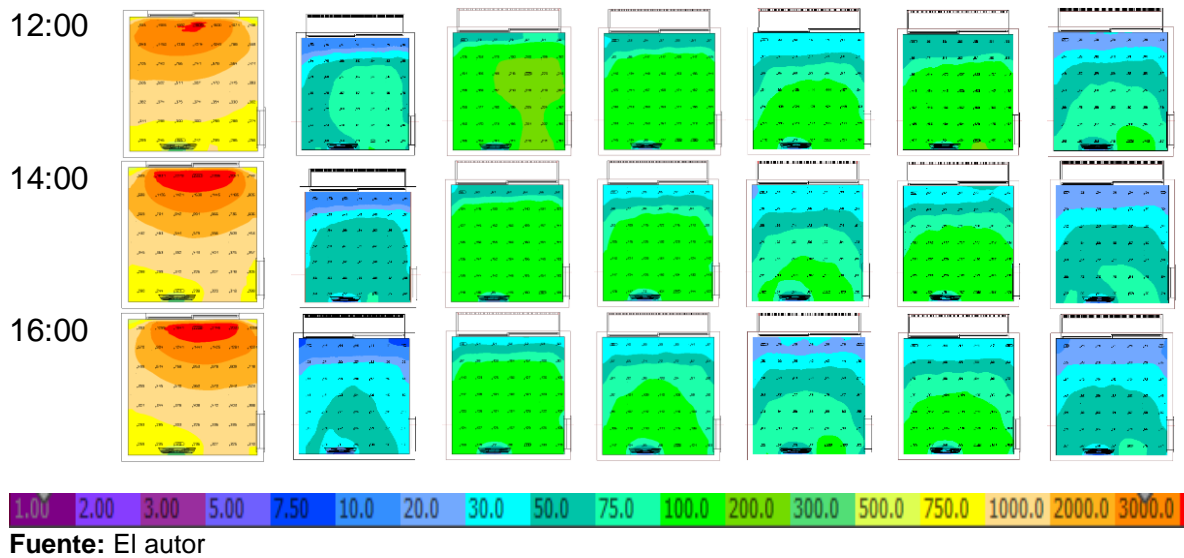
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 108, representa la uniformidad y distribución de luz natural dentro del ambiente. Allí se puede visualizar que el caso CR, presenta dentro de todos los horarios analizados, una distribución de la luz no homogénea que por consiguiente hace que la luz no esté uniforme en todo el ambiente, esto hace que en los lugares donde la concentración de luz es superior ocasione ofuscamiento en el usuario, especialmente en el lado de la pared donde fue proyectada la ventana.

Sin embargo, con la utilización de los modelos de cobogó especialmente los casos C2, C3 y C5, hacen que la uniformidad y la distribución sea homogénea y constante, en todos los horarios analizados, esto hace que la iluminación se distribuya en todo el ambiente de una manera homogénea sin que pueda perjudicar al usuario cuando este realice sus actividades propias de este ambiente.

**Figura 108-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.

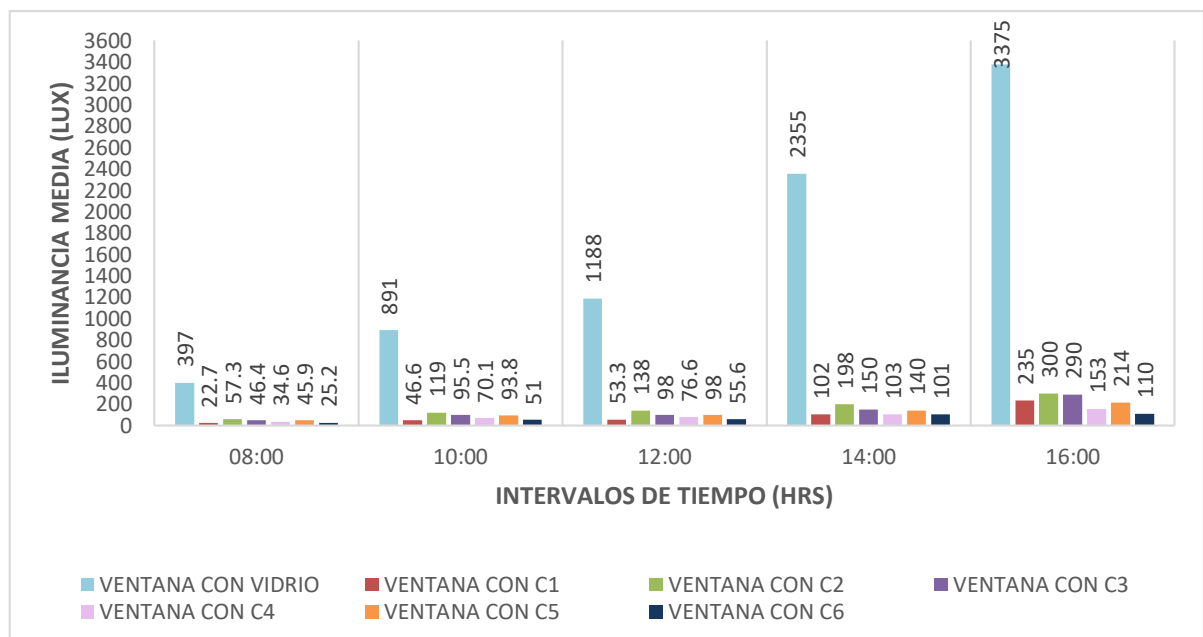


5.4.2.4 Orientación Oeste

En la orientación oeste, para el invierno, la Figura 109 y Tabla 45, dan a conocer que el modelo CR en todos los horarios analizados, el nivel de iluminancia media es elevado en consideración con los niveles recomendados, especialmente en el horario de 14:00 a 16:00 horas.

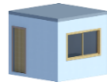



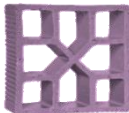
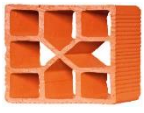

Analizando los modelos con cobogó, podemos concluir que el caso C2, presenta a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, niveles adecuados de iluminancia, mientras que los modelos, C1, C3, C4, C5 y C6, presentan niveles adecuados de iluminancia solo en los horarios de 2:00 de la tarde a 4:00 de la tarde, pues en los demás horarios (8:00 a 12:00 horas), los niveles de iluminancia están por debajo de los niveles requeridos por norma, para este tipo de ambiente.

**Figura 109-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



**Fuente:** El autor

**Tabla 45-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

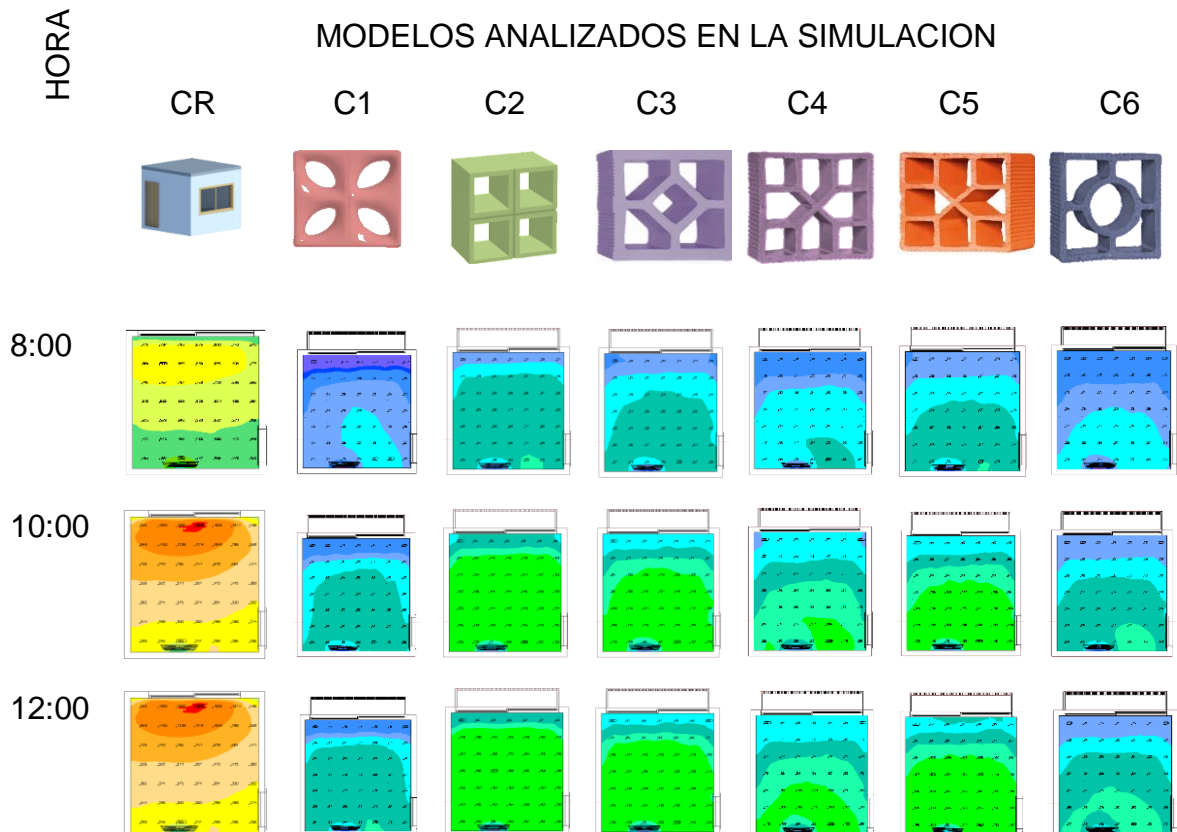
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	◆	◆	◆	◆
12:00	●	◆	✓	◆	◆	◆	◆
14:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓

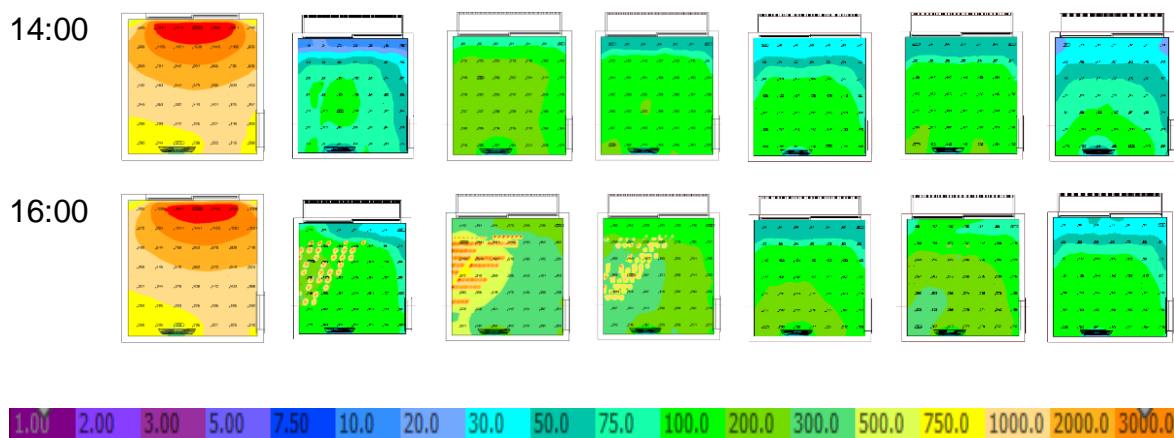
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor

De la misma manera, en la Figura 110, se observa que el modelo de cobogó C2 es el que presenta una mejor uniformidad de iluminación dentro del ambiente interno, pues este modelo arquitectónico distribuye homogéneamente la iluminación, haciendo con que el usuario que este en el interior sienta niveles de confort adecuados. Si no existiese un elemento arquitectónico de protección solar, como se visualiza en las figuras, y tablas analizadas, como es el caso CR, este podría traer consigo problemas de visión y/u ofuscamiento en el usuario, especialmente en el horario cuando el sol está en el oeste.

**Figura 110-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.





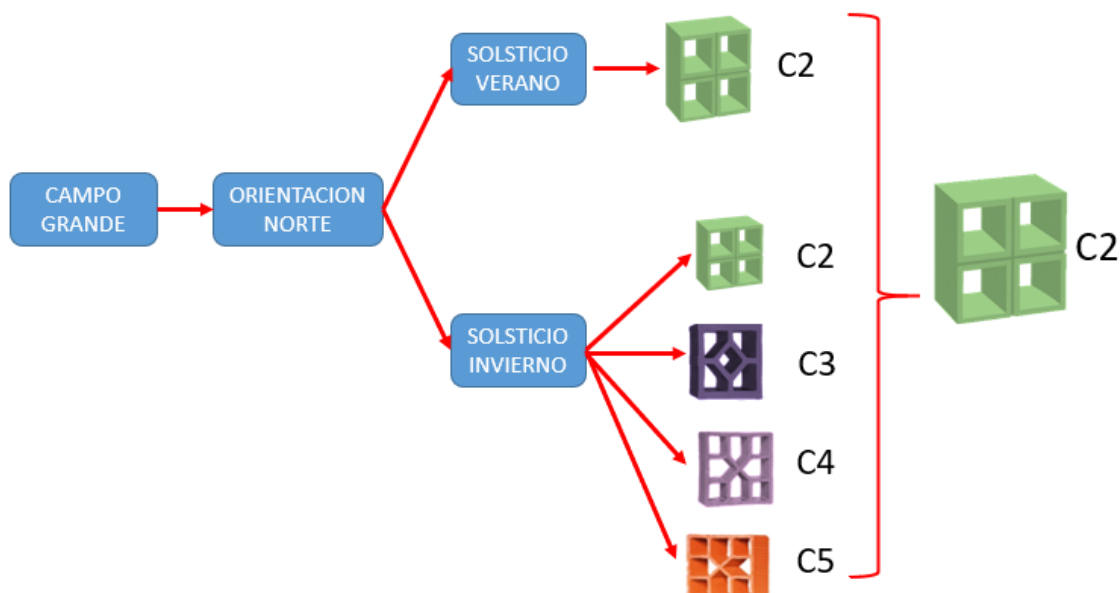
**Fuente:** El autor

#### 5.4.3 Resumen del análisis para la ciudad de Campo Grande (lat. 20° 26' - Sur, ZB 6)

Después de haber analizado cada una de las simulaciones se concluye que:

En la orientación norte, tanto para el invierno como para el verano, tal como lo demuestra la Figura 111, el modelo de cobogó que más se adecúa en este tipo de clima, es el modelo de cobogó C2.

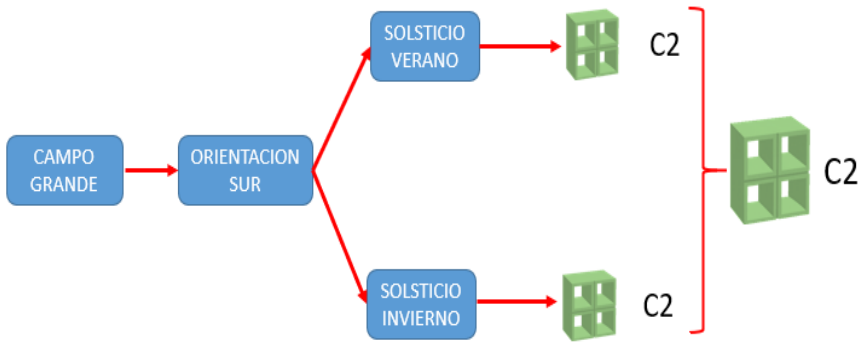
**Figura 111-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.



**Fuente:** El autor.

En la orientación sur, el modelo recomendado (Figura 112) después de haber analizado cada una de las simulaciones, es el modelo de cobogó C2, ya que es el más adecuado, tanto en el solsticio de invierno como en el verano.

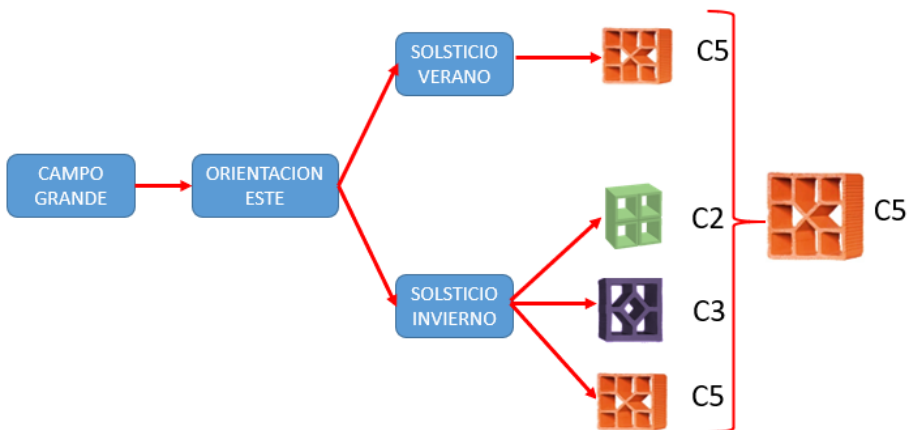
**Figura 112-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación este, como lo da a conocer la Figura 113, el modelo recomendado es el C5.

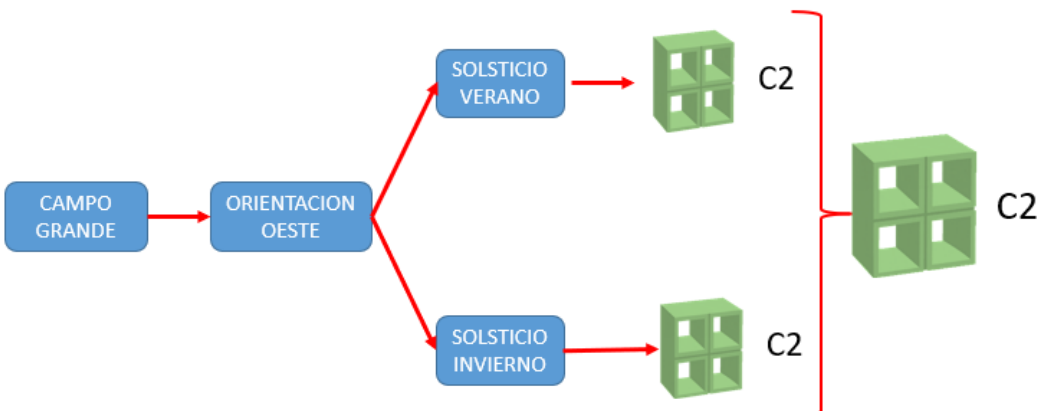
**Figura 113-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación oeste, como lo da a conocer la Figura 114, el modelo más recomendado es el caso C2.

**Figura 114-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.



**Fuente:** El autor.

## 5.5 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE CURITIBA (lat. 25° 25' - Sur, ZB 1)

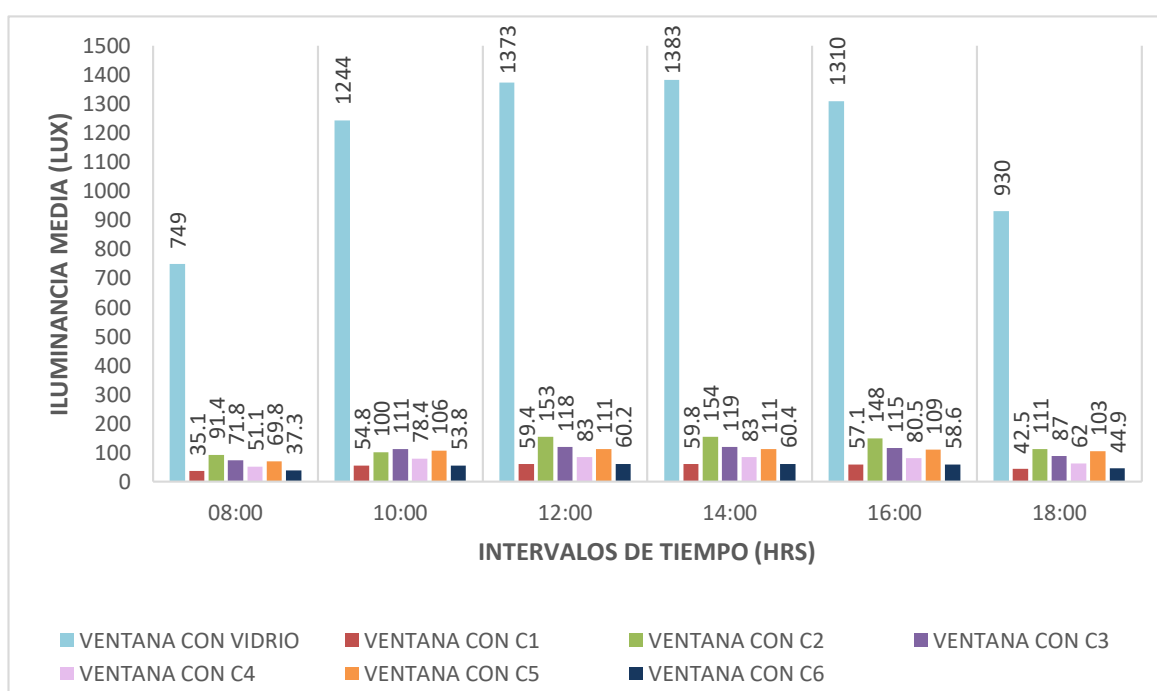
### 5.5.1 Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018

#### 5.5.1.1 Orientación Norte

Curitiba, en la orientación norte, para el solsticio de verano, tal como lo dan a conocer la Figura 115 y Tabla 46, que el caso CR, presenta niveles elevados de iluminancia en todos los horarios establecidos para este análisis, haciendo con que sea necesario para contrarrestar el ofuscamiento a utilización de elementos de protección solar.

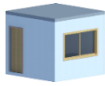


Es así que analizando los modelos de cobogós simulados, podemos percibir que los casos C2, C3 y C5, presentan a partir de las 10:00 horas hasta las 18:00 horas, niveles de iluminancia adecuados, haciendo con que estos modelos puedan ser incorporados para disminuir considerablemente los niveles elevados que presenta el caso CR. Mientras que los casos C1, C4 y C6, presentan niveles inferiores de iluminancia, esto hará que, si se los toma en cuenta para protección solar, necesariamente la utilización de iluminación artificial para suplir lo faltante a lo establecido por norma. En consecuencia y basándonos en lo antes analizado, se concluye que los modelos de cobogós a tomar en cuenta, serían el caso C2, C3 y C5, pues estos presentan niveles de iluminancia adecuados para el ambiente que se está proyectando.

**Figura 115-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor.

**Tabla 46-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte

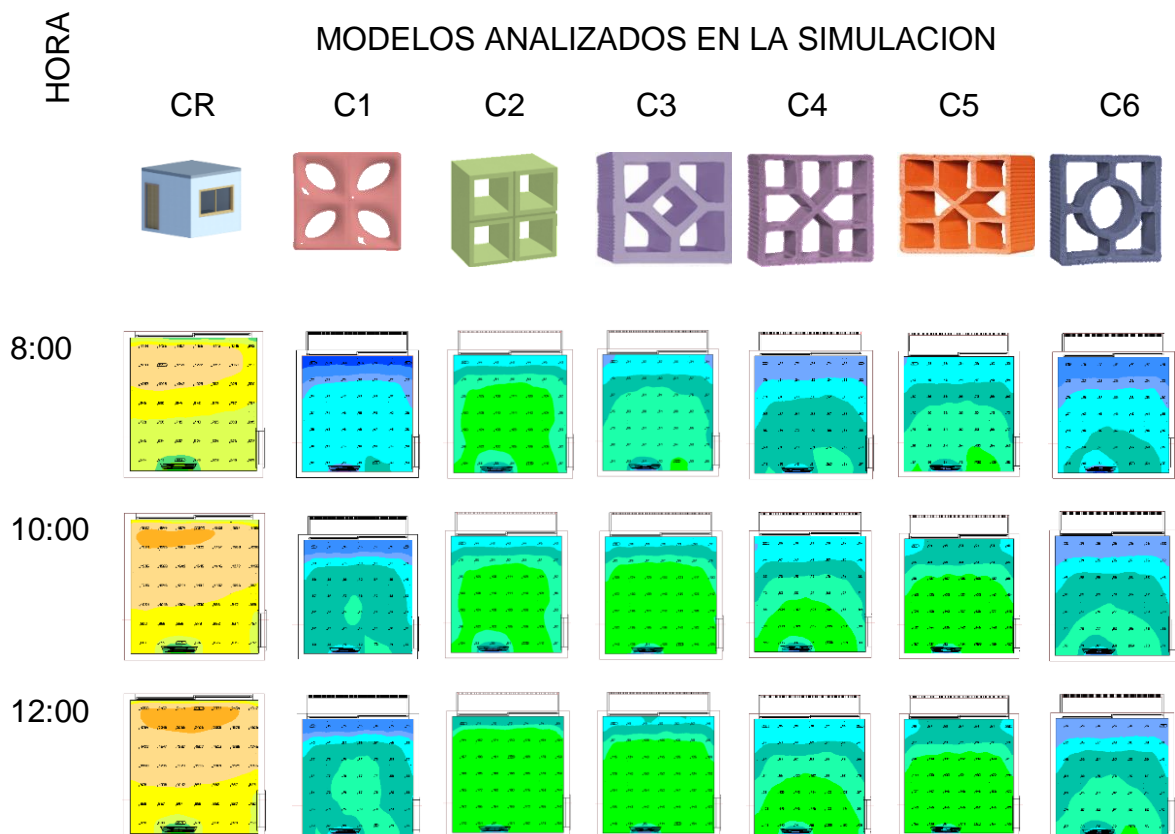
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
18:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆

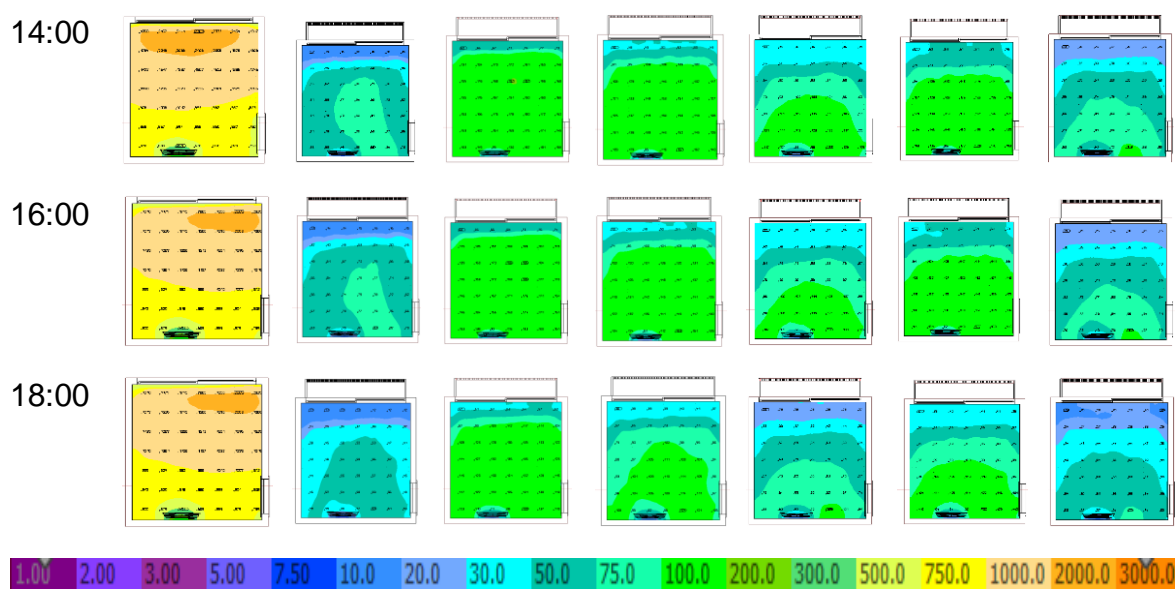
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor

La Figura 116, es un resumen utilizando la técnica de colores. Estas representan la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación norte y como puede visualizarse el caso C2 es el que mejor distribución y uniformidad presenta de iluminación en el ambiente analizado.

**Figura 116-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.





Fuente: El autor

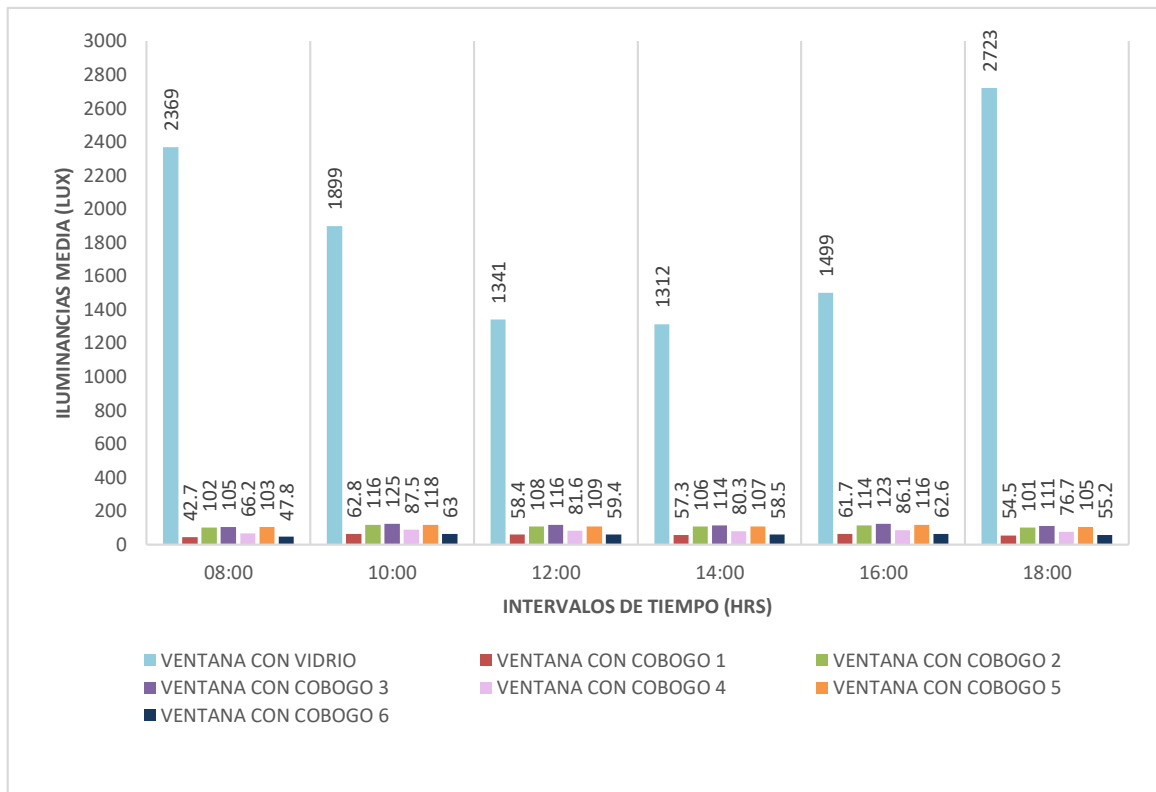
### 5.5.1.2 Orientación Sur

Al analizar las simulaciones computacionales, en la orientación sur, estas nos reflejan, como se observa en la Figura 117 y Tabla 47, si proyectamos una ventana sin protección solar, en esta orientación, como es el caso CR, dentro del ambiente obtendríamos niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, esto hará que el usuario presente deslumbramiento y malestar.

Sim embargo, si recurrimos a la adopción de elementos de protección, como es el cobogó, observamos, como es el caso de los modelos C2, C3, C5, que dentro del ambiente presentaran niveles de iluminancia adecuados y en relación a los 100 lux, que es el nivel medio requerido para una sala de estar.

Por otra parte, si optamos por usar los modelos C1, C4 y C6, estaríamos reduciendo si el nivel de iluminancia con relación al caso CR, pero dicha reducción sería tanto que el nivel de iluminancia estaría por debajo de los 100 lux, haciendo con que recurramos a accionar la iluminación eléctrica, este factor es de mucha relevancia puesto que el consumo energético sería elevado.

**Figura 117-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 47-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
18:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆

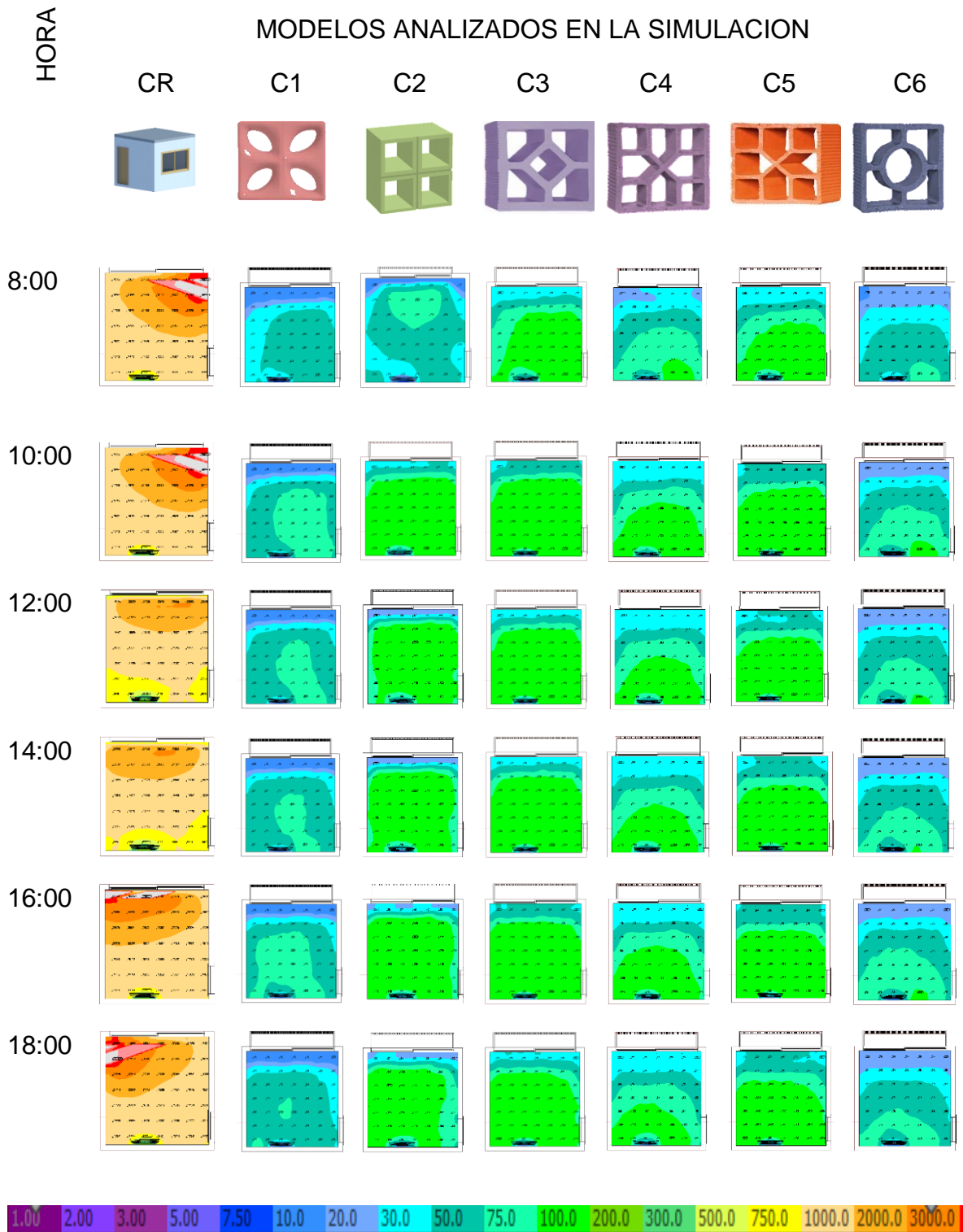
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Para la uniformidad y distribución del ambiente, la Figura 118, da a conocer que los casos C2, C3 y C5, presentan una uniformidad homogénea en todo el ambiente interno, esto hace que los usuarios obtengan confort en toda la sala, mientras que si analizamos el caso CR, este presentan una distribución de iluminación no uniforme haciendo con que los niveles superiores de iluminancia se encuentren en el espacio cerca de la pared donde está proyectada la ventana, ocasionando de esta

manera malestar y ofuscamiento en el usuario. Por otra parte, los modelos C1, C4 y C6, también presentan buena uniformidad, sin embargo el nivel de iluminancia dentro del ambiente es inferior a los 100 lux.

**Figura 118-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.



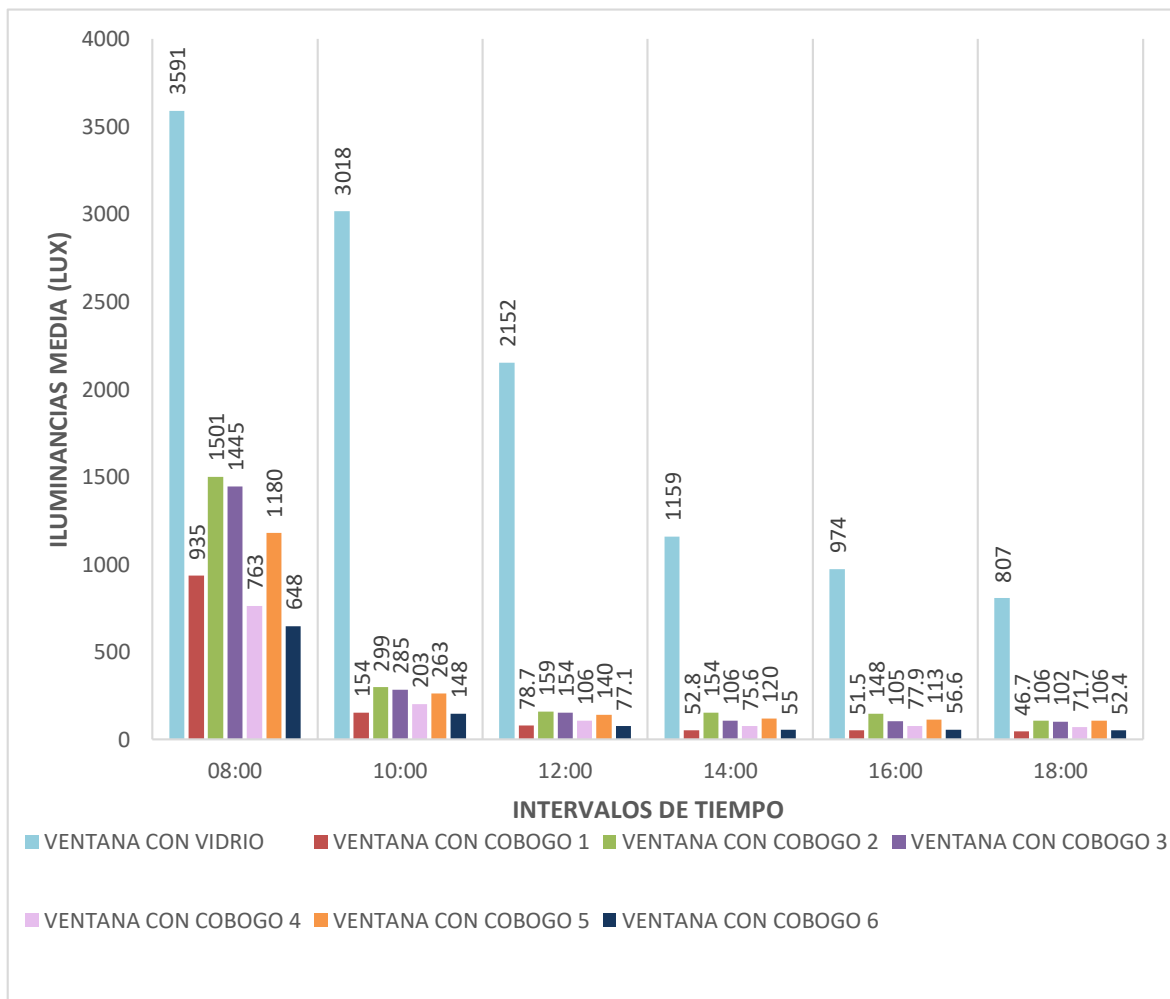
Fuente: El autor.

5.5.1.3 Orientación Este

Al analizar la Figura 119 y la Tabla 48, se concluye que, un ambiente con una abertura expuesta, a medios externos sin protección, como es el caso CR, presentara dentro del ambiente niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, niveles superiores especialmente en el horario de la mañana de 8:00 a 12:00 e medio día.

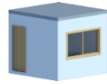
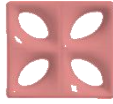




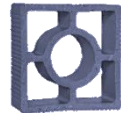
Si optamos por la utilización de un elemento de protección solar, en este caso los cobogós, tal como se observa en las simulaciones computacionales, podemos observar que los casos simulados (C1, C2, C3, C4, 5, C6), presentan en el horario de 8: 00 de la mañana, niveles de iluminancia superiores a los establecidos por norma, pero que sim embargo a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 18:00 horas, los casos C2, C3 y C6, presentan niveles adecuados de iluminancia con respecto a los 100 lux. Ya los otros modelos (C1, C4 y C6), presentan a partir de las 12:00 horas niveles inferiores a los establecidos por norma.

**Figura 119-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.



Fuente: El autor.

**Tabla 48-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	●	●	●	●	●	●
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

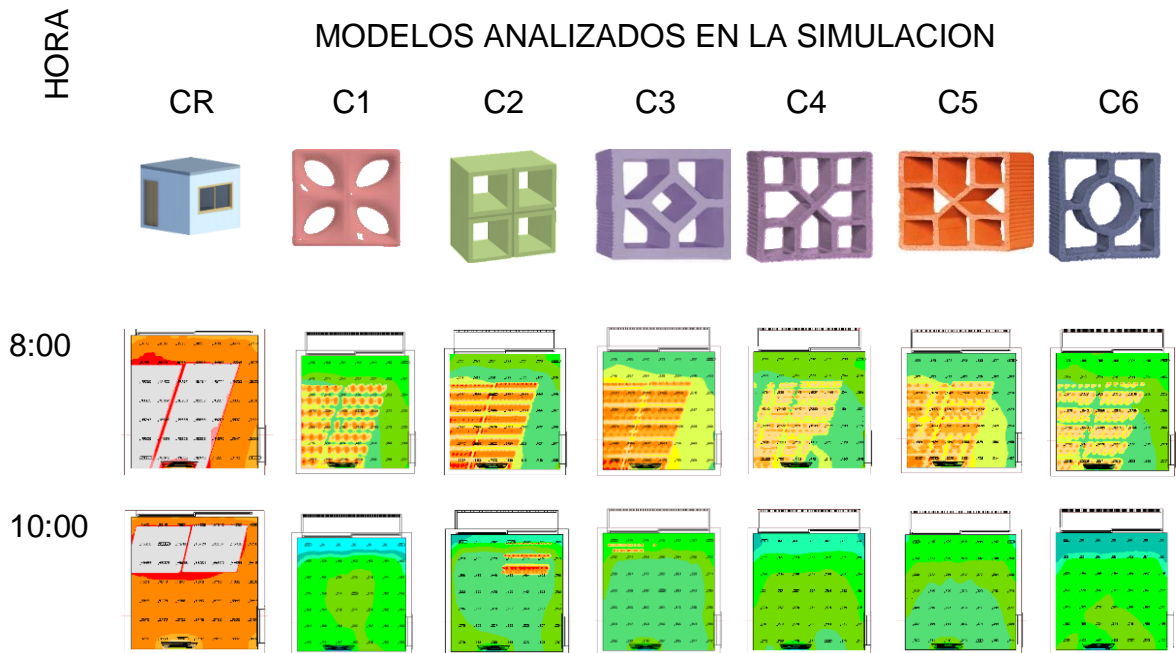
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

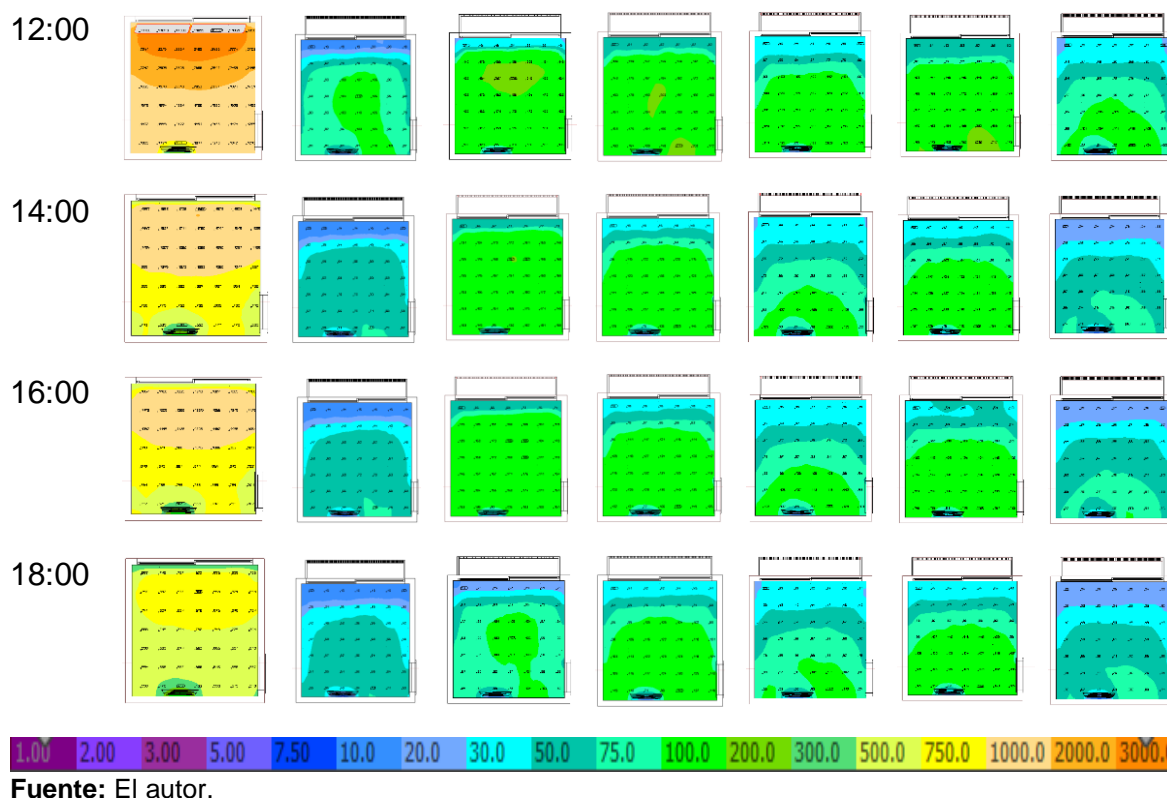
Fuente: El autor.

Analizando la uniformidad y distribución de la iluminación natural dentro del ambiente, en la Figura 120 se observa que efectivamente, el caso CR, la distribución de la luz dentro del ambiente no es adecuada, haciendo con que en el espacio donde se encuentra proyectada la ventana, los niveles de iluminancia sean superiores y por consiguiente el nivel de ofuscamiento también.

Sim embargo si visualizamos la distribución de los modelos C2, C3 y C5, la distribución de la luz es homogénea haciendo con que en todo el ambiente interno la luz llegue de manera uniforme sin ocasionar malestar alguno en el usuario.

**Figura 120-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.





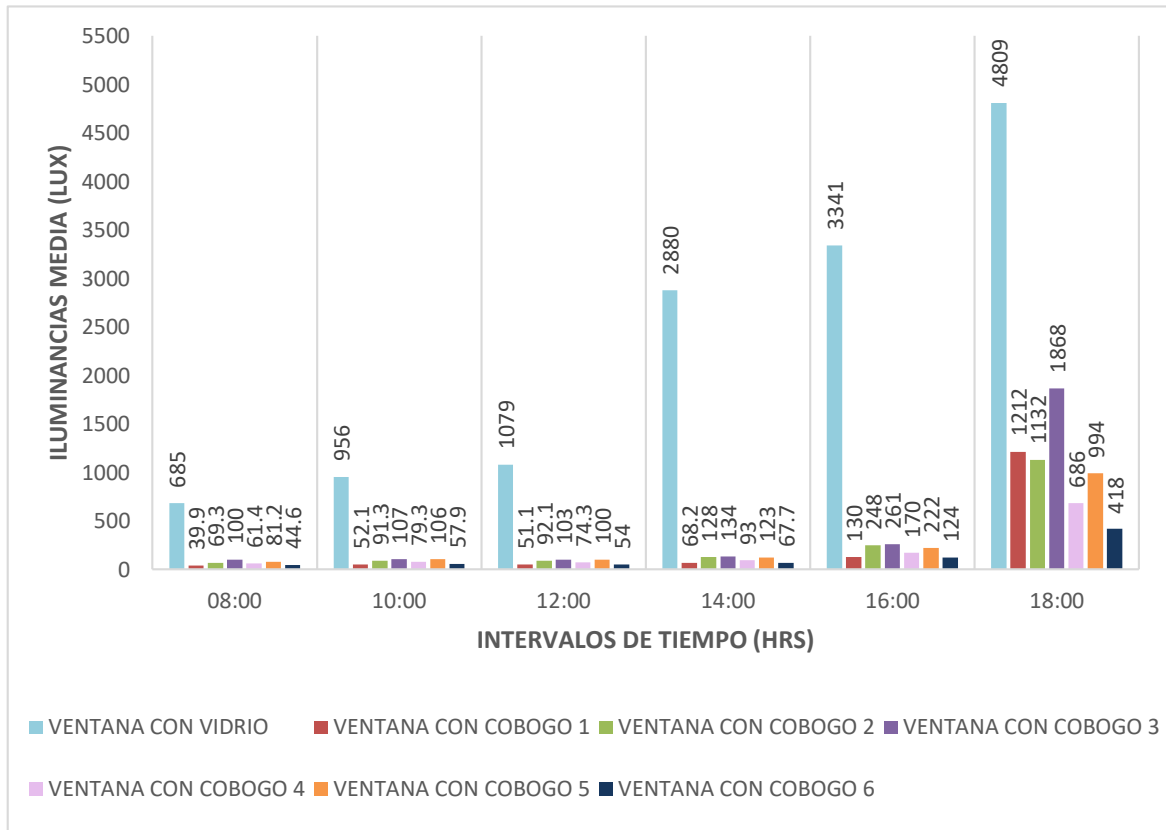
En consecuencia, es recomendable utilizar los modelos de cobogó C2, C3 y C5 en un ambiente sala de estar en la ciudad de Curitiba, en la orientación este, ya que estos cobogós traerán dentro del ambiente un buen nivel de luminancia y una buena uniformidad de iluminación natural.

#### 5.5.1.4 Orientación Oeste

Con relación a la orientación Oeste, tal como lo demuestra la Figura 121 y la Tabla 49, el caso de referencia CR, presenta niveles muy elevados de iluminancia, especialmente en el horario de las 14:00 hasta las 18:00 horas, por lo que es necesaria la utilización de elementos de protección solar para promover un adecuado ambiente y confort en el usuario.

Para tal efecto, al simular el mismo ambiente, pero ya con la utilización de elementos de protección solar, como es el caso de los cobogós, podemos observar que todos los modelos analizados (C1, C2, C3, C4, C5, C6), reducen los niveles de iluminancia en relación al caso CR, sin embargo los cobogós C3 y C5, son los que presentan mejores niveles de iluminancia, en relación a los 100 lux, que se requiere para obtener una buena iluminación en una sala estar. Ya los otros casos los niveles de iluminancia son variables y están por debajo de los niveles establecidos por norma (100 lux).

**Figura 121-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



Fuente: El autor.

**Tabla 49-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	◆	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	◆	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	✓	✓	●	●	●	●
18:00	●	●	●	●	●	●	●

● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

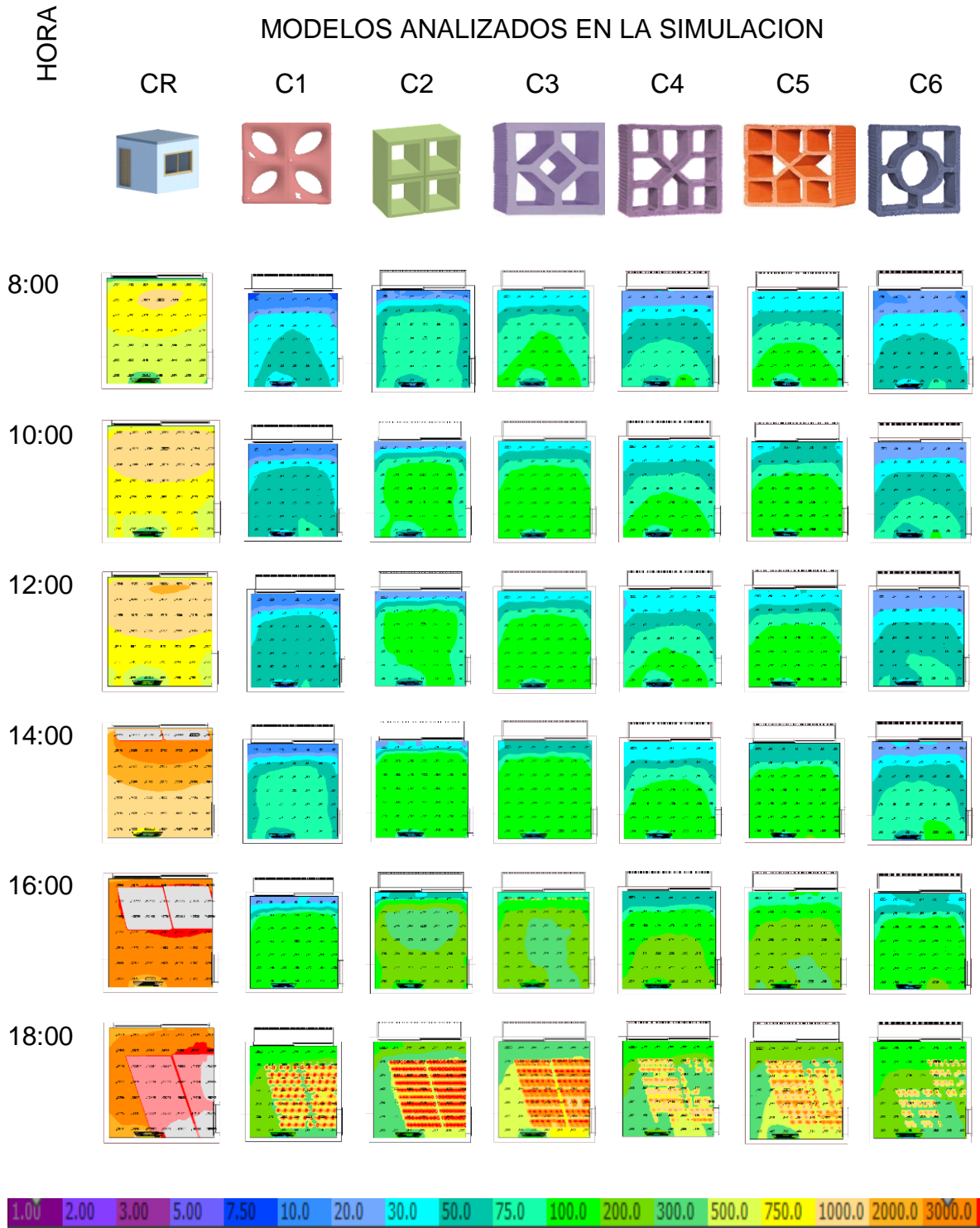
Fuente: El autor.

La Figura 122, es un resumen utilizando la técnica de colores, estas representan la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación oeste.

En consecuencia, como los demuestran los análisis presentados, en la ciudad de Curitiba, en la orientación oeste, es recomendable utilizar el tipo de cobogó C3 y C5, ya que este presenta adecuados niveles de iluminancia, acordes con lo

establecido por las normas consultadas. Además de presentar en todo el ambiente interno una adecuada distribución y uniformidad de la iluminación natural.

**Figura 122-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



Fuente: El autor.

5.5.2 Solsticio de Invierno + 1 día = 22/06/2018

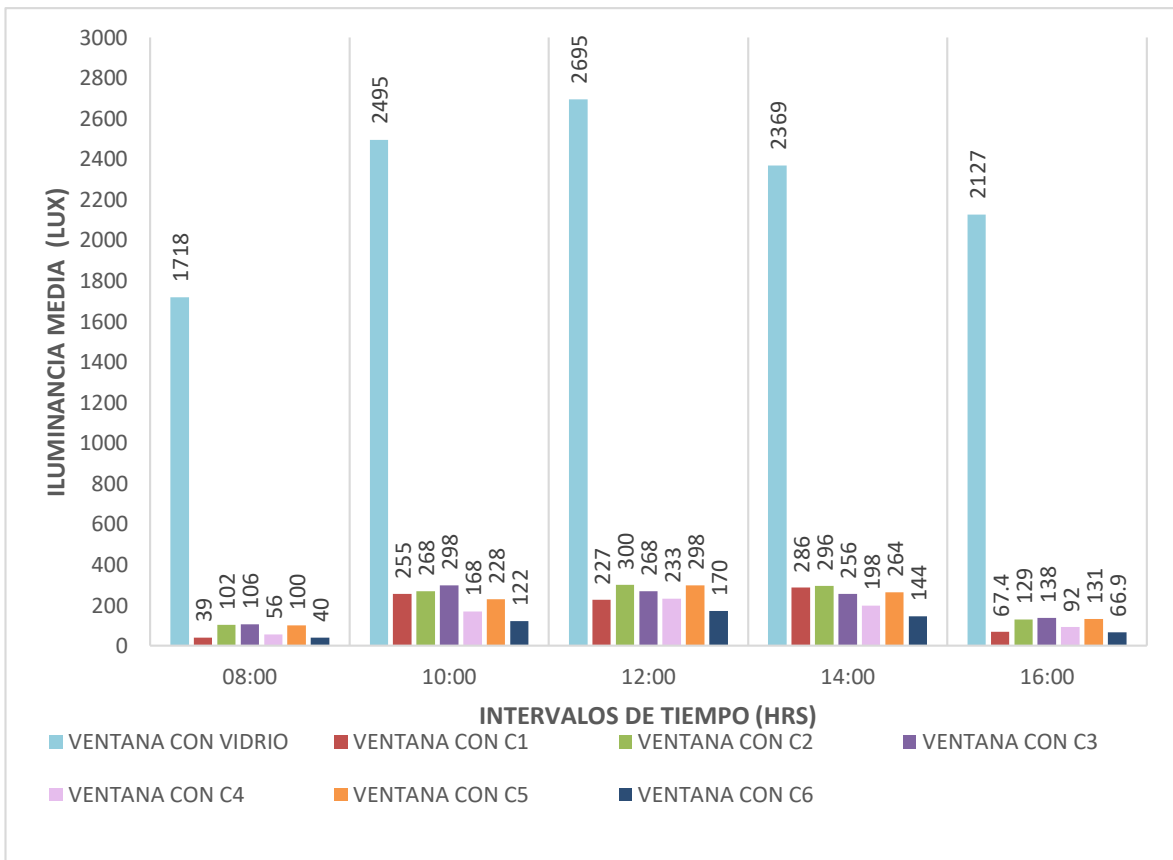
5.5.2.1 Orientación Norte

Analizando los resultados obtenidos de las simulaciones para el invierno, en la orientación norte, podemos observar como lo demuestra la Figura 123 y Tabla 50, que el caso CR, en todos los horarios simulados, presenta niveles superiores a los establecidos por norma.

Observando los valores de los casos con cobogó, podemos concluir que, el caso C1, C4 y C6, presenta adecuados niveles de iluminancia, solo en los horarios de 10:00 de la mañana a 2:00 de la tarde, pues en el horario de 8:00 de la mañana y 4:00 de la tarde, los niveles de iluminancia son inferiores a los establecidos por norma.

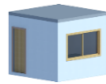
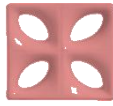


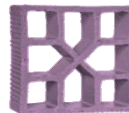
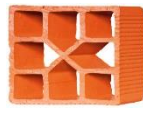

Sim embargo los casos C2, C3 y C5, presentan en todos los horarios analizados, niveles de iluminancia adecuados a los establecidos por norma, convirtiéndolos en los modelos adecuados para este tipo de orientación y ciudad brasilera.

**Figura 123-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor.

**Tabla 50-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	❖
12:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	❖
14:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	❖
16:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓

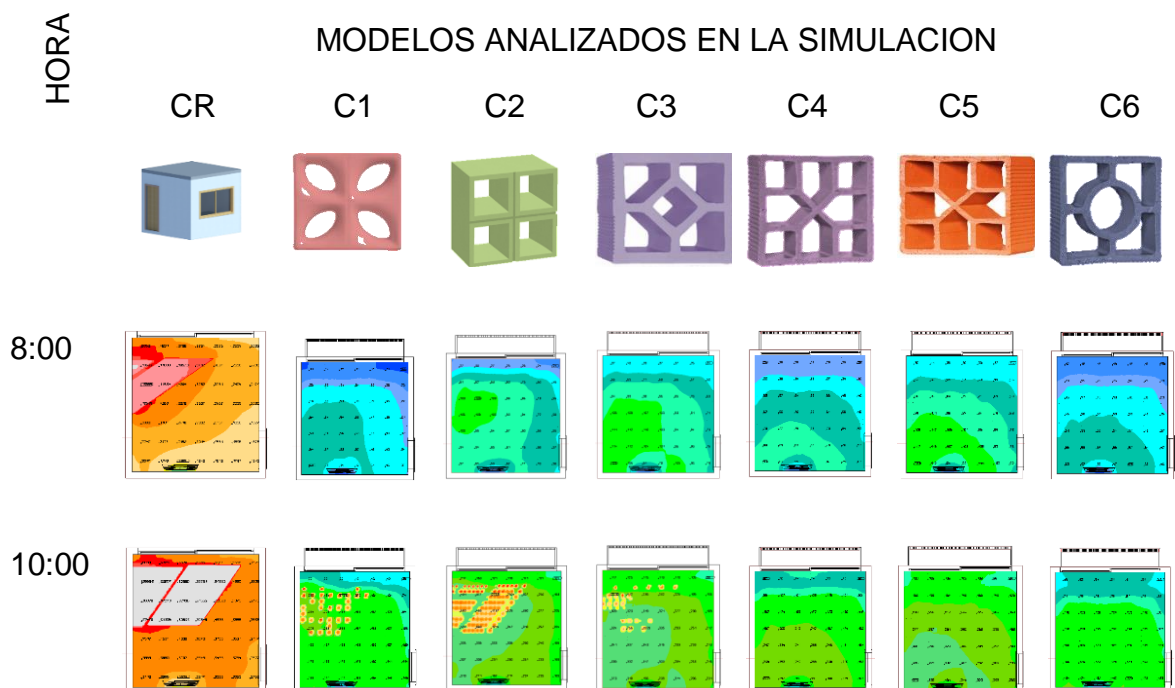
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

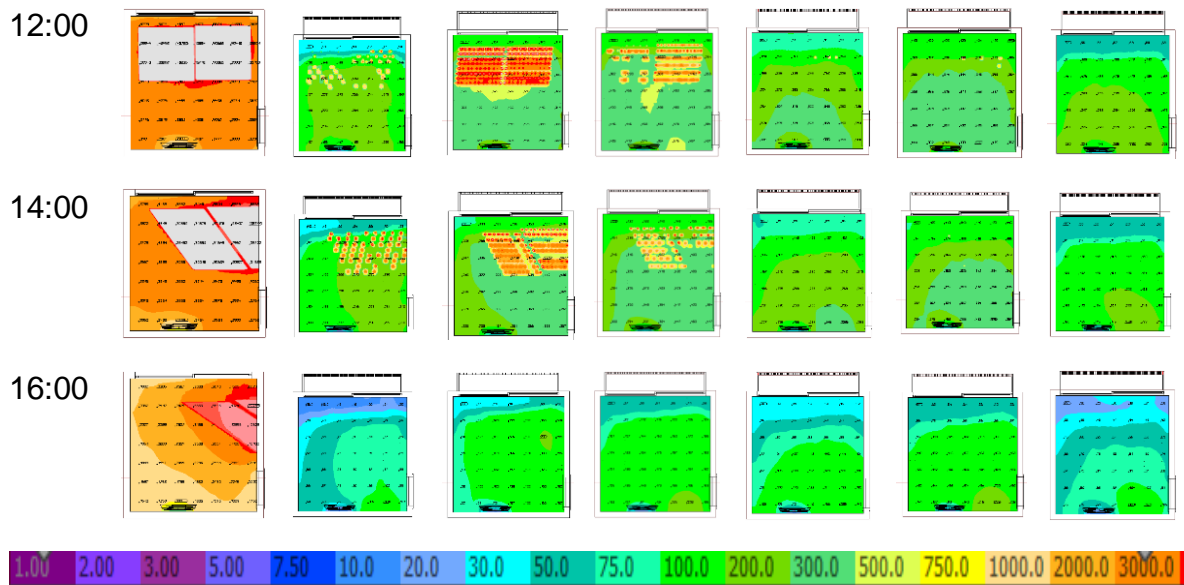
**Fuente:** El autor.

La distribución y uniformidad de la iluminación, son dos parámetros esenciales para evaluar, el nivel de iluminancia requerida, en un ambiente determinado, en tal sentido la Figura 124, nos da a conocer que el caso CR, presenta una uniformidad dispersa y no homogénea en el ambiente interno, sobre todo en el espacio donde está proyectada la ventana, ocasionando de esta forma ofuscamiento y malestar en el usuario.

Por otra parte, al evaluar la uniformidad de los modelos con cobogó, podemos percibir que, los que mejor presentan una uniformidad homogénea, son los casos C2, C3 y C5, pues estos modelos distribuyen, adecuadamente la iluminación natural dentro del ambiente, haciendo con que los usuarios se encuentren adecuadamente confortables en la sala de estar.

**Figura 124-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.





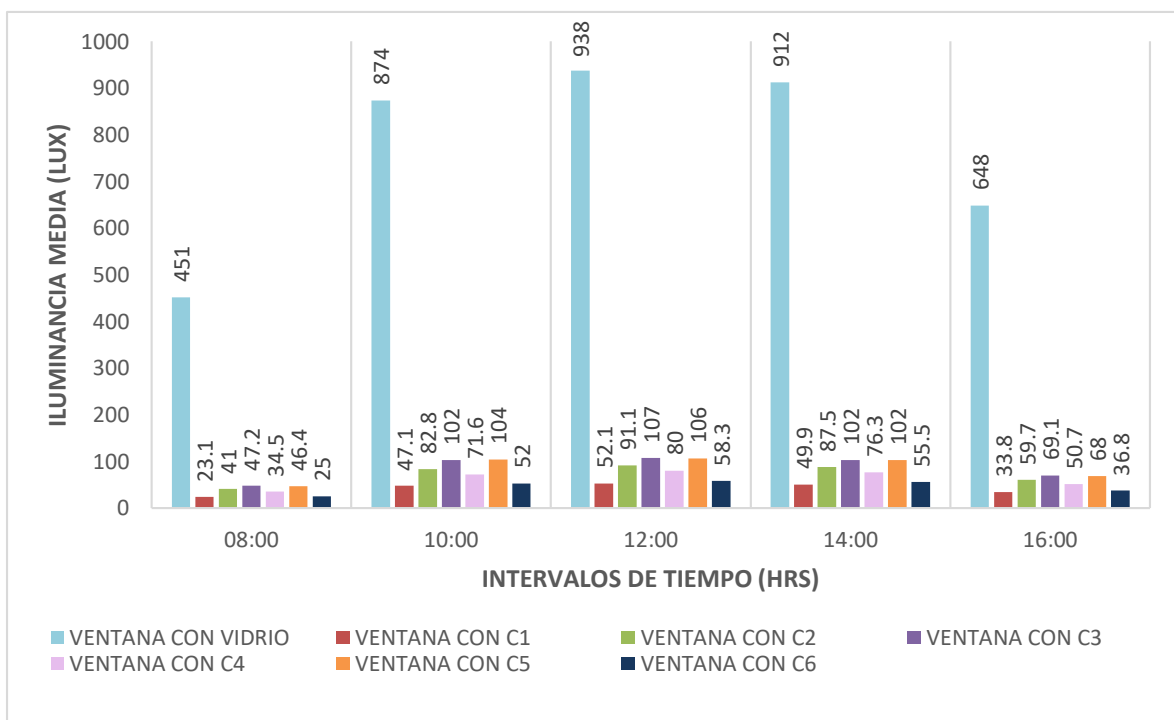
Fuente: El autor.

### 5.5.2.2 Orientación Sur

La Figura 125 y la Tabla 51, nos dan a conocer que el modelo de referencia CR, presenta niveles de iluminación superiores a los 100 lux, haciendo que en todo el día puede ocasionar ofuscamiento.


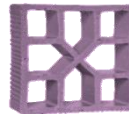


Analizando los modelos de cobogó se concluye que los modelos C1, C2, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia muy por debajo de lo establecido por norma, sin embargo los modelos de cobogó C2 y C5 a partir de las 10:00 hasta las 14:00 horas, presentan niveles adecuados de iluminancia.

Figura 125- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

**Tabla 51-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur

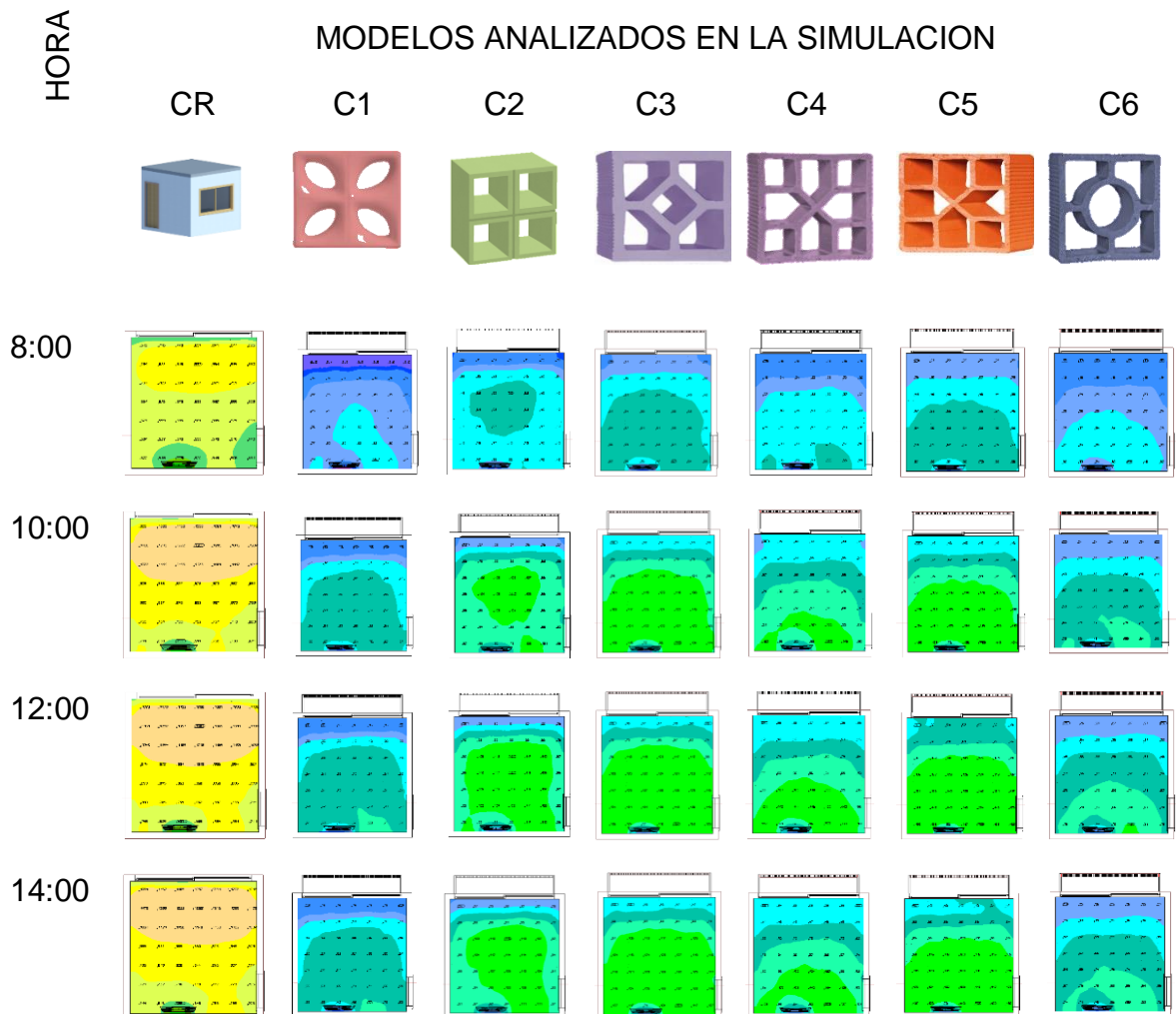
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	◆	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	◆	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	◆	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆

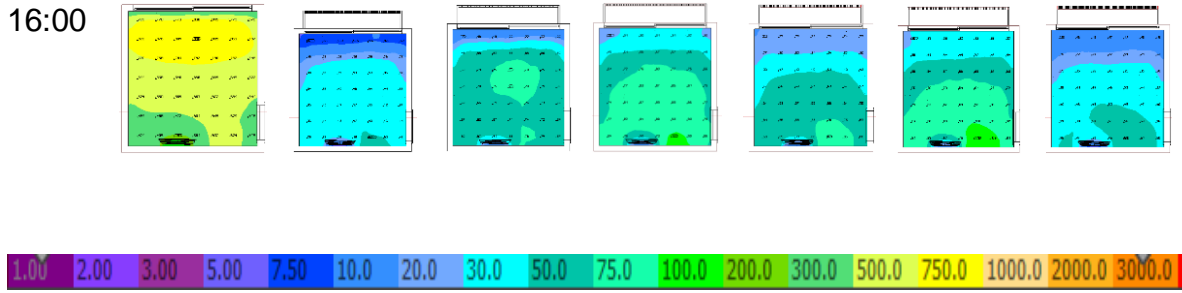
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 126, representa la utilización de colores en el ambiente, para determinar el nivel de iluminancia, la uniformidad y la distribución de la iluminación en la sala estar. De esta forma, se observa que los modelos de cobogó C3 y C5 presentan una buena distribución de iluminación en la sala, ya los otros modelos la uniformidad no es constante.

**Figura 126-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.





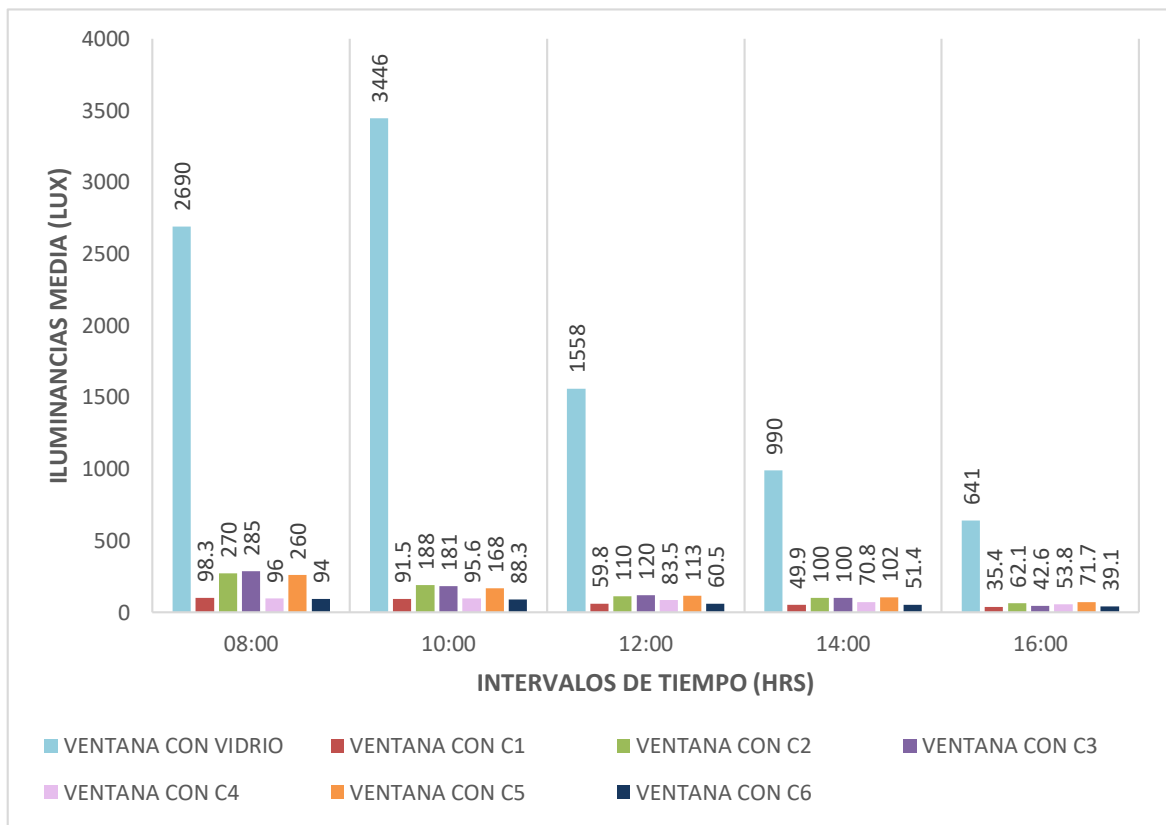
Fuente: El autor.

### 5.5.2.3 Orientación Este

Según la Figura 127 y la Tabla 52, las simulaciones computacionales para el solsticio de invierno con respecto a la orientación este, nos revela que los niveles de iluminancia analizados en los horarios determinados del caso CR, son elevados, comparándolos con los niveles medios establecidos por norma.

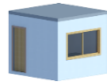



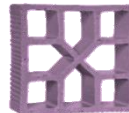


Con respecto a las simulaciones realizadas a los modelos con cobogó, se concluye que los modelos C1, C4 y C6, presentan en todos los horarios simulados, niveles de iluminancia inferiores a los requeridos por norma (100 lux). Sin embargo, los modelos C2, C3, y C5, presentan en los horarios de 8:00 a 2 de la tarde, niveles adecuados de iluminancia con respecto a lo establecido por norma, mientras que en el horario de las 4: 00 de la tarde ninguno de los casos con cobogó, presenta niveles de iluminación adecuados.

Figura 127- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.



Fuente: El autor.

**Tabla 52-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este

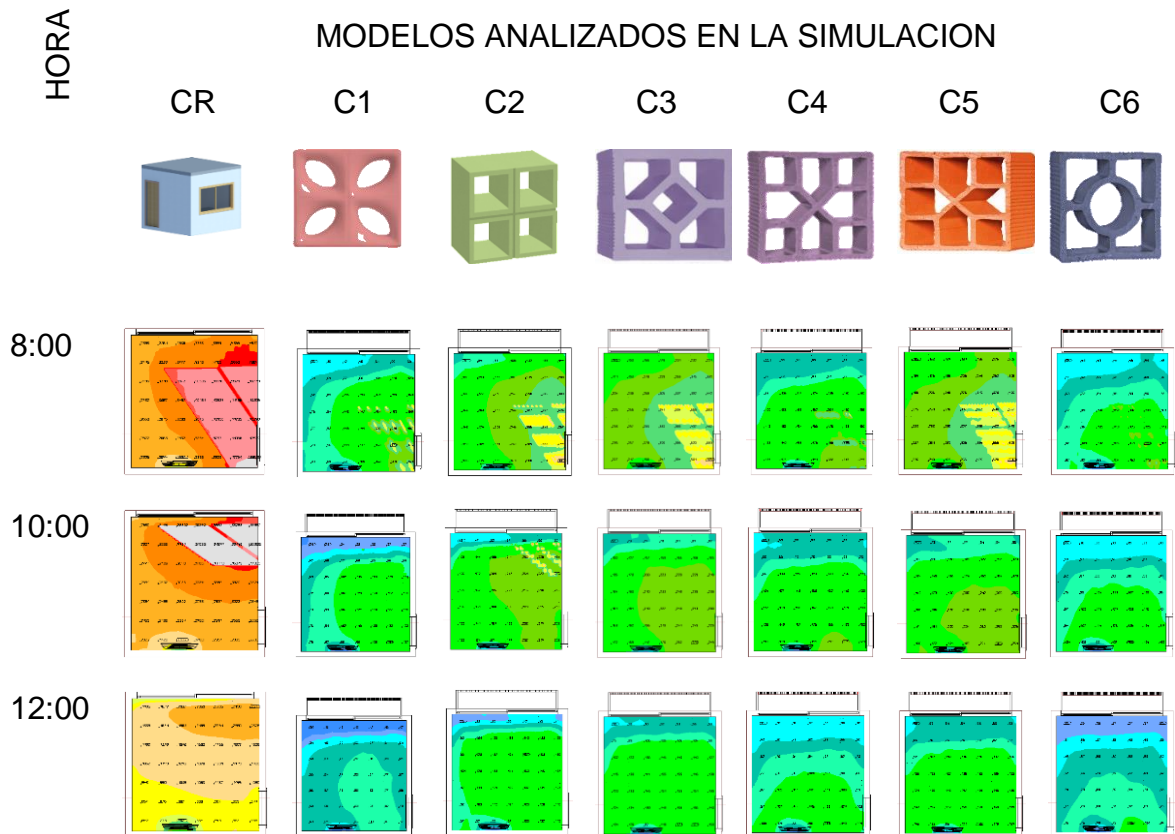
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	✓	●	◆	✓	◆
10:00	●	◆	✓	●	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	●	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	●	◆	✓	◆
16:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆

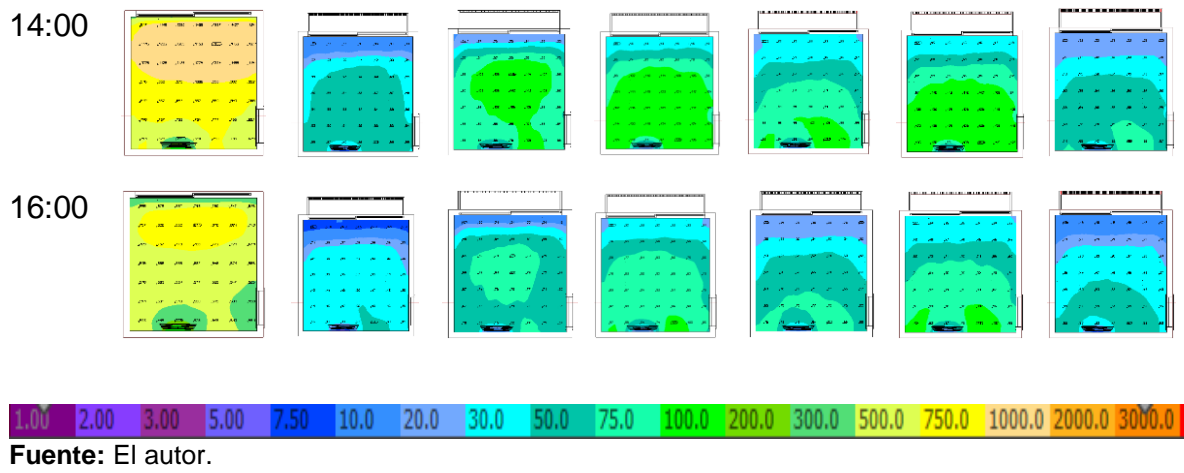
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Con respecto a la uniformidad, la Figura 128, representa una visualización por medio de colores, estas a su vez dan a conocer que los modelos C2, C3 y C5, presentan una adecuada distribución, de la iluminación natural en el ambiente interno, pues el caso CR, presenta una distribución inadecuada de la iluminación, pues como se percibe en la figura 108, la concentración de luz está en el espacio donde se ha proyectado la ventana, haciendo con que el ambiente interno se genere ofuscamiento en el usuario.

**Figura 128-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.



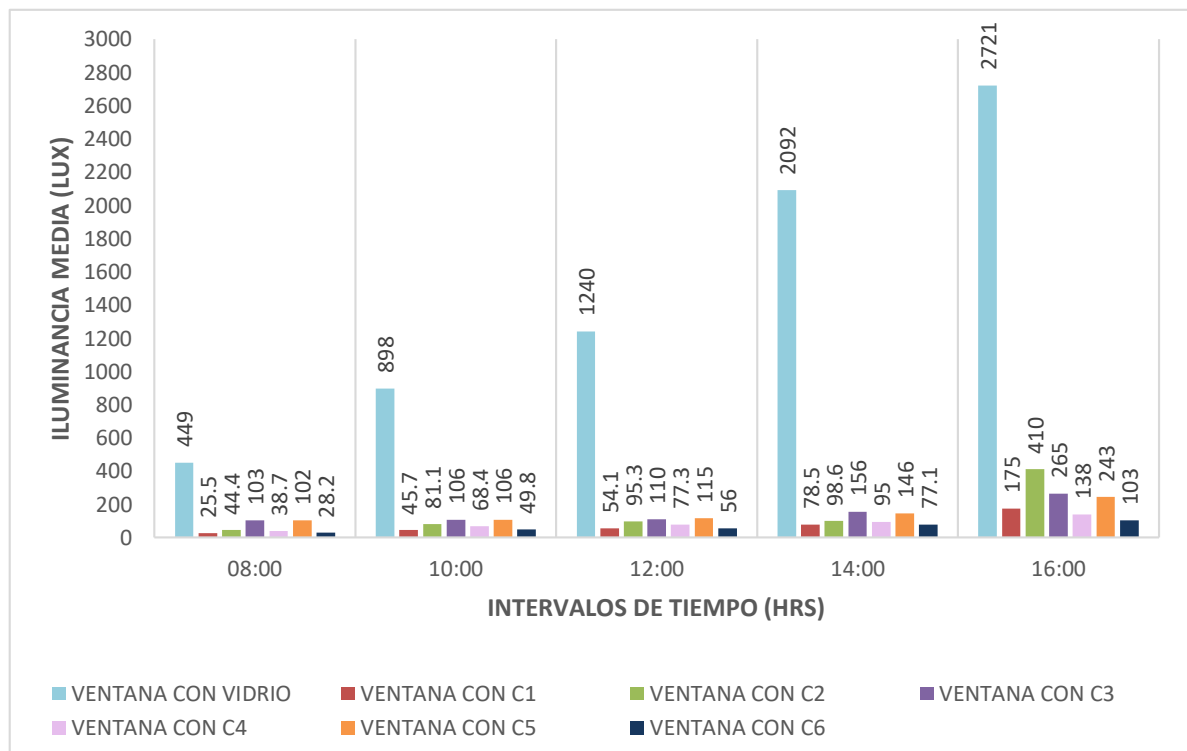


### 5.5.2.4 Orientación Oeste

Las simulaciones computacionales, para la orientación oeste en la ciudad de Curitiba, tal como se observa en la Figura 129 y Tabla 53, dan a conocer que el caso CR en todos los horarios analizados el nivel de iluminancia media es elevado en consideración con los niveles recomendados, más aún en los horarios de 14:00 a 16:00 horas.

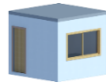



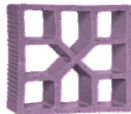


Sin embargo, analizando los modelos con cobogó, se observa que el caso C3 y C5 presenta niveles adecuados de iluminancia, en todos los horarios simulados. Ya los demás casos (C1, C2, C4 y C6), los niveles de iluminancia son inferiores a los requeridos por norma, en los horarios de 8:00 de la mañana hasta las 14:00 horas, pues solo en el horario de las 16:00 horas los niveles son adecuados.

**Figura 129-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



Fuente: El autor.

**Tabla 53-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

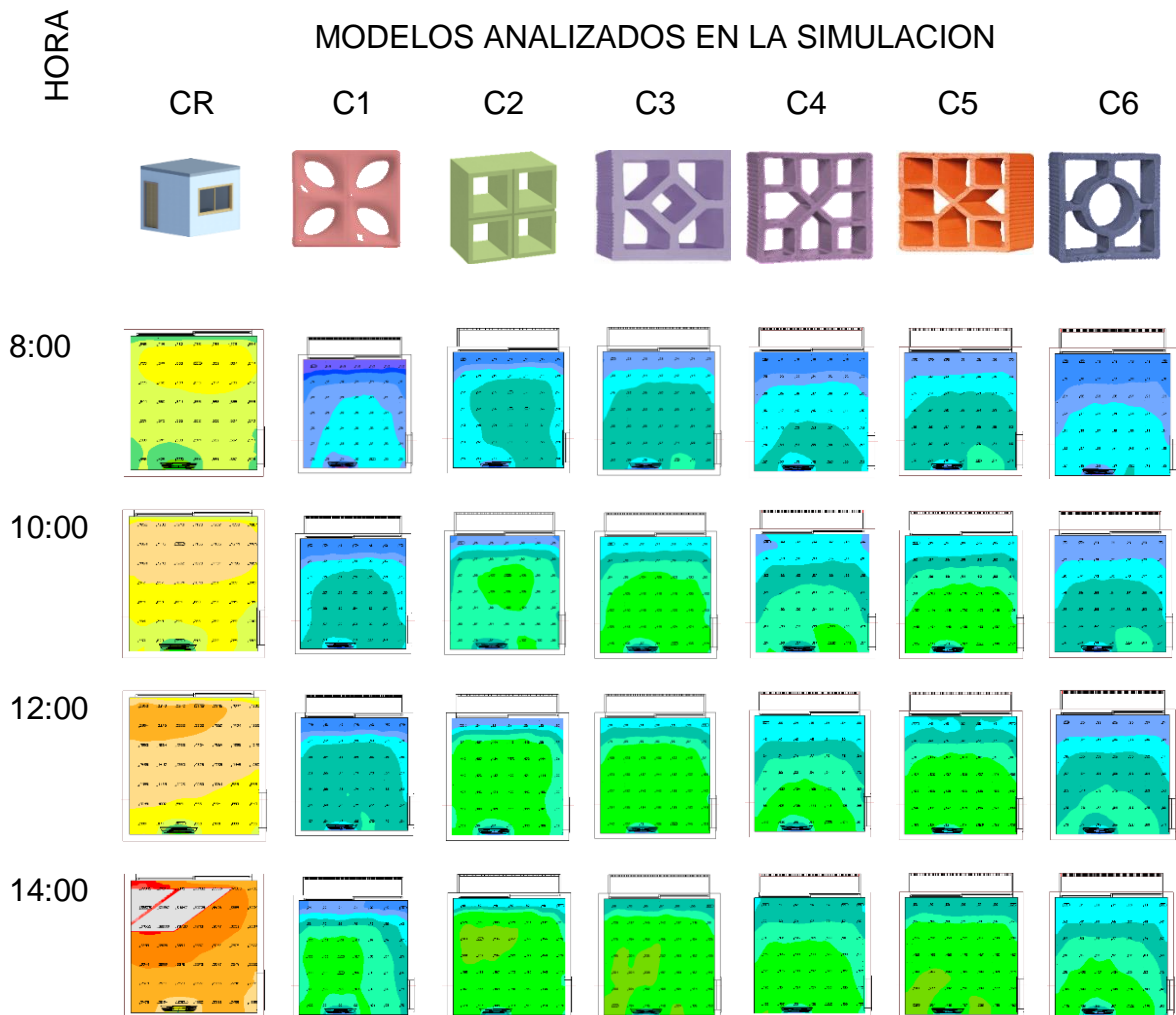
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	✓	❖	✓	❖
10:00	●	❖	❖	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	❖	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	❖	✓	❖	✓	❖
16:00	●	✓	●	✓	✓	✓	✓

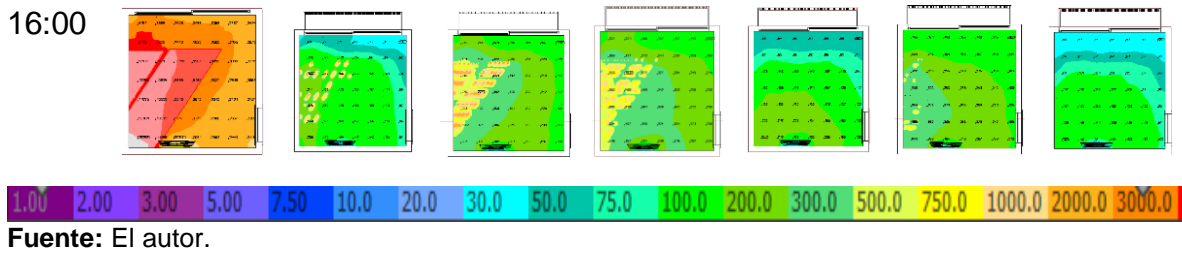
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

De la misma manera, en la Figura 130, se observa que efectivamente los modelos de cobogó C3 y C5, son los que presentan, una mejor uniformidad de iluminación, dentro del ambiente interno, pues estos modelos arquitectónicos distribuyen homogéneamente la iluminación haciendo con que el usuario que este en el interior sienta niveles de confort adecuados.

**Figura 130-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



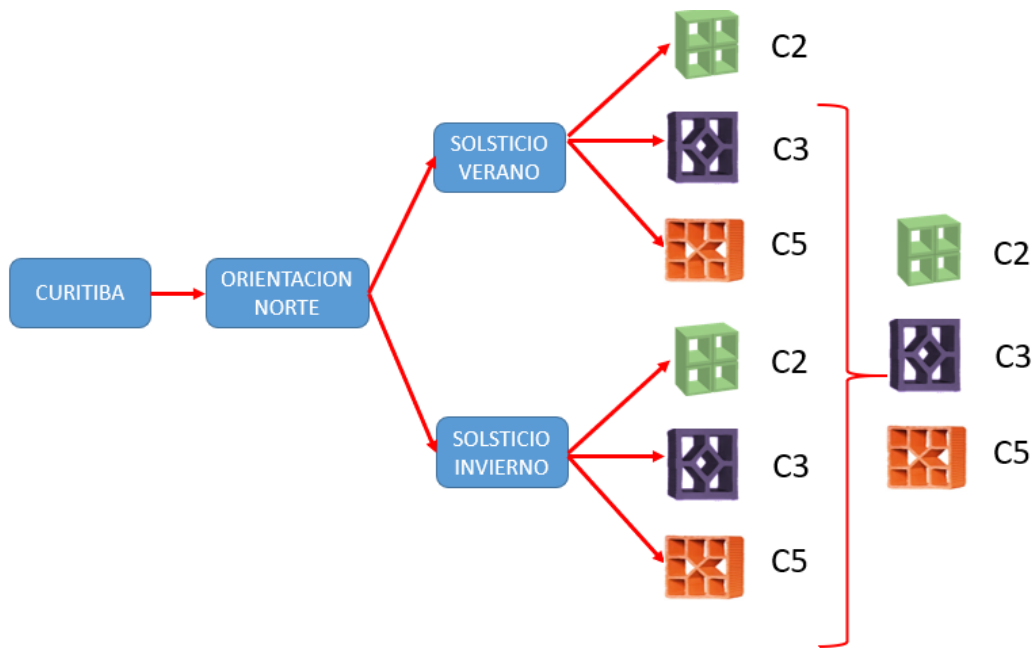


### 5.5.3 Resumen del análisis para la ciudad de Curitiba (lat. 25° 25' - Sur, ZB 1)

Después de haber analizado cada una de las simulaciones se concluye que:

En la orientación norte, tanto para el invierno como para el verano, tal como lo demuestra la Figura 131, el modelo de cobogó que más se adecua en este tipo de clima, es el modelo de cobogó C2, C3 y C5.

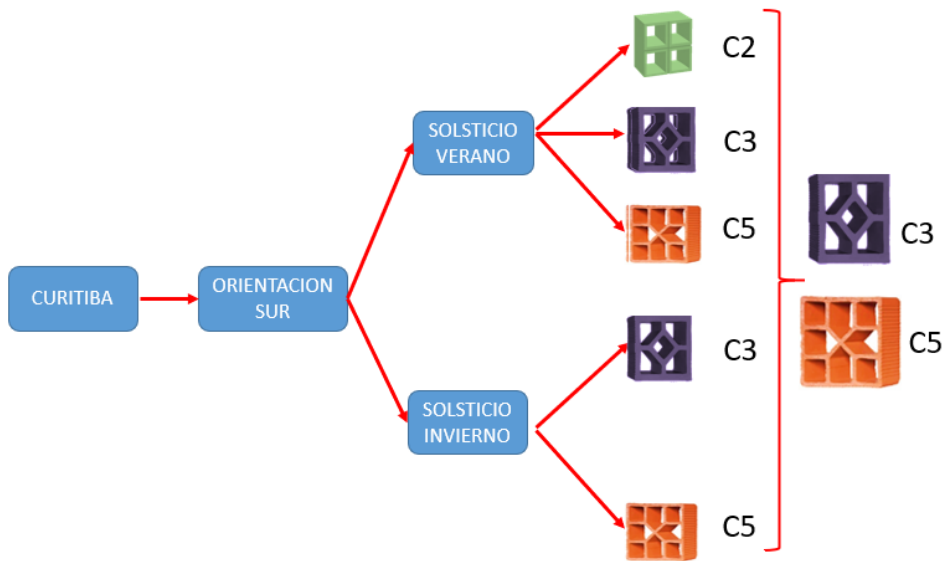
Figura 131- Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.



Fuente: El autor

En la orientación sur, los modelos recomendados (Figura 132) después de haber analizado cada una de las simulaciones, son el modelo de cobogó C3 y C5, pues estos tanto en el solsticio de invierno como en el verano son los más adecuados para esta ciudad.

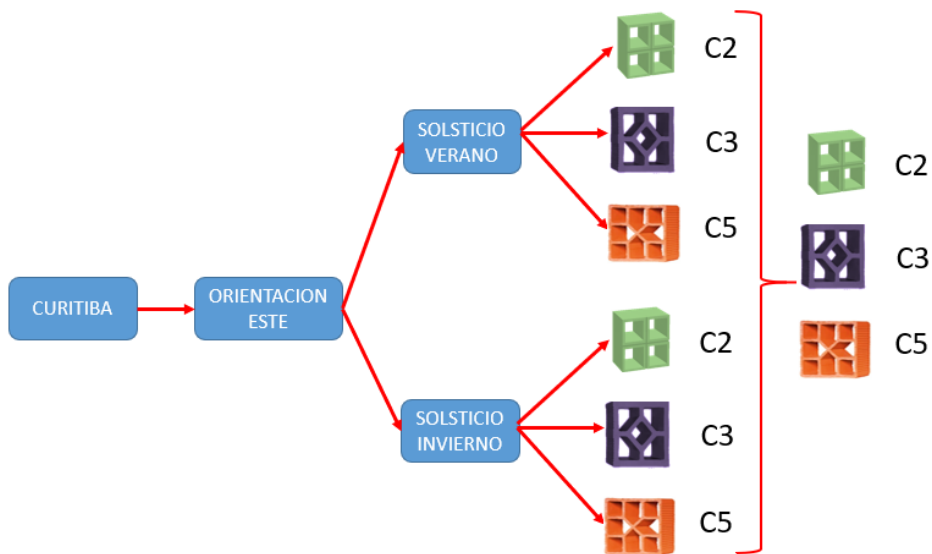
**Figura 132-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación este, como lo da a conocer la Figura 133, los modelos más recomendados son el C2, C3 y C5.

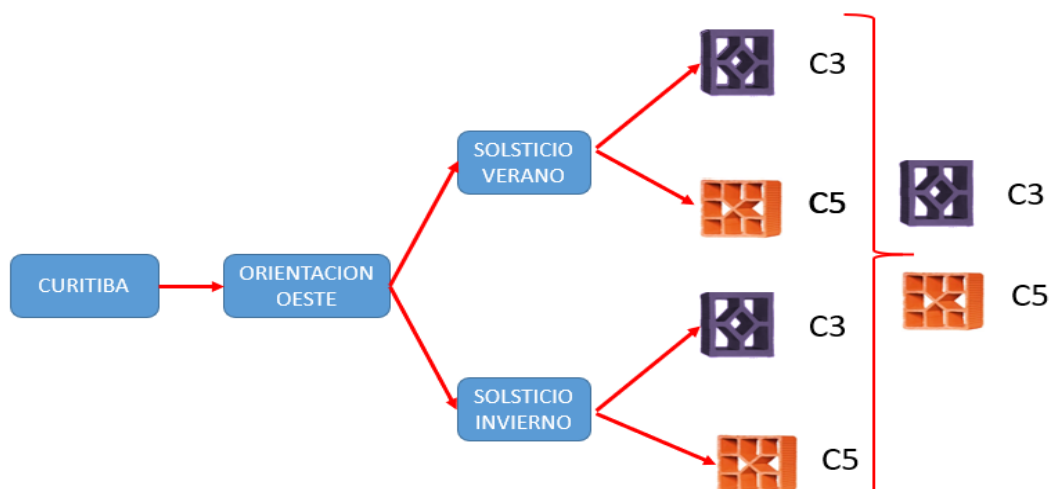
**Figura 133-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación oeste, como lo da a conocer la Figura 134, los modelos más recomendados son el C3 y C5.

**Figura 134-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.



**Fuente:** El autor.

## 5.6 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE MANAUS (lat. 03° 6´ - Sur, ZB 8)

### 5.6.1 Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018

#### 5.6.1.1 Orientación Norte

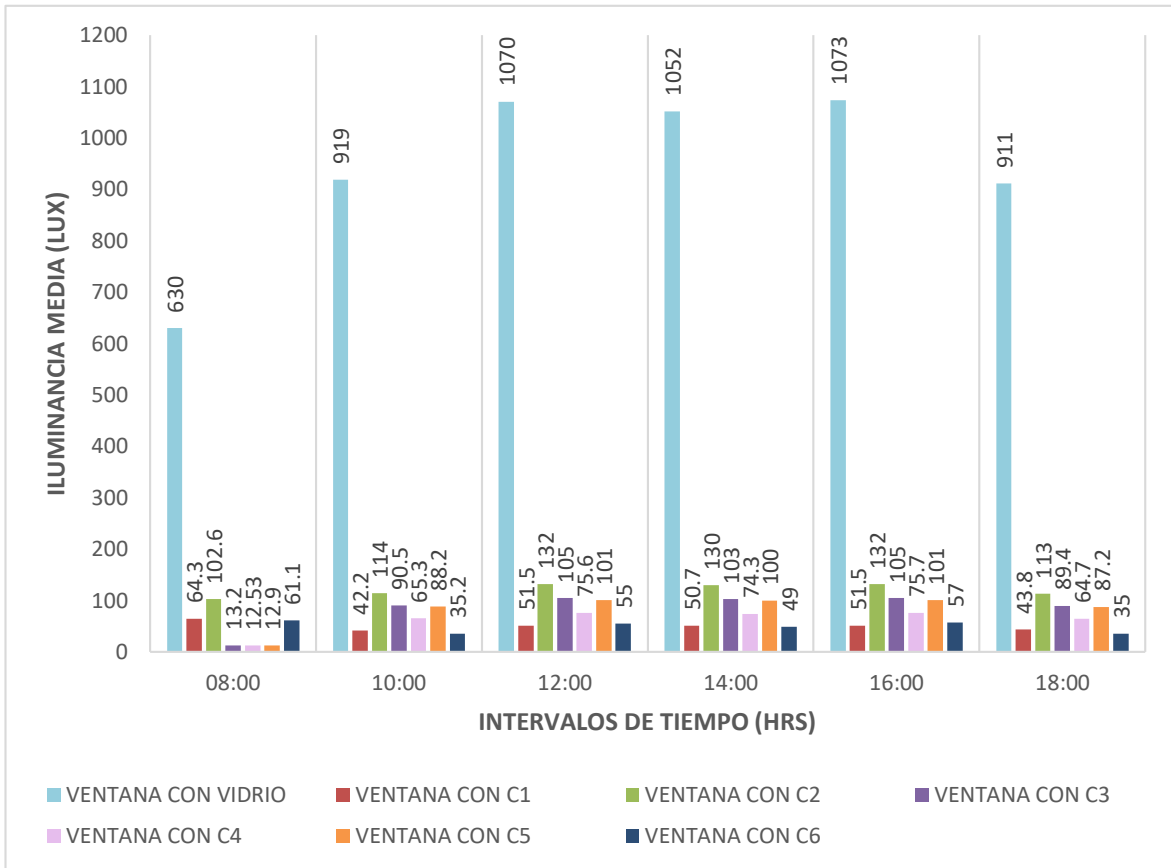
Las simulaciones realizadas para la ciudad de Manaus, en la orientación norte, del solsticio de verano, tal como lo dan a conocer la Figura 135 y Tabla 54, demostrando que el caso CR, presenta niveles elevados de iluminancia en todos los horarios establecidos para este análisis.

Analizando las simulaciones referentes a los modelos de cobogó, estas revelan que los casos C1, C4 y C6, no presentan en ninguno de los horarios simulados, niveles de iluminancia adecuados y con relación a lo establecido por norma.

Por otra parte, los modelos C3 y C5, presentan adecuados niveles de iluminancia solamente en los horarios de 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, mientras que en los horarios de 8:00 de la mañana y 18:00 de la tarde, los niveles de iluminancia son inferiores a los 100 lux.

Por último, el modelo C2, es el único modelo que, en esta orientación, presenta niveles adecuados de iluminancia, haciendo con que este modelo sea el recomendado, para poder ser usado como elemento de protección solar.

**Figura 135-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor.

**Tabla 54-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte

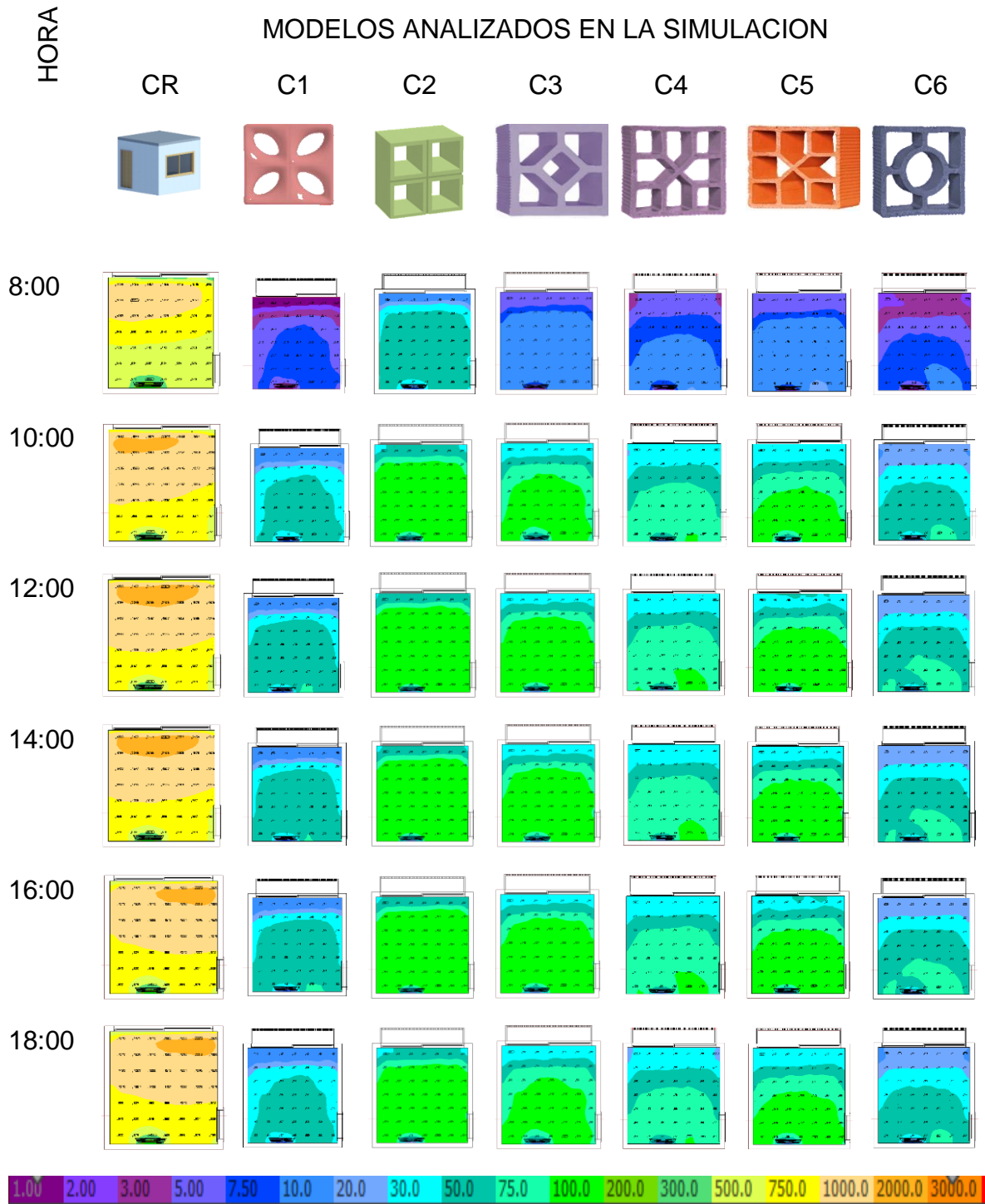
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖

● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Con relación a la uniformidad, la Figura 136, representa la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación norte y como puede visualizarse el caso C2 es el que mejor distribución y uniformidad presenta de iluminación en el ambiente analizado.

**Figura 136-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.

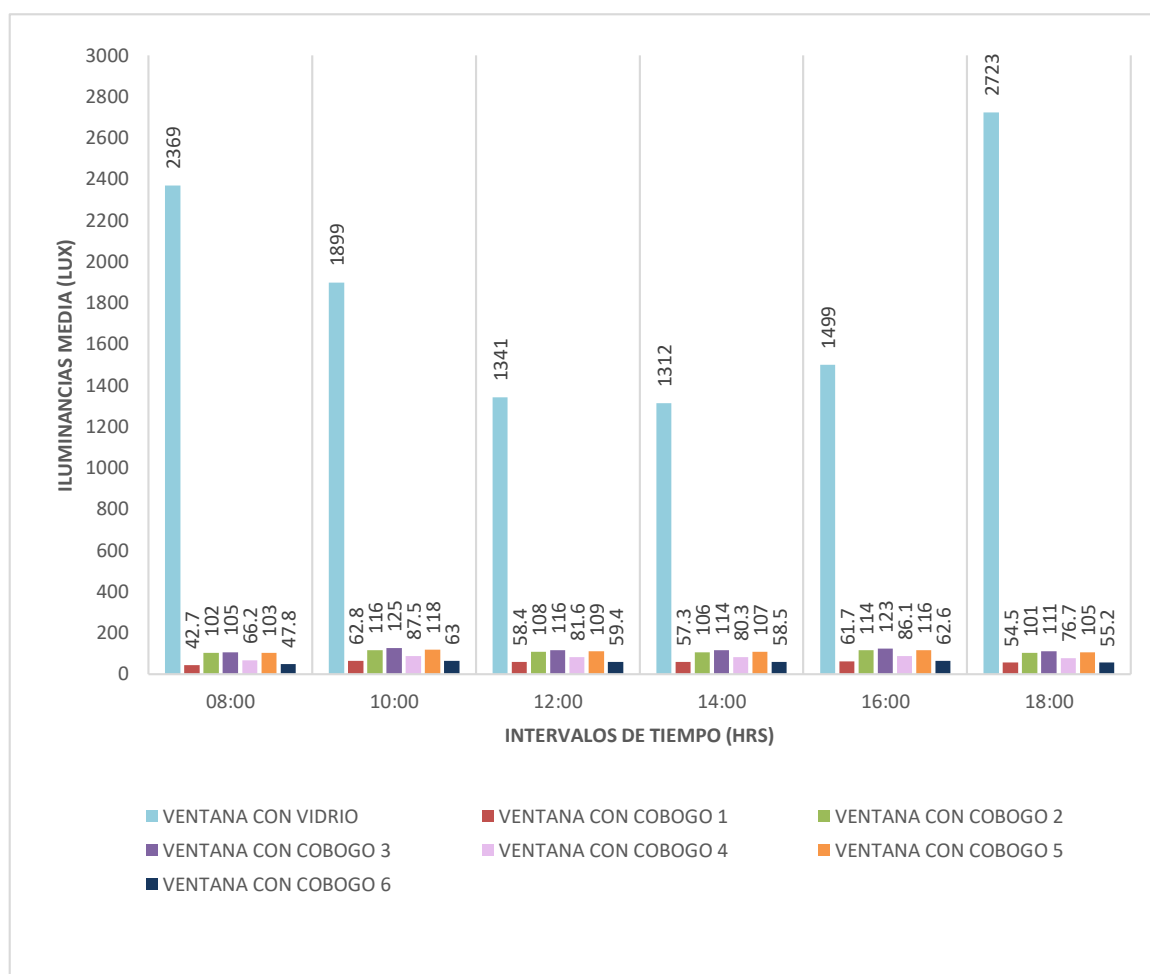


### 5.6.1.2 Orientación Sur

Al analizar las simulaciones computacionales, en la orientación sur, para la ciudad de Manaus, estas nos reflejan, como se observa en la Figura 137 y Tabla 55, que el caso CR, presenta niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, esto hará que el usuario del ambiente, presente incomodidad con el deslumbramiento y malestar.

Con relación a los modelos con cobogó simulados, estos, nos dan a conocer que, los casos C1 y C6, arrojan niveles de iluminancia inferiores a los requeridos, en todos los horarios definidos para las simulaciones realizadas. El caso C4, presenta niveles de iluminancia variables, en los horarios establecidos, como por ejemplo de las 12:00 de medio día hasta las 4:00 de la tarde los niveles de iluminancia son los adecuados para este ambiente, mientras que a las 8:00 de la mañana, 10:00 de la mañana y 6:00 de la tarde los niveles de iluminancia son inferiores a los 100 lux.

**Figura 137-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.

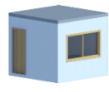



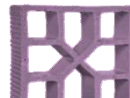



**Fuente:** El autor.

Siguiendo con el análisis de los casos con cobogó, vemos que los modelos C2, C3 y C5, presentan niveles de iluminancia adecuados a los requeridos

por norma a partir de las 10.00 de la mañana hasta las 18:00 horas, haciendo que estos modelos sean los recomendados para esta ciudad y esta orientación.

**Tabla 55-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur

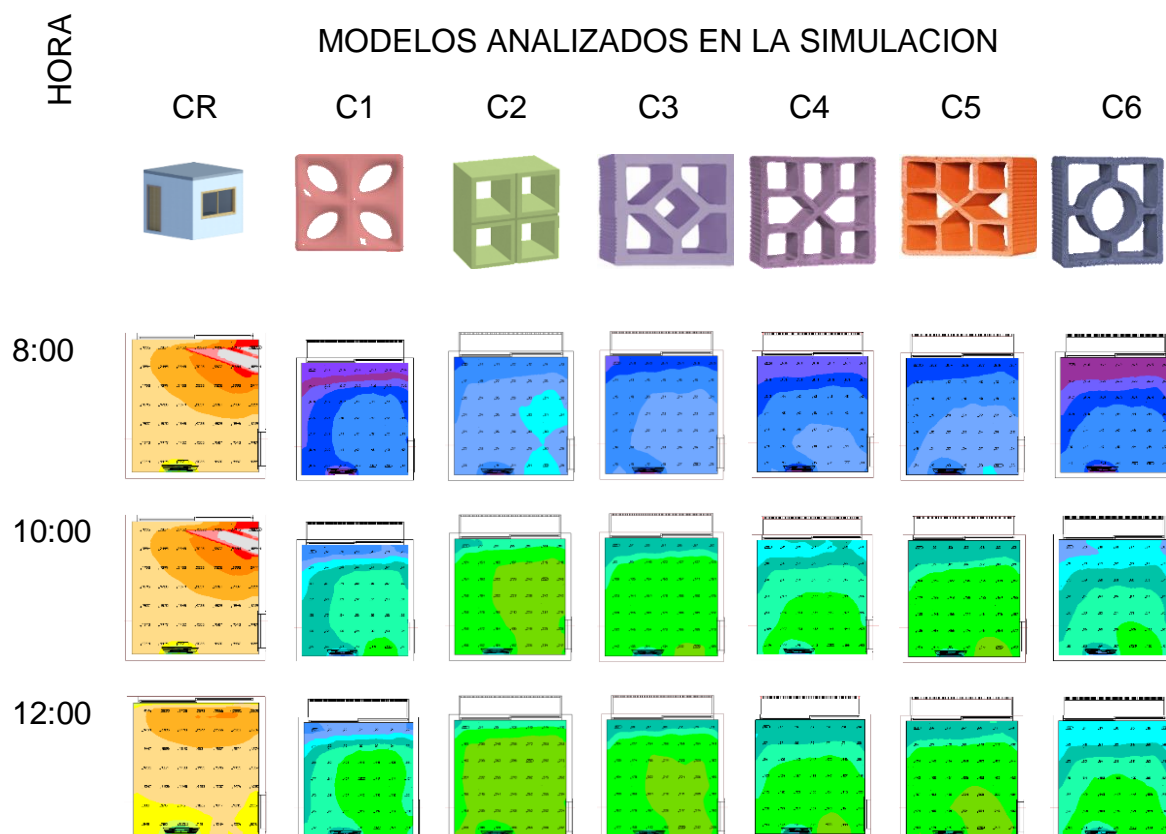
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	✓	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	✓	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	✓	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	✓	✓	❖
18:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

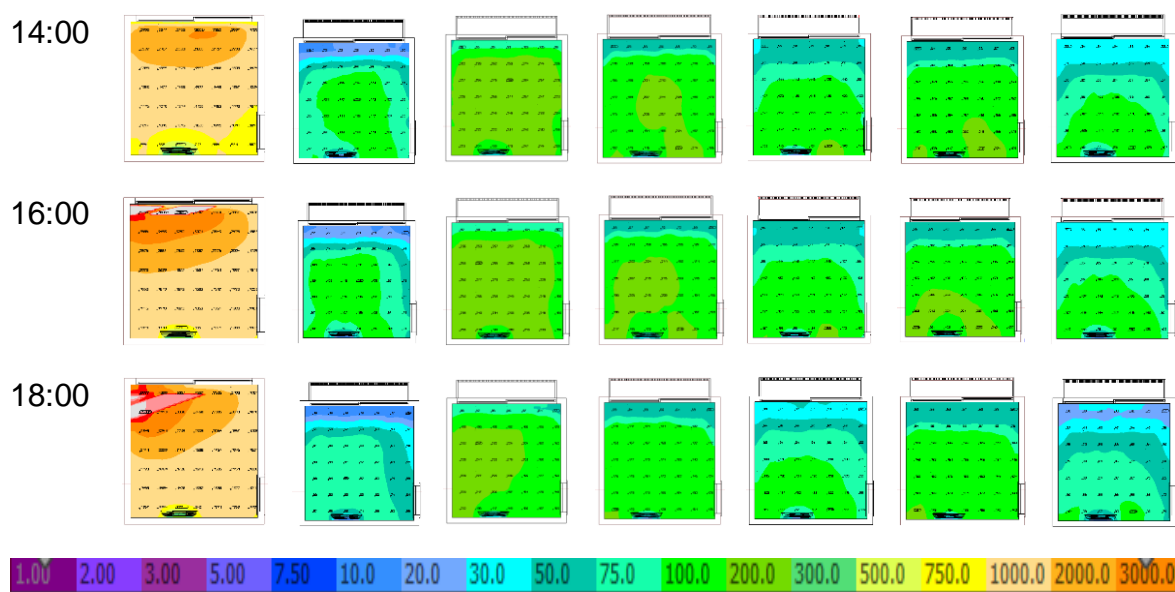
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Para la uniformidad y distribución del ambiente, la Figura 138, da a conocer que los casos C2, C3 y C5, presentan una uniformidad homogénea en todo el ambiente interno, esto hace que los usuarios obtengan confort en toda la sala, mientras que si analizamos el caso CR, este presentan una distribución de iluminación no uniforme, haciendo con que los niveles superiores de iluminancia, se encuentren en el espacio cerca de la pared donde está proyectada la ventana, ocasionando de esta manera malestar y ofuscamiento en el usuario.

**Figura 138-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.





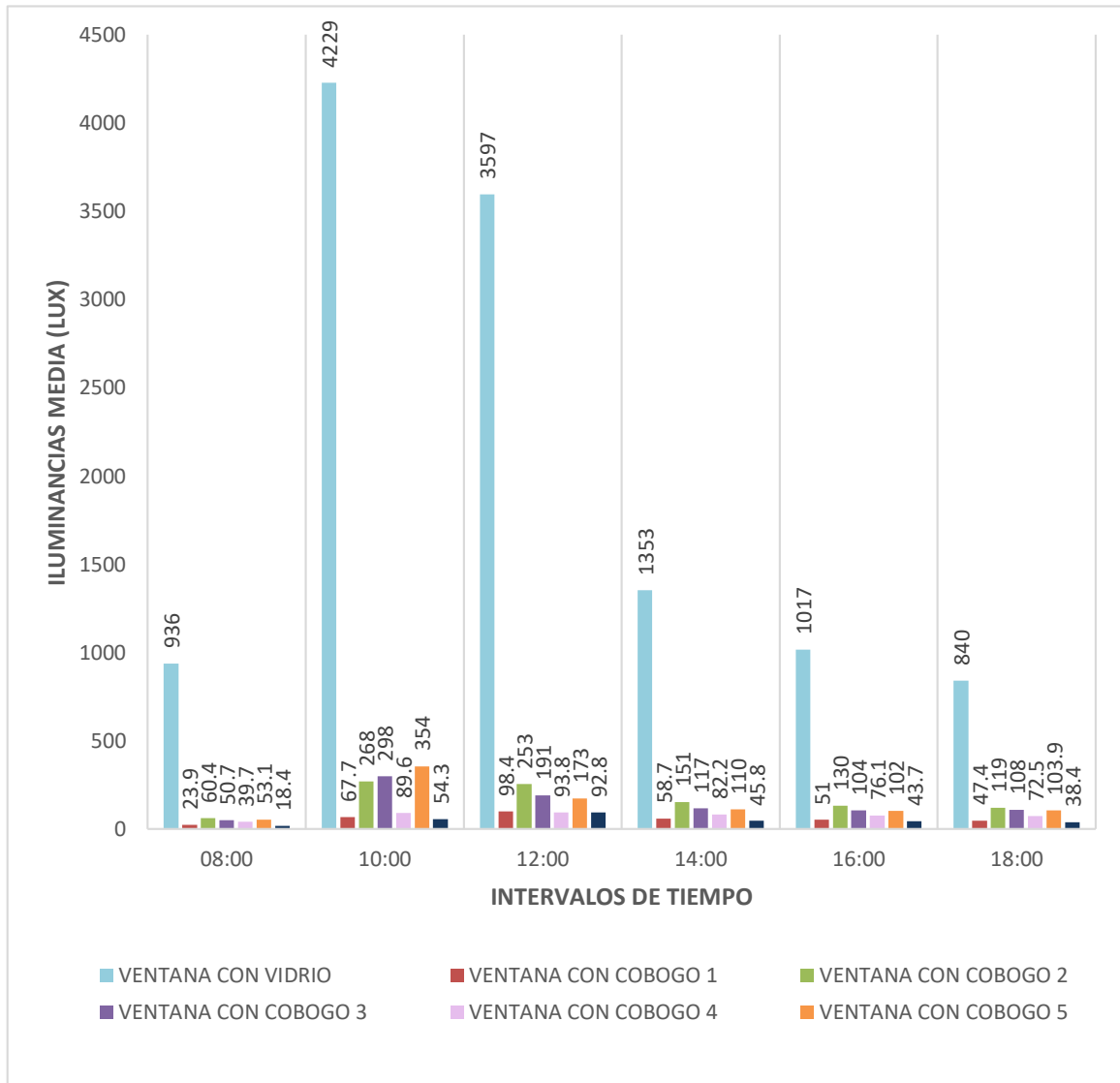
Fuente: El autor

### 5.6.1.3 Orientación Este

Al analizar la Figura 139 y la Tabla 56, podemos observar que el modelo CR, presenta niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, niveles superiores especialmente en el horario de la mañana de 10:00 a 12:00 del mediodía.

Para contrarrestar estos niveles, fueron simulados casos con la utilización de modelos de cobogós, de tal forma, la simulaciones dan a conocer que los modelos C2, C3 y C5 son los modelos que presentan en los horarios de 10:00 de la mañana hasta las 18:00 horas, mejores niveles de iluminancia, con relación a lo establecido por norma; seguido están los modelos C1, C4 y C6, que contrarrestan los niveles de iluminancia del caso C, pero que con relación a lo establecido por norma son inferiores, esto hace que sea necesario para alcanzar los 100 lux, sea necesario el accionar la iluminación artificial.

**Figura 139-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.



Fuente: El autor.

**Tabla 56-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
18:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆

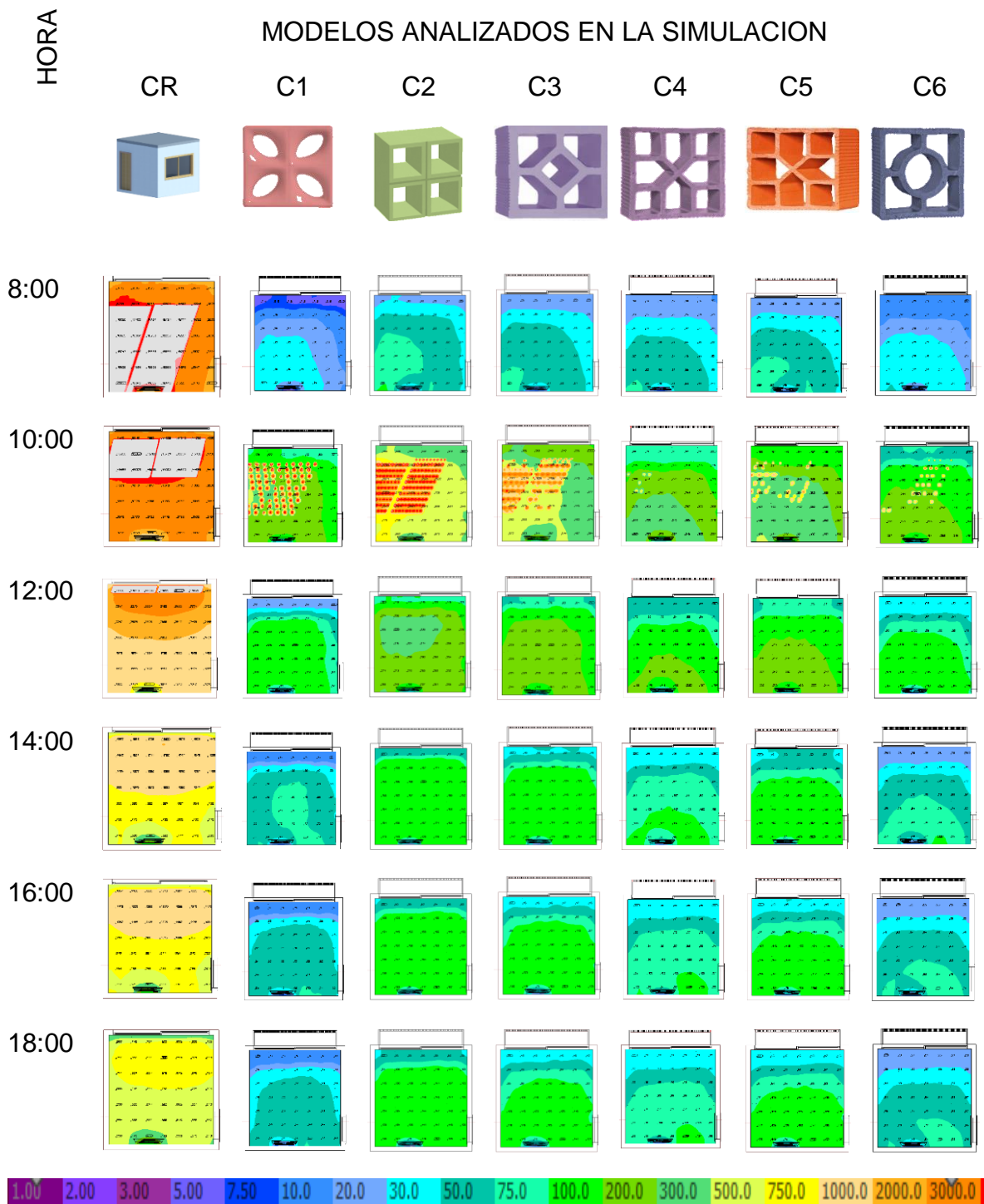
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Analizando la uniformidad y distribución de la iluminación natural dentro del ambiente, en la Figura 140, se observa que efectivamente, el caso CR, la distribución de la luz dentro del ambiente no es adecuada, haciendo con que en el espacio donde se encuentra proyectada la ventana, los niveles de iluminancia sean superiores y por consiguiente el nivel de ofuscamiento también.

Sim embargo si visualizamos la distribución de los modelos C2, C3 y C5, la distribución de la luz es homogénea haciendo con que en todo el ambiente interno la luz llegue de manera uniforme sin ocasionar malestar alguno en el usuario.

**Figura 140-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.



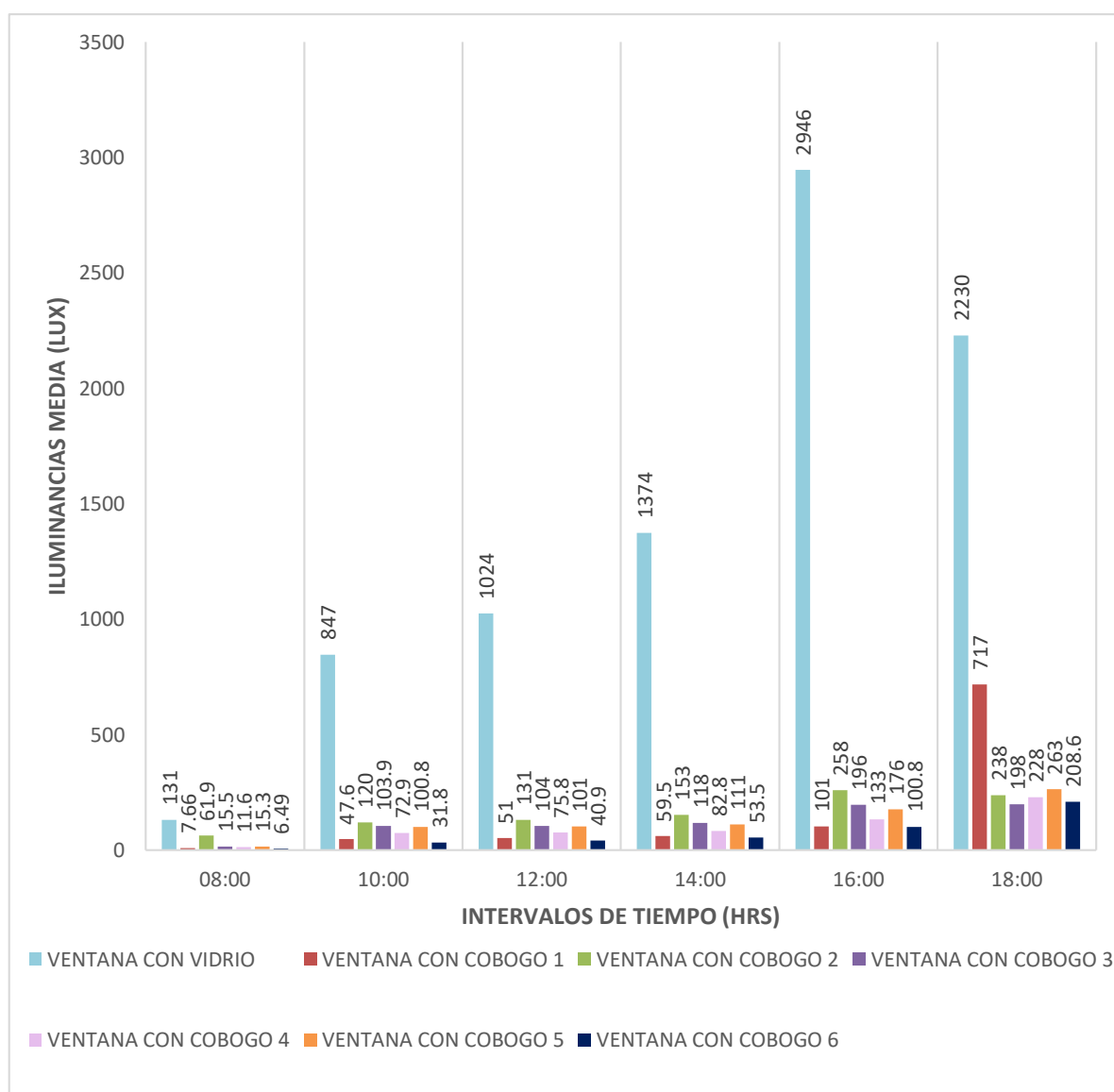
Fuente: El autor

### 5.6.1.4 Orientación Oeste

Al evaluar la orientación oeste, en el verano, la Figura 141 y la Tabla 57, dan a conocer que el caso de referencia CR, presenta niveles muy elevados de iluminancia, especialmente en el horario de las 14:00 hasta las 18:00 horas.

Al simular el mismo ambiente, pero ya con la utilización de elementos de protección solar, como es el caso de los cobogós, podemos observar que todos los modelos analizados (C1, C2, C3, C4, C5, C6), reducen los niveles de iluminancia en relación al caso CR, sin embargo los cobogós C2, C3 y C5, son los que presentan mejores niveles de iluminancia, en relación a los 100 lux, que se requiere para obtener una buena iluminación en una sala estar. Ya los otros casos los niveles de iluminancia son variables y están por debajo de los niveles establecidos por norma (100 lux).

**Figura 141-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



**Fuente:** El autor.

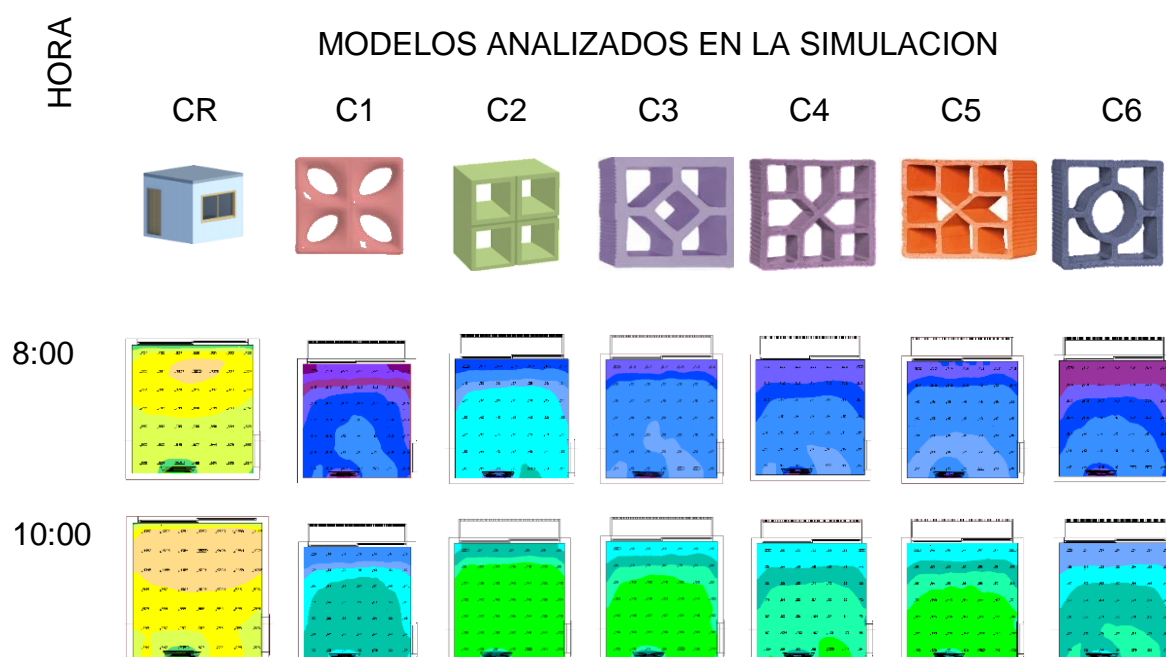
**Tabla 57-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

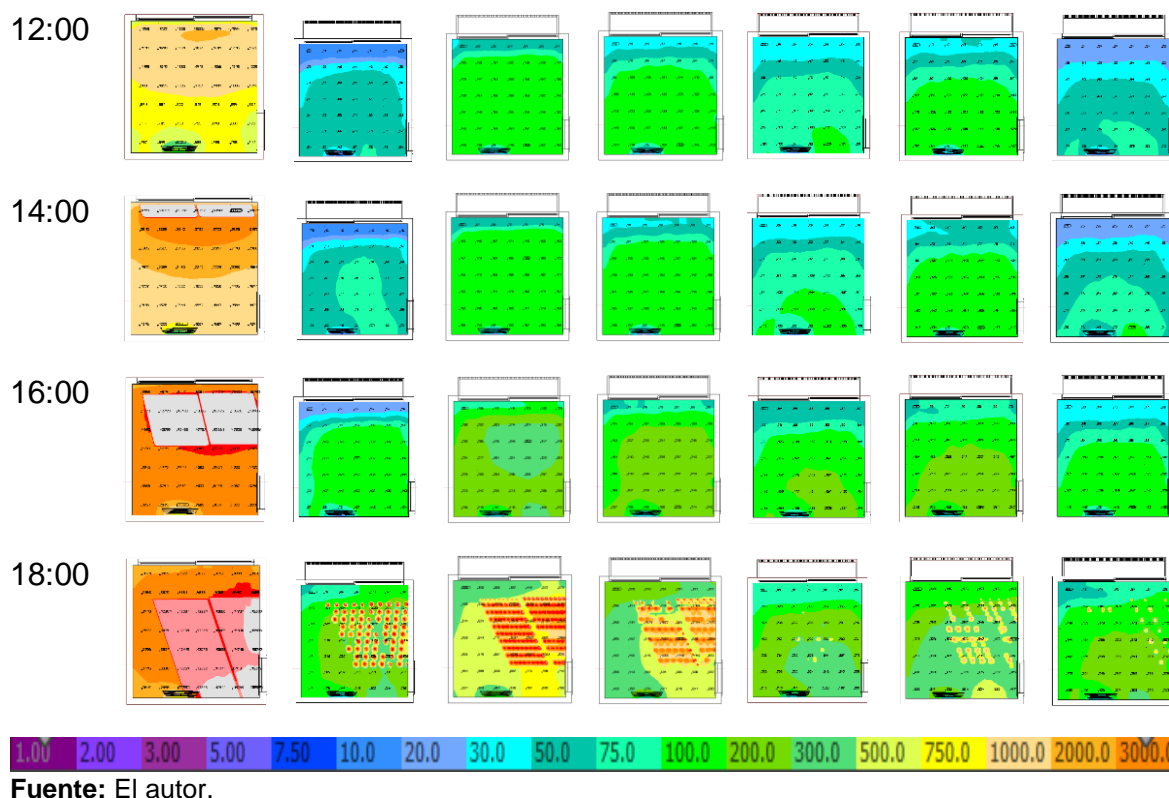
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	✓	✓	✓	●	✓	●
18:00	●	●	✓	✓	●	✓	✓

● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 142, es un resumen utilizando la técnica de colores, estas representan la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación oeste. En consecuencia, como los demuestran los análisis presentados, en la ciudad de Manaus, en la orientación oeste, es recomendable utilizar el tipo de cobogó C2, C3 y C5, ya que estos presentan adecuados niveles de iluminancia, acordes con lo establecido por las normas consultadas. Además de presentar en todo el ambiente interno una adecuada distribución y uniformidad de la iluminación natural.

**Figura 142-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



## 5.6.2 Solsticio de Invierno + 1 día = 22/06/2018

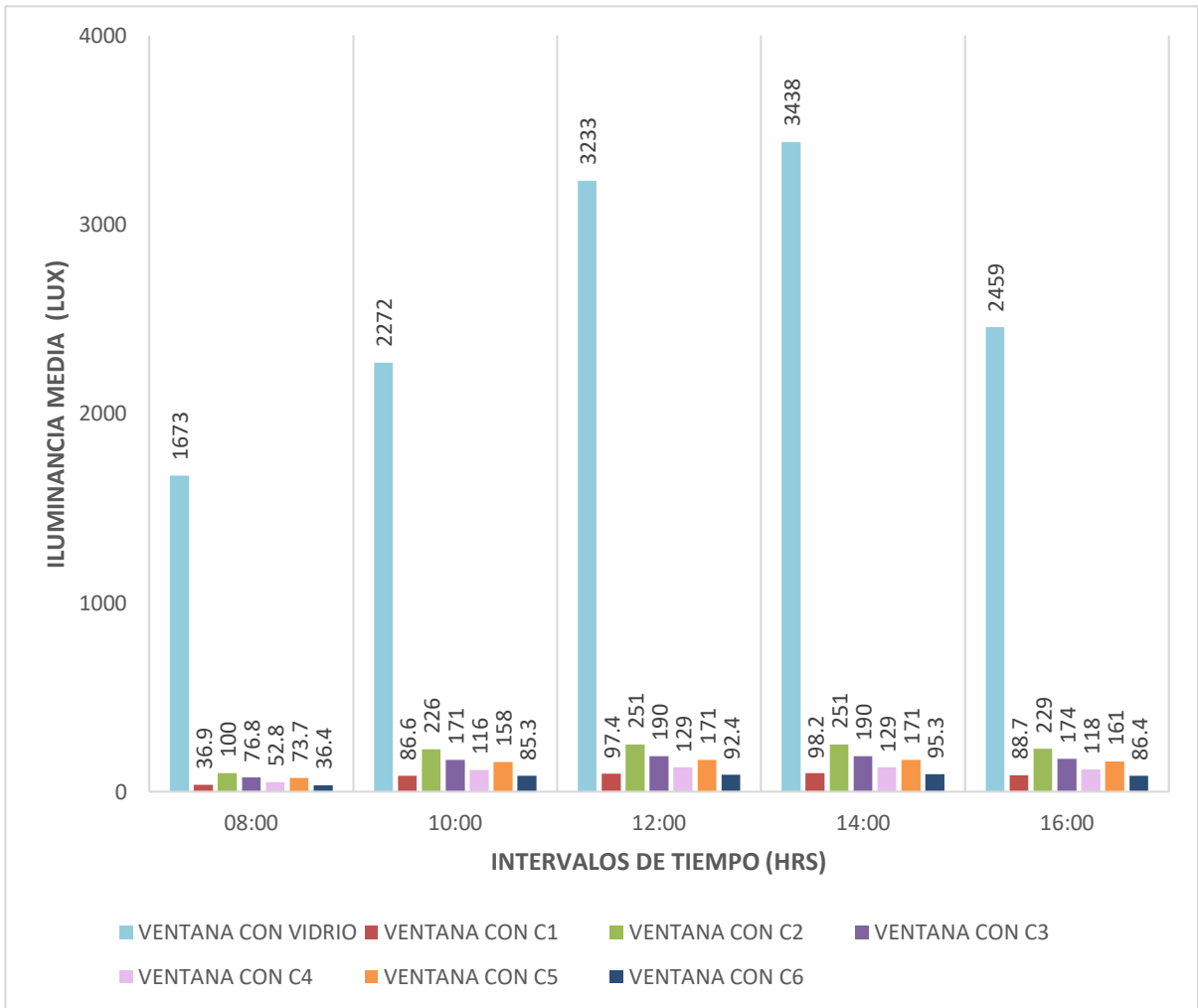
### 5.6.2.1 Orientación Norte

En la ciudad de Manaus, las simulaciones realizadas, tal como lo demuestra la Figura 143 y Tabla 58, dan a conocer que el caso CR, en todos los horarios simulados, presenta niveles superiores a los establecidos por norma.

Por otra parte, las simulaciones realizadas para los casos con la utilización de cobogós, demuestran que los casos C1 y C2, presentan niveles inferiores a los requeridos por norma (100 lux), los casos C3, C4 y C5 a las 8:00 de la mañana los niveles de iluminancia son inferiores a los 100 lux, sin embargo a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 18:00 horas, los niveles de iluminancia son adecuados para una sala estar pues están entre los 100 lux.

Por último, el caso C2, es el modelo que mejor se adecúa a la orientación norte, pues al realizar las simulaciones computacionales, este arroja resultados positivos en todos los horarios establecidos.

**Figura 143-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 58-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	❖
12:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	❖
14:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	✓	✓	❖

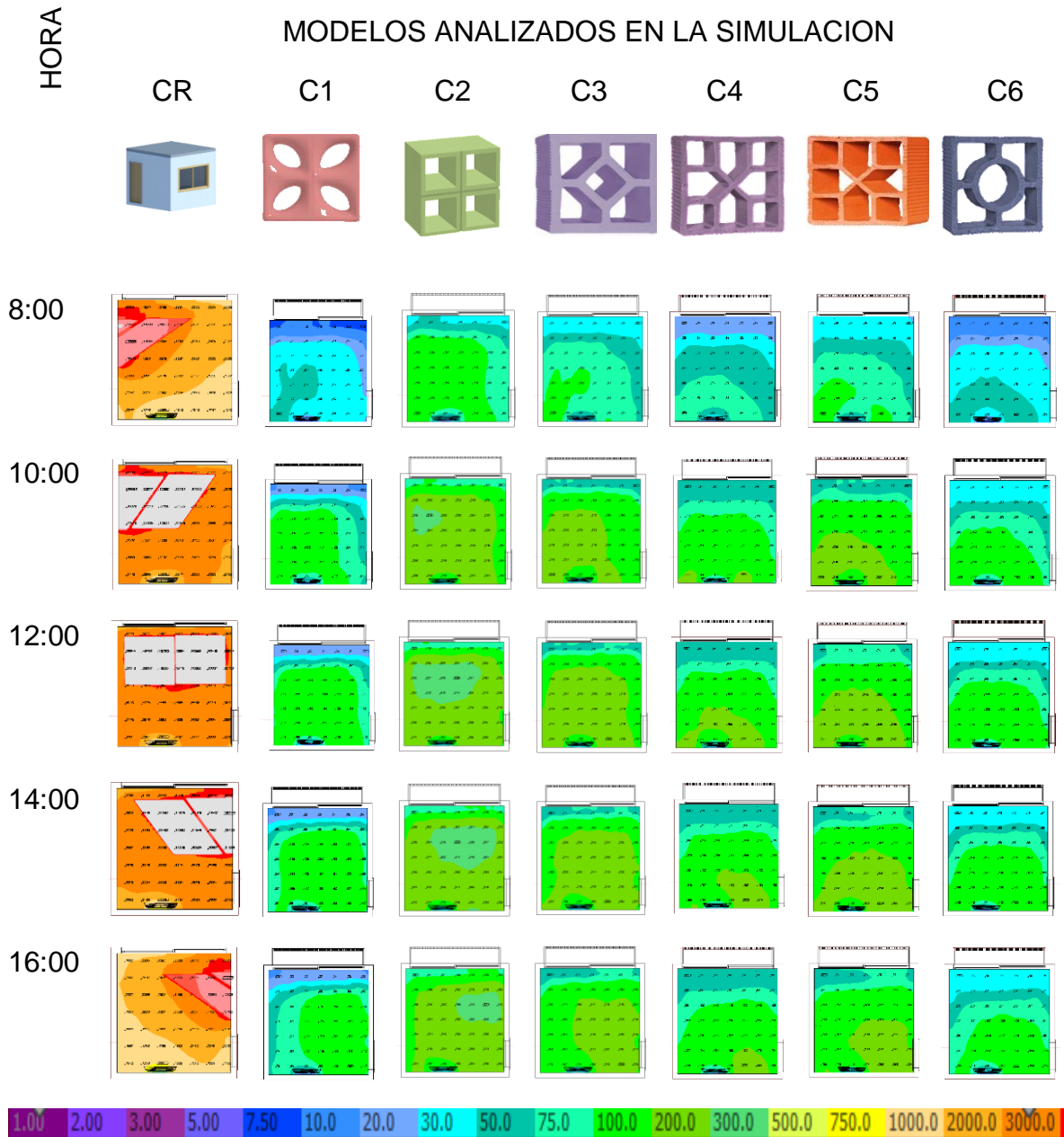
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Con respecto a la distribución y uniformidad de la iluminación, la Figura 144, nos da a conocer que el caso CR, presenta una uniformidad dispersa y no homogénea en el ambiente interno, sobre todo en el espacio donde está proyectada la ventana, ocasionando de esta forma ofuscamiento y malestar en el usuario.

Por otra parte, al evaluar la uniformidad de los modelos con cobogó, podemos percibir que, el que mejor presenta una uniformidad homogénea, es el caso C2, pues este modelo distribuye, adecuadamente la iluminación natural dentro del ambiente, haciendo con que los usuarios se encuentren adecuadamente confortables en la sala de estar. Seguido al caso C2, se encuentran los casos C3, C4 y C5.

**Figura 144-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.



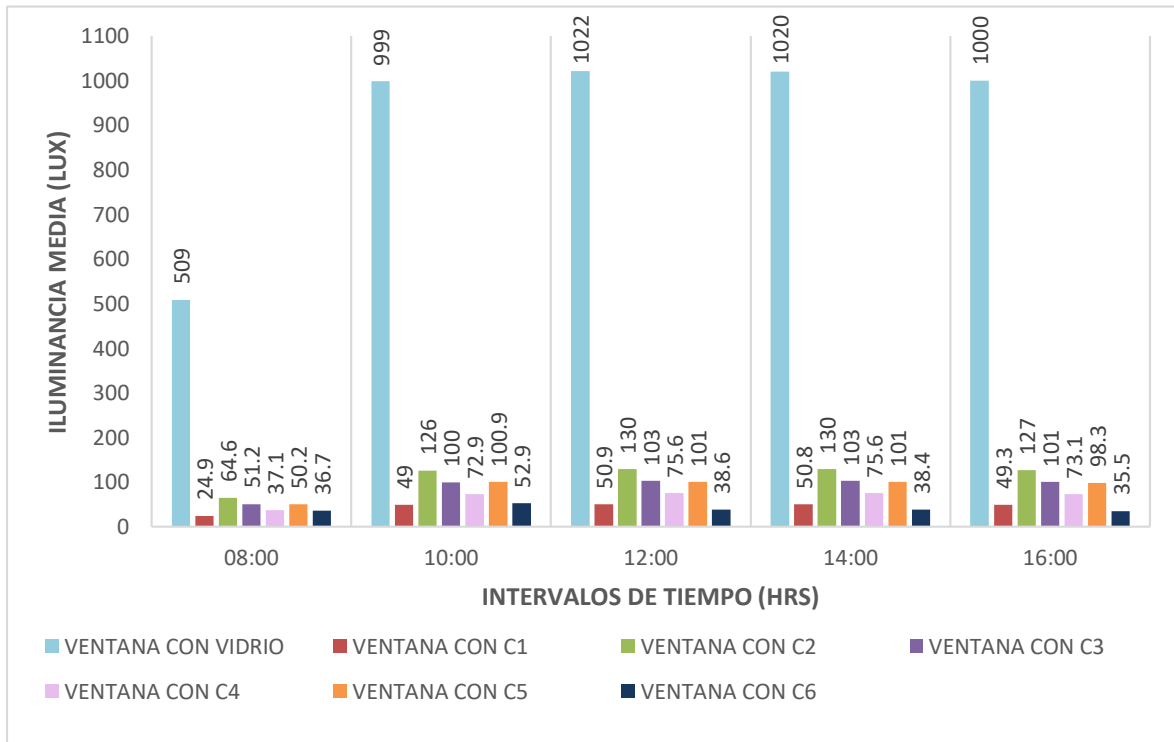
Fuente: El autor.

5.6.2.2 Orientación Sur

La Figura 145 y la Tabla 59, nos dan a conocer que el modelo de referencia CR, presenta niveles de iluminación superiores a los 100 lux, haciendo que en todo el día pueda ocasionar deslumbramiento.

Analizando los modelos de cobogó se concluye que los modelos C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia muy por debajo de lo establecido por norma, sin embargo los modelos de cobogó C2, C3 y C5 a partir de las 10:00 hasta las 14:00 horas, presentan niveles adecuados de iluminancia.

Figura 145- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

Tabla 59- Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur

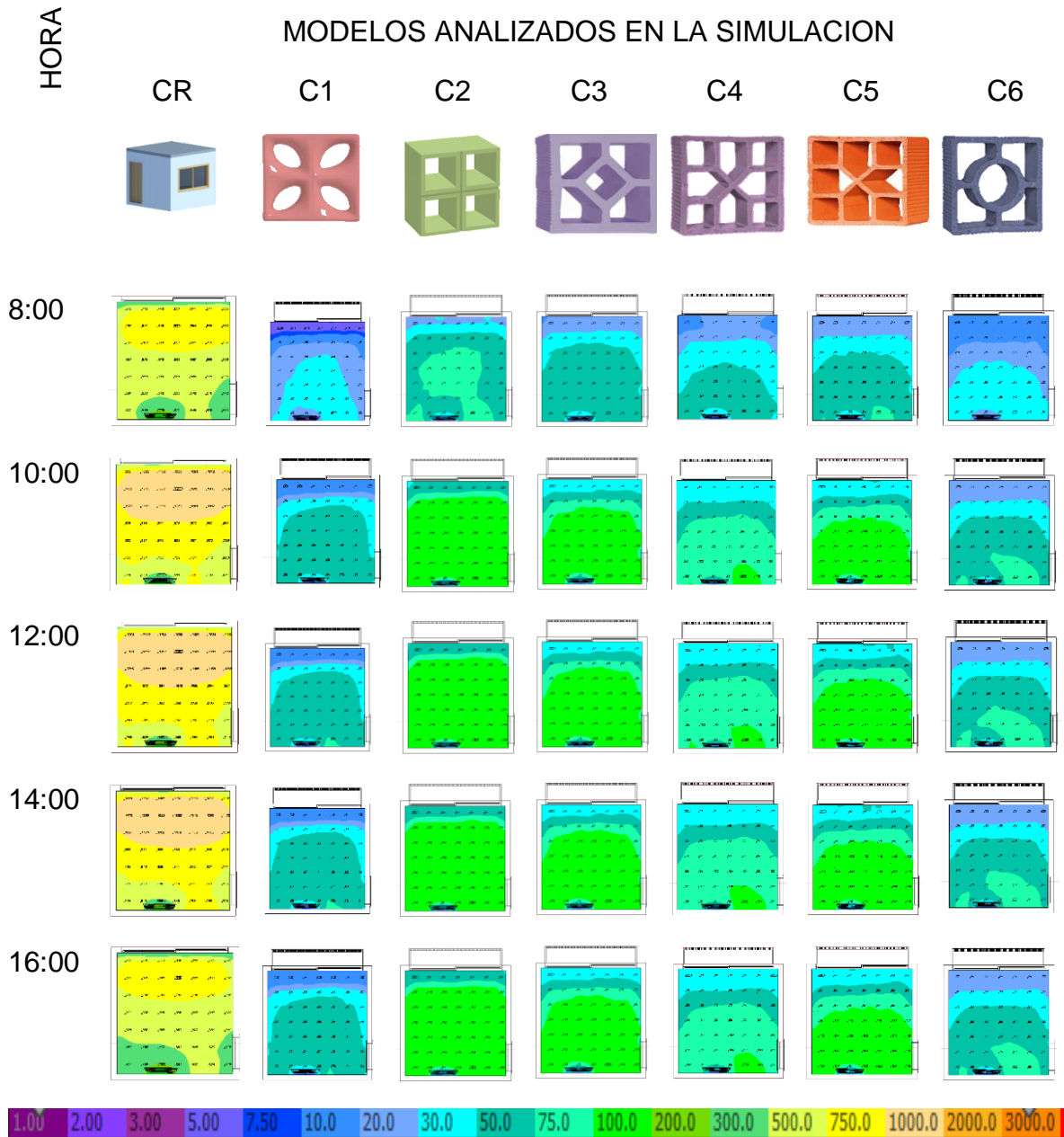
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

La Figura 146, representa la utilización de colores en el ambiente, para determinar el nivel de iluminancia, la uniformidad y la distribución de la iluminación en la sala estar. De esta forma, se observa que los modelos de cobogó C2, C3 y C5 presentan una buena distribución de iluminación en la sala, ya los otros modelos la uniformidad no es constante.

**Figura 146-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.



Fuente: El autor.

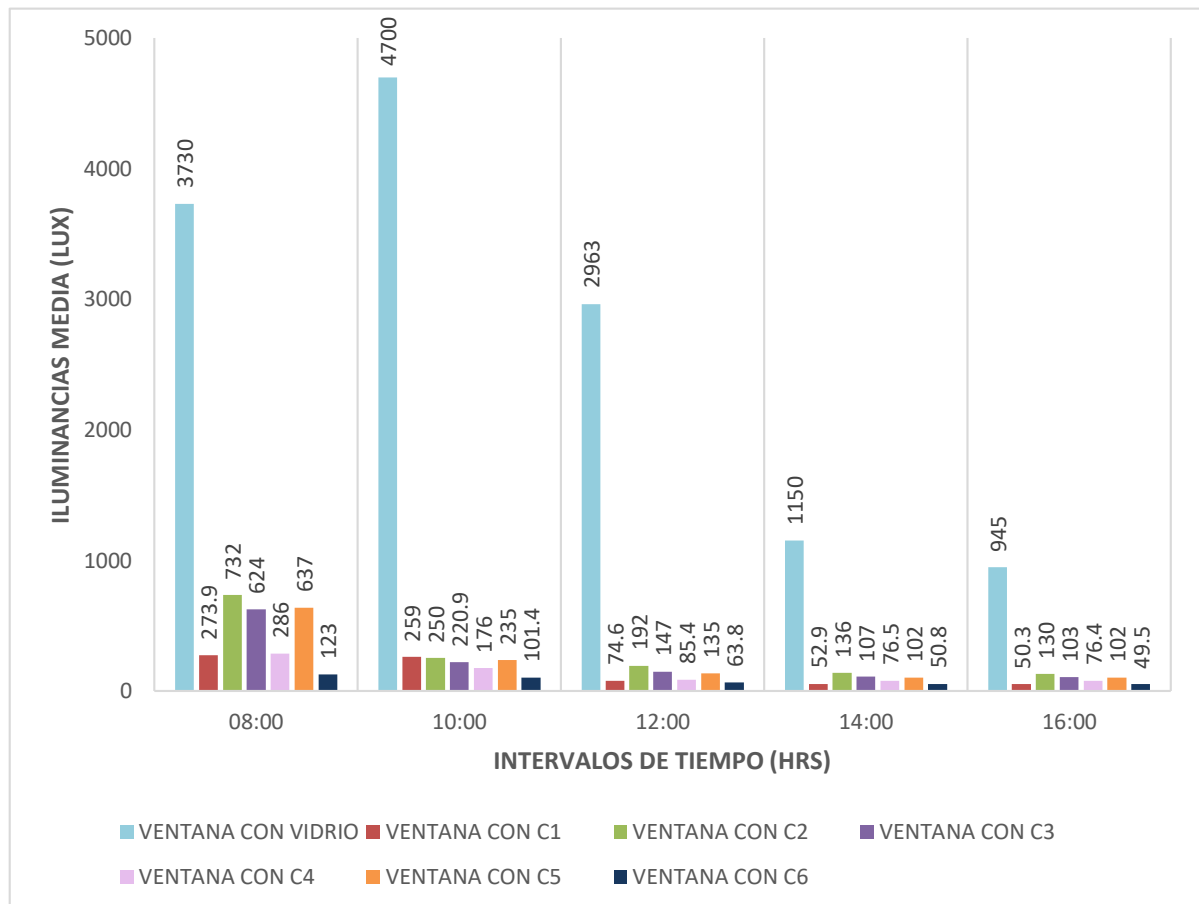
### 5.6.2.3 Orientación Este

Según la figura 147 y la Tabla 60, las simulaciones computacionales para el solsticio de invierno con respecto a la orientación este, demuestran que los niveles de iluminancia analizados en los horarios determinados del caso CR, son elevados, comparándolos con los niveles medios establecidos por norma, especialmente en los horarios de 8.00 de la mañana a 12:00 del día.

Con respecto a las simulaciones realizadas a los modelos con cobogó, se concluye que los modelos C1, C4 y C6, presentan niveles adecuados de iluminancia solo a partir de las 8: 00 de la mañana hasta las 10:00 de la mañana, pues a partir de las 12:00 del mediodía hasta las 16:00 horas, los niveles de iluminancia son inferiores a los establecidos por norma.

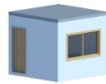
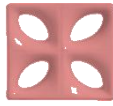


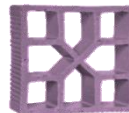
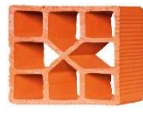

Los casos C2, C3 y C5, dan a conocer que, en el horario de las 8.00 de la mañana, los niveles de iluminancia son superiores a los 100 lux, mientras que a partir de las 10: 00 de la mañana hasta las 16:00 horas, los niveles de iluminancia son adecuados, permitiendo de esta manera la distribución de la luz en todo el ambiente.

**Figura 147-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 60-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este

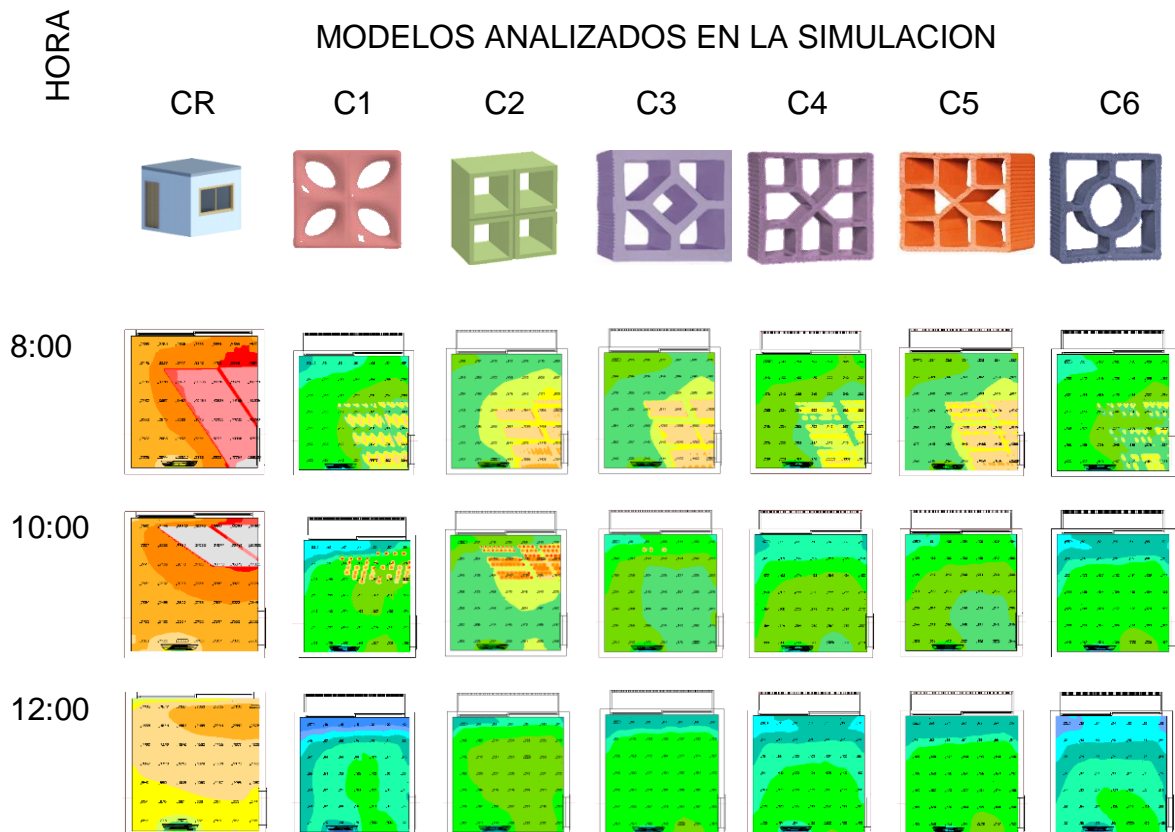
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	✓	●	●	✓	●	✓
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆

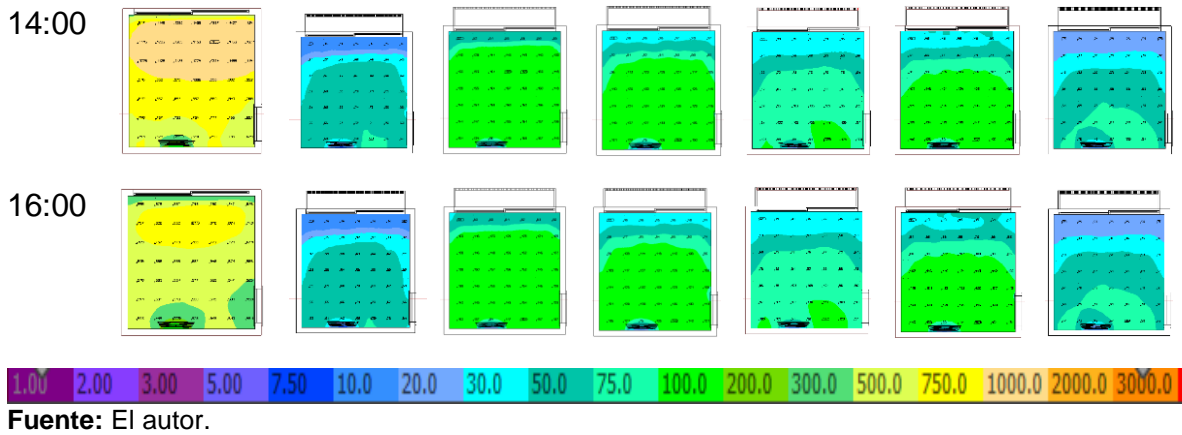
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Con respecto a la uniformidad, la Figura 148, representa una visualización por medio de colores, estas a su vez dan a conocer que los modelos C2, C3 y C5, presentan una adecuada distribución, de la iluminación natural en el ambiente interno, pues el caso CR, presenta una distribución inadecuada de la iluminación, pues como se percibe en la figura 124, la concentración de luz está en el espacio donde se ha proyectado la ventana, haciendo con que el ambiente interno se genere ofuscamiento en el usuario.

**Figura 148-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.





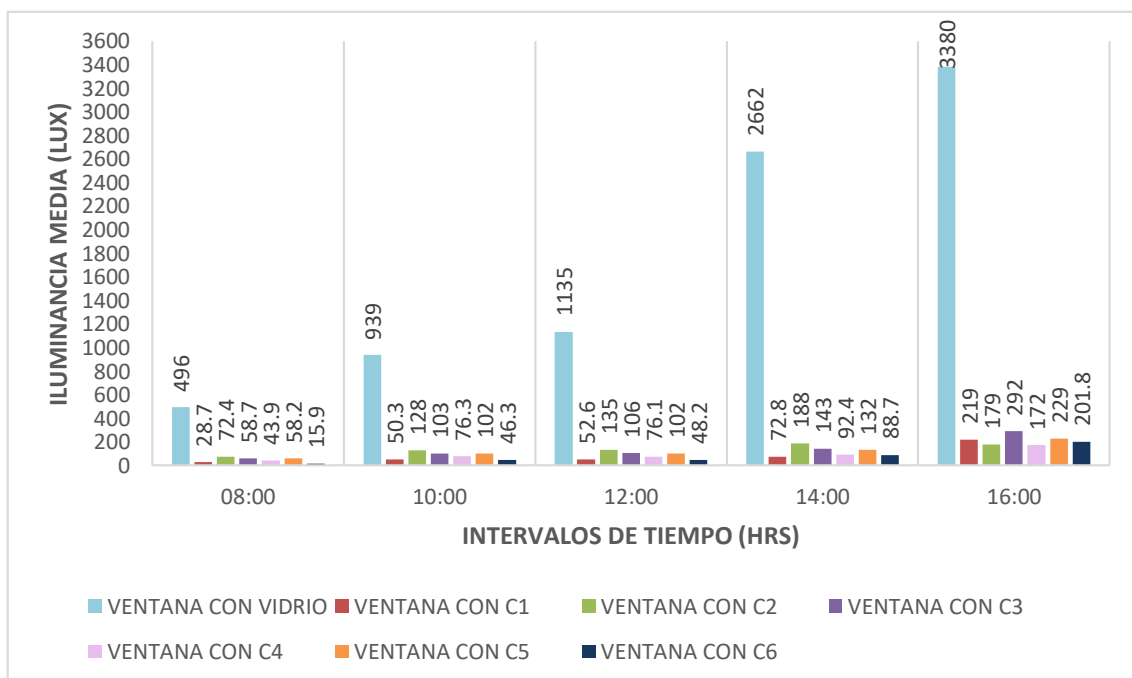
Fuente: El autor.

### 5.6.2.4 Orientación Oeste

Las simulaciones computacionales, para la orientación oeste en la ciudad de Manaus, tal como se observa en la Figura 149 y Tabla 61, dan a conocer que el caso CR en todos los horarios analizados el nivel de iluminancia media es elevado en consideración con los niveles recomendados, más aún en los horarios de 14:00 a 16:00 horas.

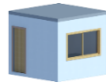



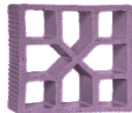

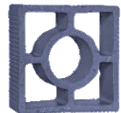
Sin embargo, analizando los modelos con cobogó, se observa que el caso C2, C3 y C5, presenta niveles adecuados de iluminancia, a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas. Ya los demás casos (C1, C4 y C6), los niveles de iluminancia son inferiores a los requeridos por norma, en los horarios de 8:00 de la mañana hasta las 14:00 horas, pues solo en el horario de las 16:00 horas los niveles son adecuados.

Figura 149- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



Fuente: El autor.

**Tabla 61-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

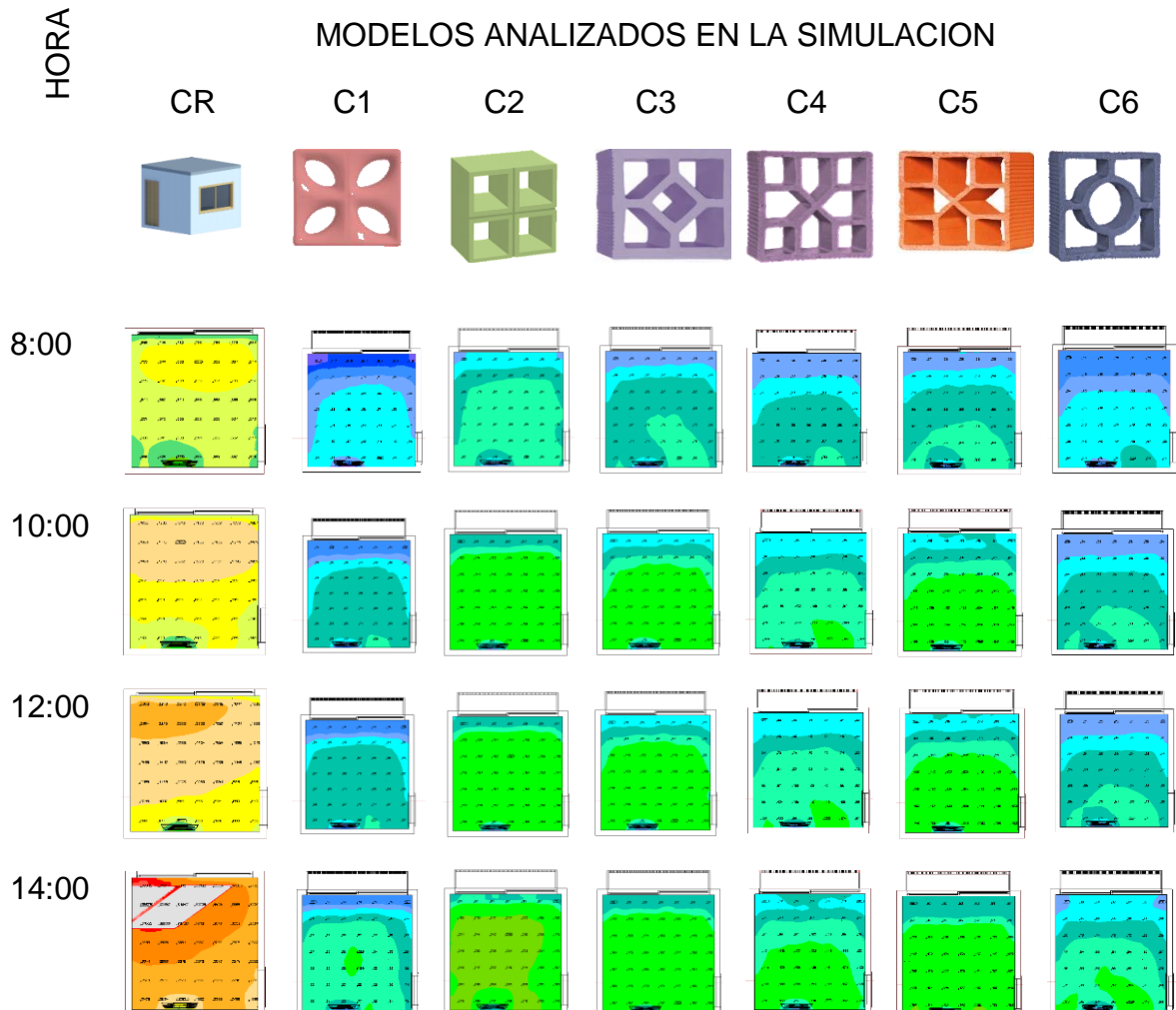
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓

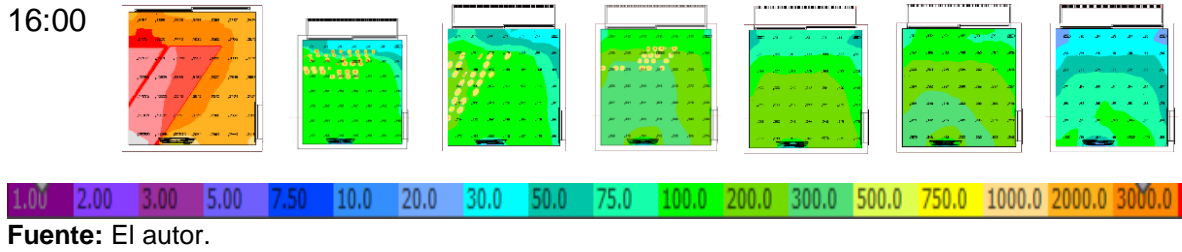
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

De la misma manera, en la Figura 150, se observa que efectivamente los modelos de cobogó C2, C3 y C5, son los que presentan, una mejor uniformidad de iluminación, dentro del ambiente interno, pues estos modelos arquitectónicos distribuyen homogéneamente la iluminación haciendo con que el usuario que este en el interior sienta niveles de confort adecuados.

**Figura 150-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



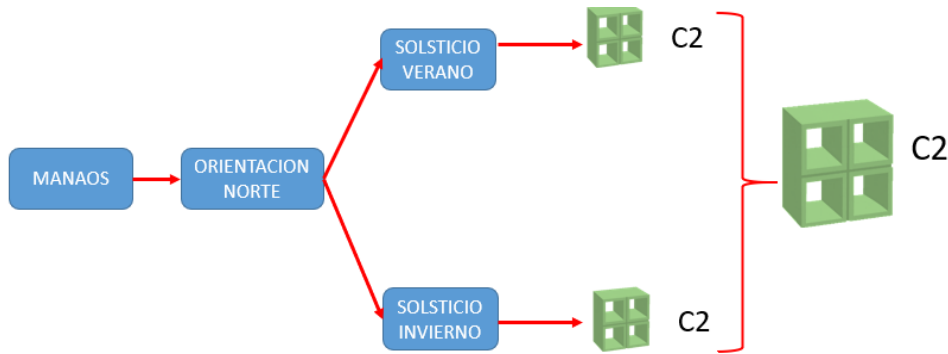


### 5.6.3 Resumen del análisis para la ciudad de Manaus (lat. 03° 6´ - Sur, ZB 8)

Después de haber analizado cada una de las simulaciones se concluye que:

En la orientación norte, tanto para el invierno como para el verano, tal como lo demuestra la Figura 151, el modelo de cobogó que más se adecua en este tipo de clima, es el modelo de cobogó C2.

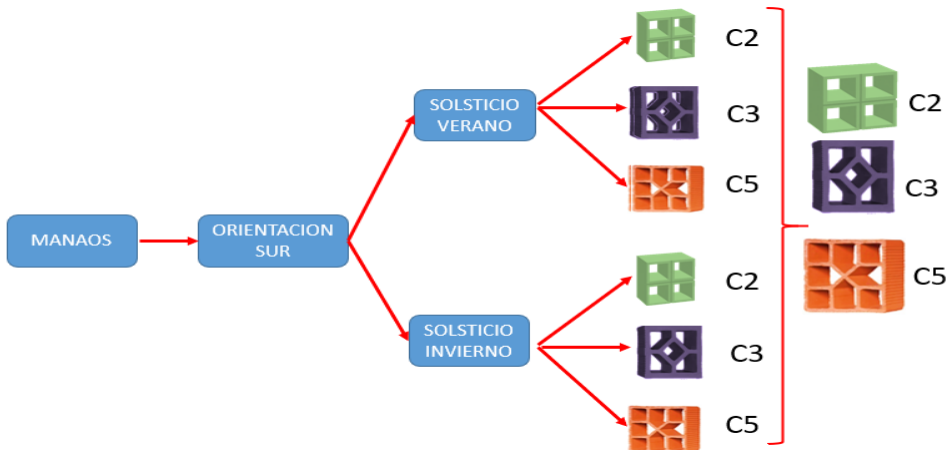
Figura 151- Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.



Fuente: El autor.

En la orientación sur, los modelos recomendados (Figura 152) después de haber analizado cada una de las simulaciones, son los modelos de cobogó C2, C3 y C5, pues estos tanto en el solsticio de invierno como en el verano son los más adecuados para esta ciudad.

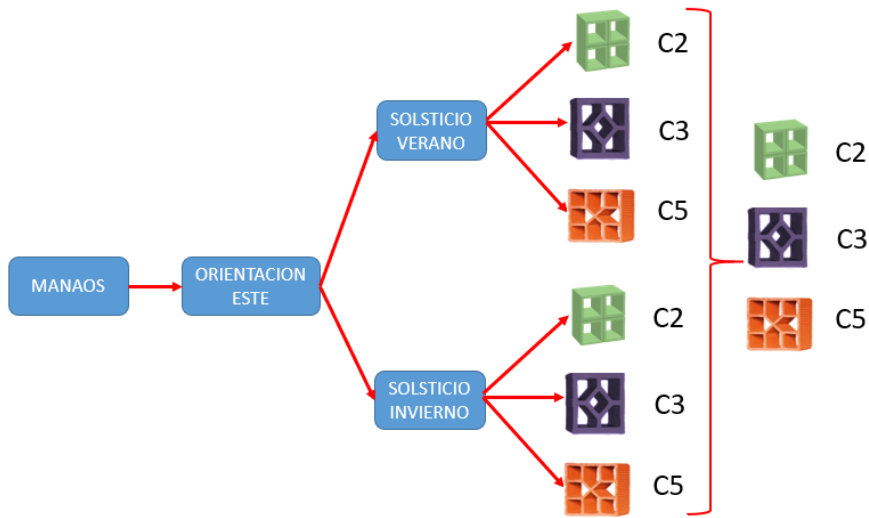
Figura 152- Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.



Fuente: El autor.

Para la orientación este, como lo da a conocer la Figura 153, los modelos más recomendados son el caso C2, C3 y C5.

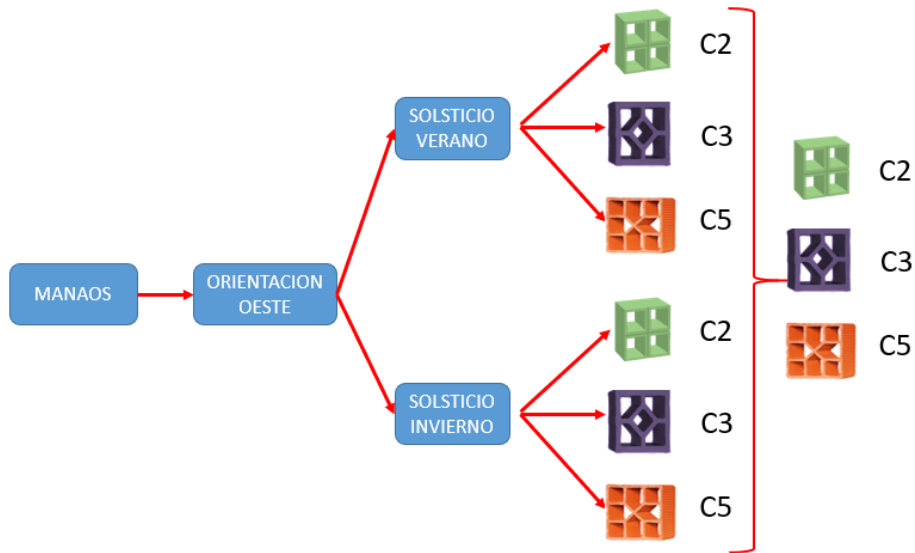
**Figura 153-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación oeste, como lo da a conocer la Figura 154, los modelos más recomendados son el C2, C3 y C5.

**Figura 154-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.



**Fuente:** El autor.

5.7 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE PONTA GROSSA (lat. 25° 05´ - Sur, ZB 2)

5.7.1 Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018

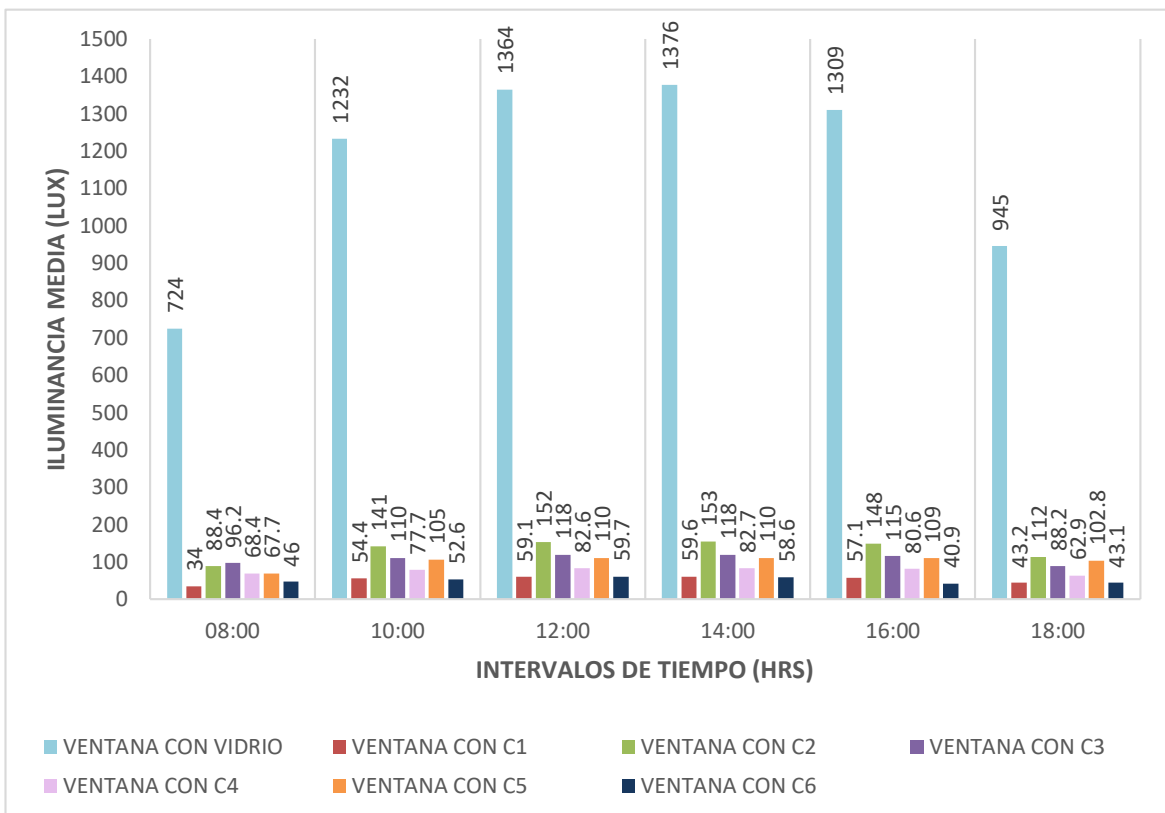
5.7.1.1 Orientación Norte

Las simulaciones realizadas para la ciudad de Ponta Grossa, en la orientación norte, del solsticio de verano, tal como lo dan a conocer la Figura 155 y Tabla 62, demostrando que el caso CR, presenta niveles elevados de iluminancia en todos los horarios establecidos para este análisis.

Analizando las simulaciones referentes a los modelos de cobogó, estas revelan que los casos C1, C4 y C6, no presentan en ninguno de los horarios simulados, niveles de iluminancia adecuados y con relación a lo establecido por norma.

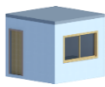
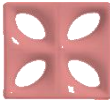


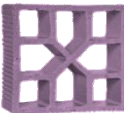


Por otra parte, el modelo C3, presenta adecuados niveles de iluminancia solamente en los horarios de 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, mientras que en los horarios de 8:00 de la mañana y 18:00 de la tarde, los niveles de iluminancia son inferiores a los 100 lux. Por último, los modelos C2 y C5, presentan niveles adecuados de iluminancia, a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 18:00 horas, haciendo con que estos modelos sean los más recomendados, para poder ser usado como elemento de protección solar.

Figura 155- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor

**Tabla 62-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte

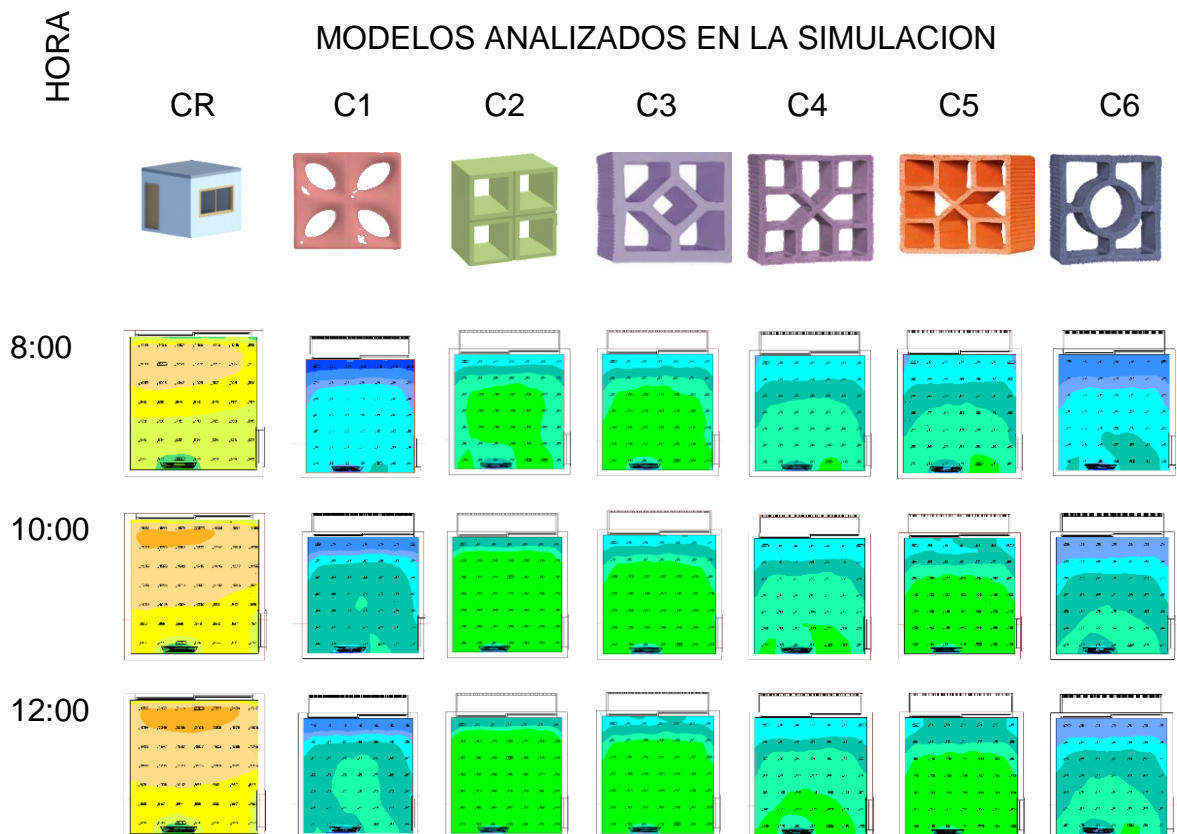
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
18:00	●	◆	✓	◆	◆	✓	◆

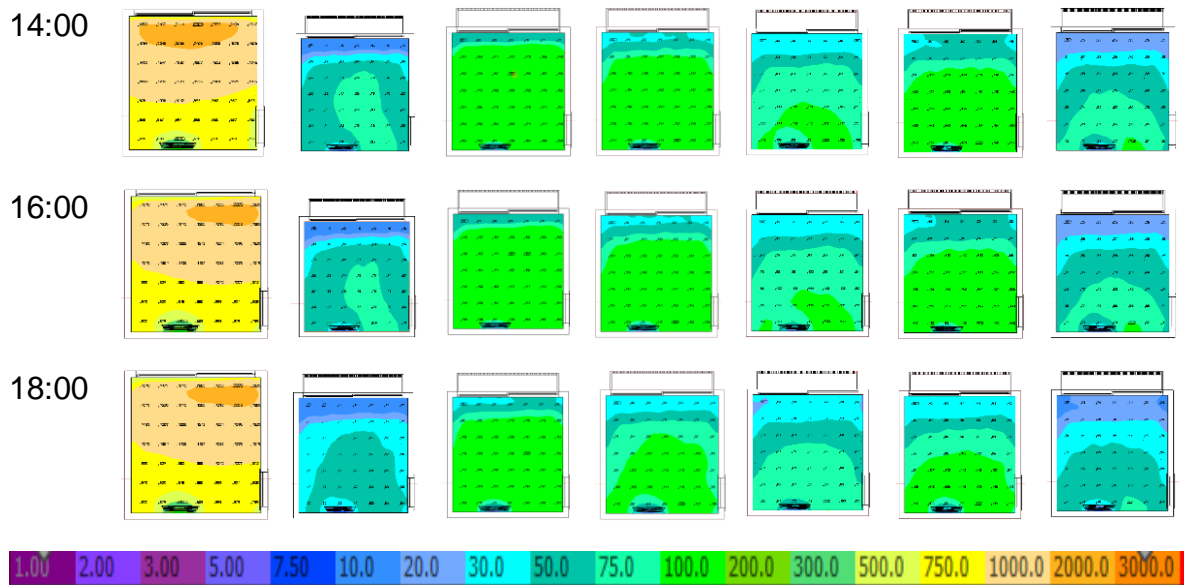
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Con relación a la uniformidad, la Figura 156, representa la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación norte y como puede visualizarse el caso C2 y C5, son los que mejor distribución y uniformidad presentan, de iluminación en el ambiente analizado; seguido del caso C3.

**Figura 156-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.



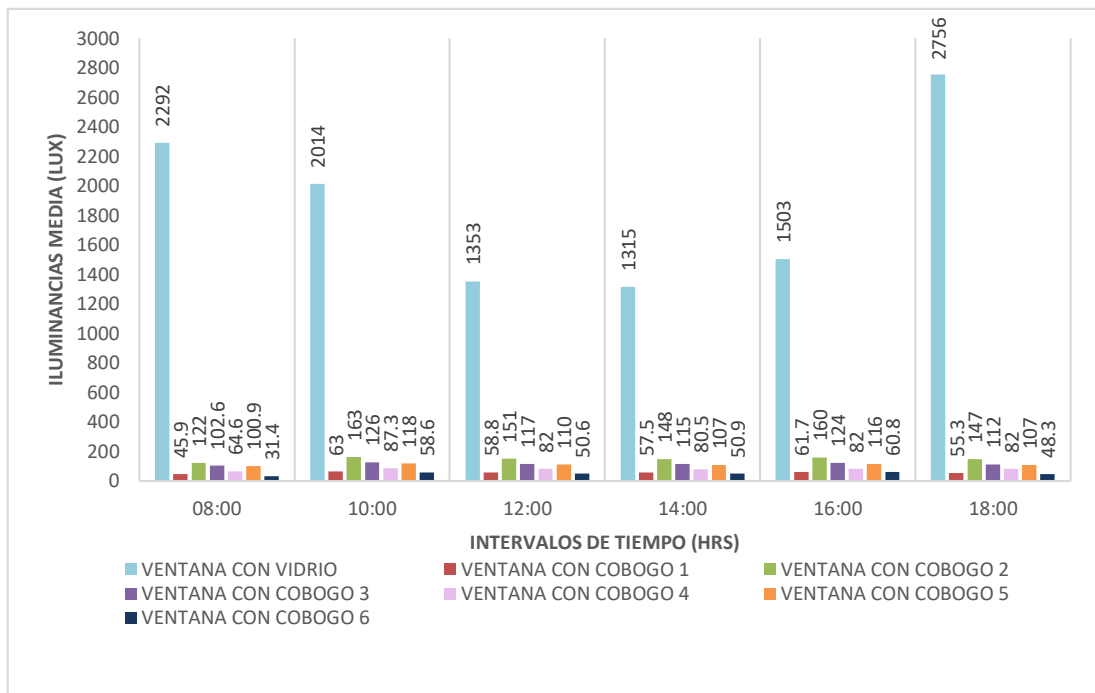


Fuente: El autor.

### 5.7.1.2 Orientación Sur

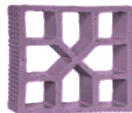
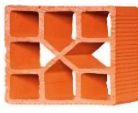
Al analizar las simulaciones computacionales, en la orientación sur, para la ciudad de Ponta Grossa, estas nos reflejan, como se observa en la Figura 157 y Tabla 63, que el caso CR, presenta niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, esto hará que el usuario del ambiente, presente incomodidad con el deslumbramiento y malestar. Con relación a los modelos con cobogó simulados, estos, nos dan a conocer que, los casos C1, C4 y C6, arrojan niveles de iluminancia inferiores a los requeridos, en todos los horarios definidos para las simulaciones realizadas, a diferencia de los casos C2, C3 y C5, que presentan niveles de iluminancia adecuados a los requeridos por norma en todos los horarios establecidos,

Figura 157- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

**Tabla 63-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur

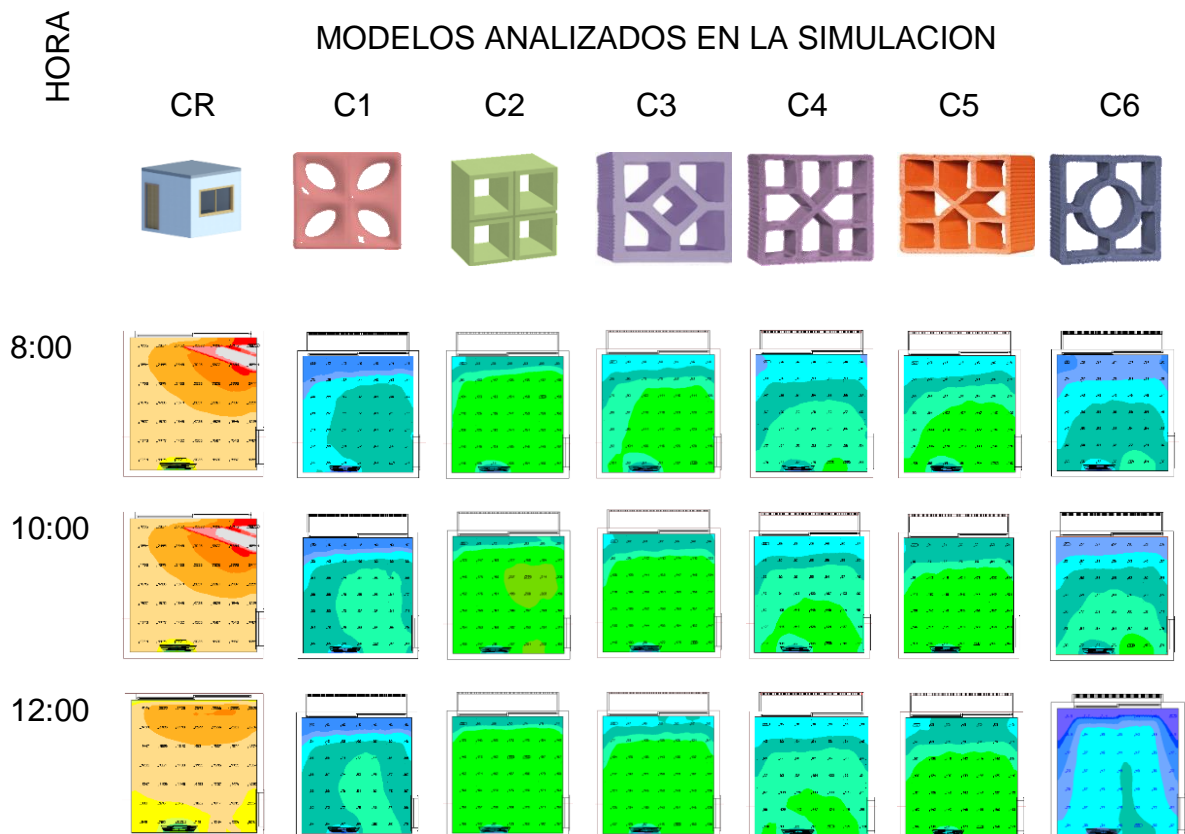
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

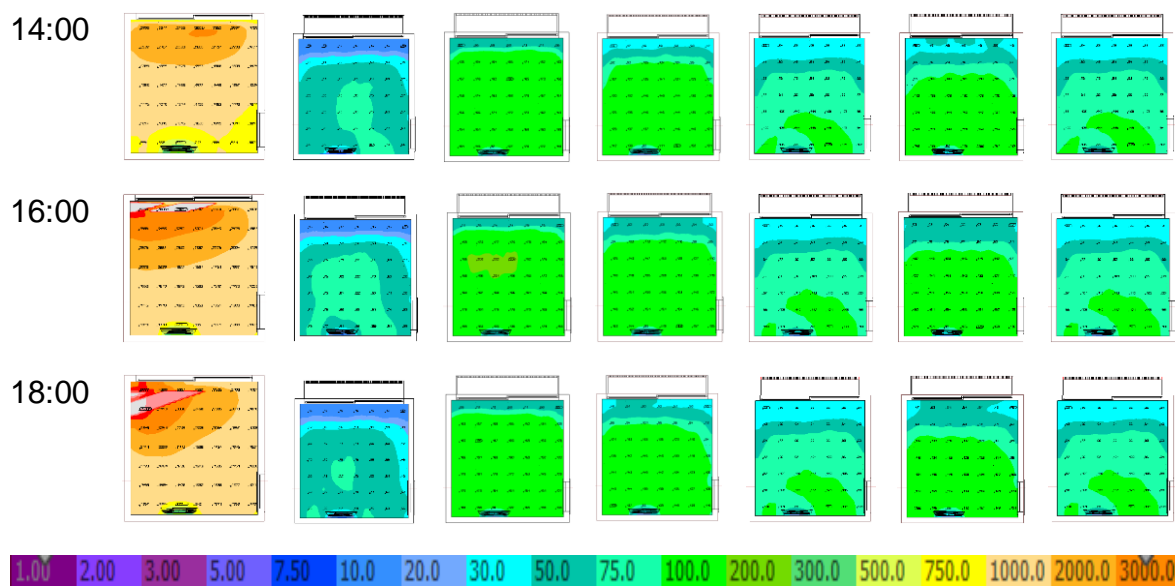
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Para la uniformidad y distribución del ambiente, la Figura 158, da a conocer que los casos C2, C3 y C5, presentan una uniformidad homogénea en todo el ambiente interno, esto hace que los usuarios obtengan confort en toda la sala, mientras que si analizamos el caso CR, este presentan una distribución de iluminación no uniforme, haciendo con que los niveles superiores de iluminancia, se encuentren en el espacio cerca de la pared donde está proyectada la ventana, ocasionando de esta manera malestar y ofuscamiento en el usuario.

**Figura 158-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.





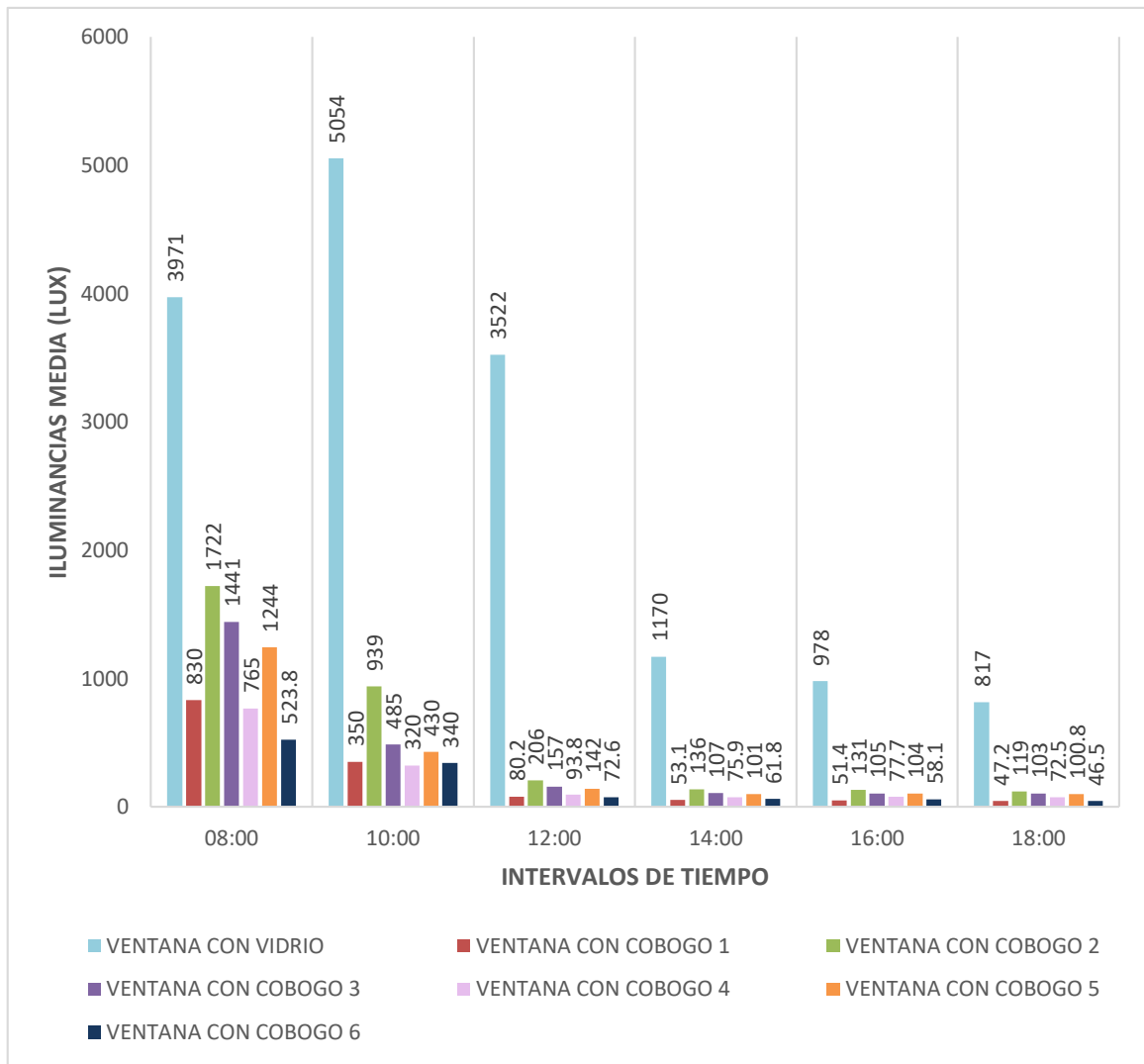
Fuente: El autor.

### 5.7.1.3 Orientación Este

Al analizar la Figura 159 y la Tabla 64, podemos observar que el modelo CR, presenta niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, niveles superiores especialmente en el horario de la mañana de 10:00 a 12:00 del mediodía.

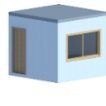
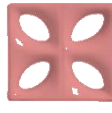


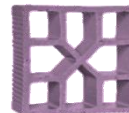


El mismo análisis, nos da a conocer que los modelos con cobogó, en el horario de 8:00 de la mañana hasta las 10:00 de la mañana, presentan niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, esto nos permite concluir que, en Ponta Grossa en el horario antes mencionado, ninguno de los elementos de protección simulados presenta mejoras con relación a los 100 lux. Sin embargo, los modelos C2, C3 y C5 son los modelos que presentan en los horarios de 12:00 de la mañana hasta las 18:00 horas, mejores niveles de iluminancia, con relación a lo establecido por norma. Ya los modelos, C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia variables en los horarios simulados.

**Figura 159-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.



Fuente: El autor.

**Tabla 64-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	●	●	●	●	●	●
10:00	●	●	●	●	●	●	●
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

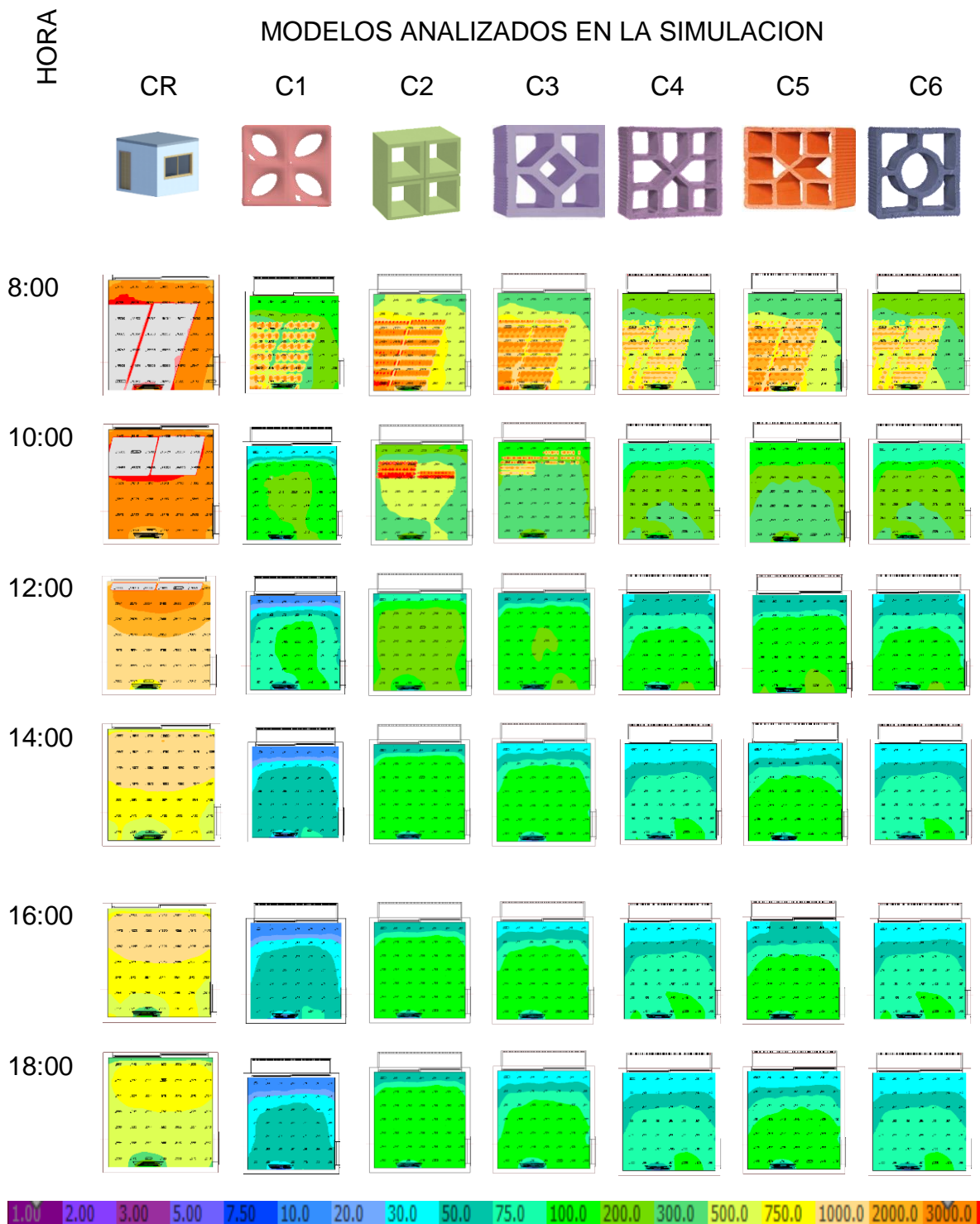
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Con respecto a la uniformidad y distribución de la iluminación natural dentro del ambiente, en la Figura 160, se observa que el caso CR, la distribución de la luz dentro del ambiente no es adecuada, haciendo con que en el espacio donde se encuentra proyectada la ventana, los niveles de iluminancia sean superiores y por consiguiente el nivel de ofuscamiento también.

Sim embargo, si visualizamos la distribución de los modelos C2, C3 y C5, la distribución de la luz es homogénea haciendo con que en todo el ambiente interno la luz llegue de manera uniforme sin ocasionar malestar alguno en el usuario.

**Figura 160-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.



Fuente: El autor.

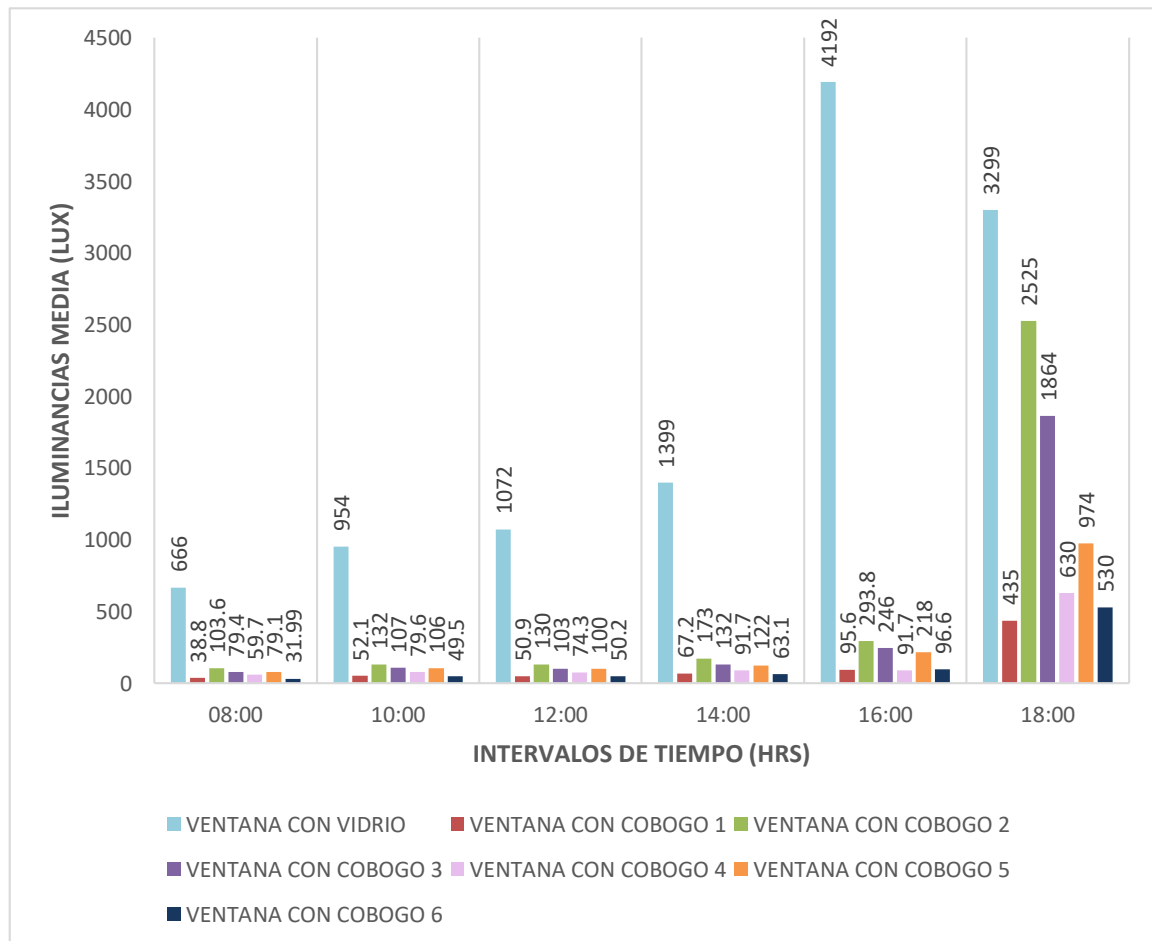
5.7.1.4 Orientación Oeste

Al evaluar la orientación oeste, en el verano, la Figura 161 y la Tabla 65, dan a conocer que el caso de referencia CR, presenta niveles muy elevados de iluminancia, especialmente en el horario de las 14:00 hasta las 18:00 horas.

Al simular el mismo ambiente, pero ya con la utilización de elementos de protección solar, como es el caso de los cobogós, podemos observar que todos los modelos analizados (C1, C2, C3, C4, C5, C6), reducen los niveles de iluminancia en relación al caso CR, pero en el horario de las 18:00 horas ninguno de ellos presenta niveles adecuados de iluminancia con respecto a los 100 lux.

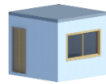
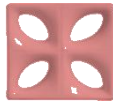


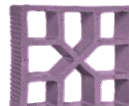
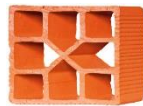

Sin embargo, el modelo de cobogó C2, es el modelo que mejor se comporta en esta orientación ya que desde las 8:00 de la mañana, hasta las 16:00 horas presenta niveles adecuados de iluminancia con relación a los 100 lux. Ya los cobogós C3 y C5 presentan adecuados niveles de iluminancia de 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas; por último, los casos C1, C4 y C6, de 8:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, los niveles de iluminancia son inferiores a los establecidos por norma (100 lux).

**Figura 161-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



Fuente: El autor.

**Tabla 65-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

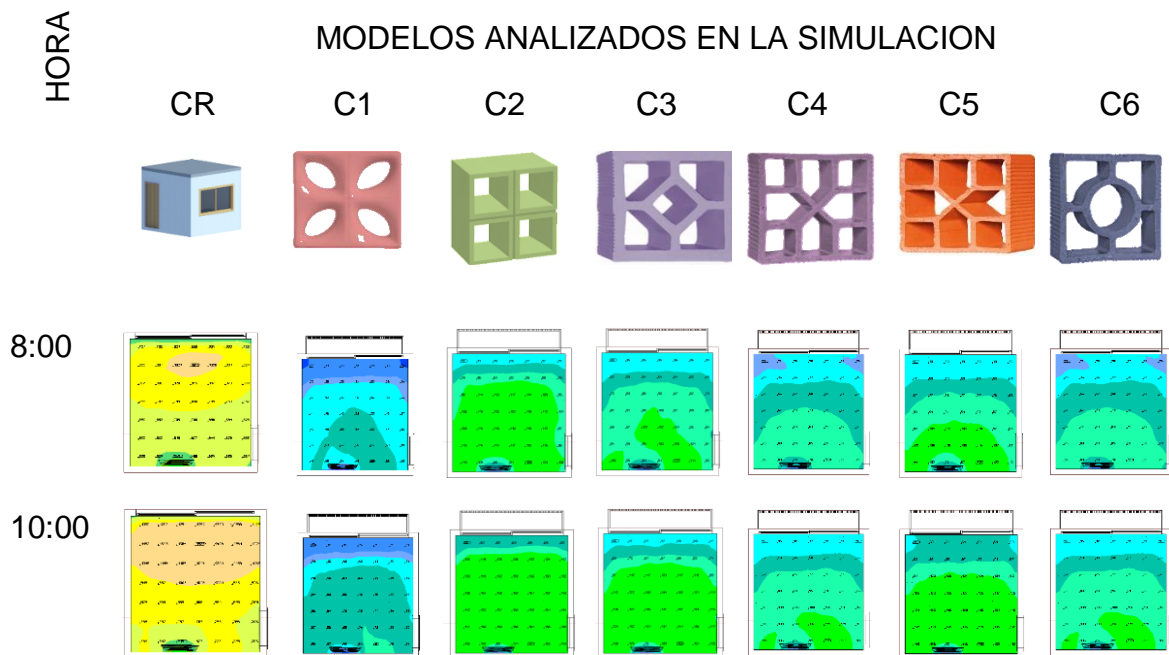
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	✓	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	●	◆	●	●
18:00	●	●	●	●	●	●	●

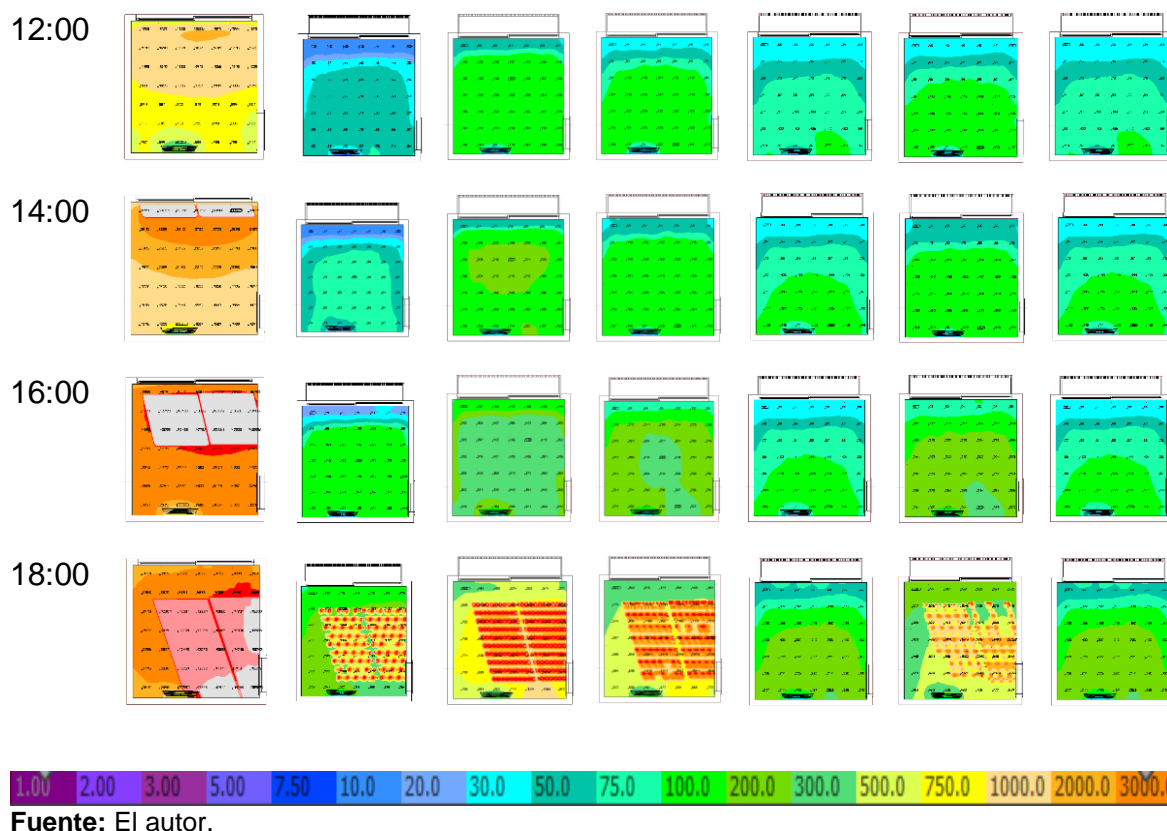
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 162, es un resumen utilizando la técnica de colores, estas representan la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación oeste. En consecuencia, como los demuestran los análisis presentados, en la ciudad de Ponta Grossa, en la orientación oeste, es recomendable utilizar el tipo de cobogó C2, ya que este presenta adecuados niveles de iluminancia, acordes con lo establecido por las normas consultadas. Además de presentar en todo el ambiente interno una adecuada distribución y uniformidad de la iluminación natural.

**Figura 162-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.





## 5.7.2 Solsticio de Invierno + 1 día = 22/06/2018

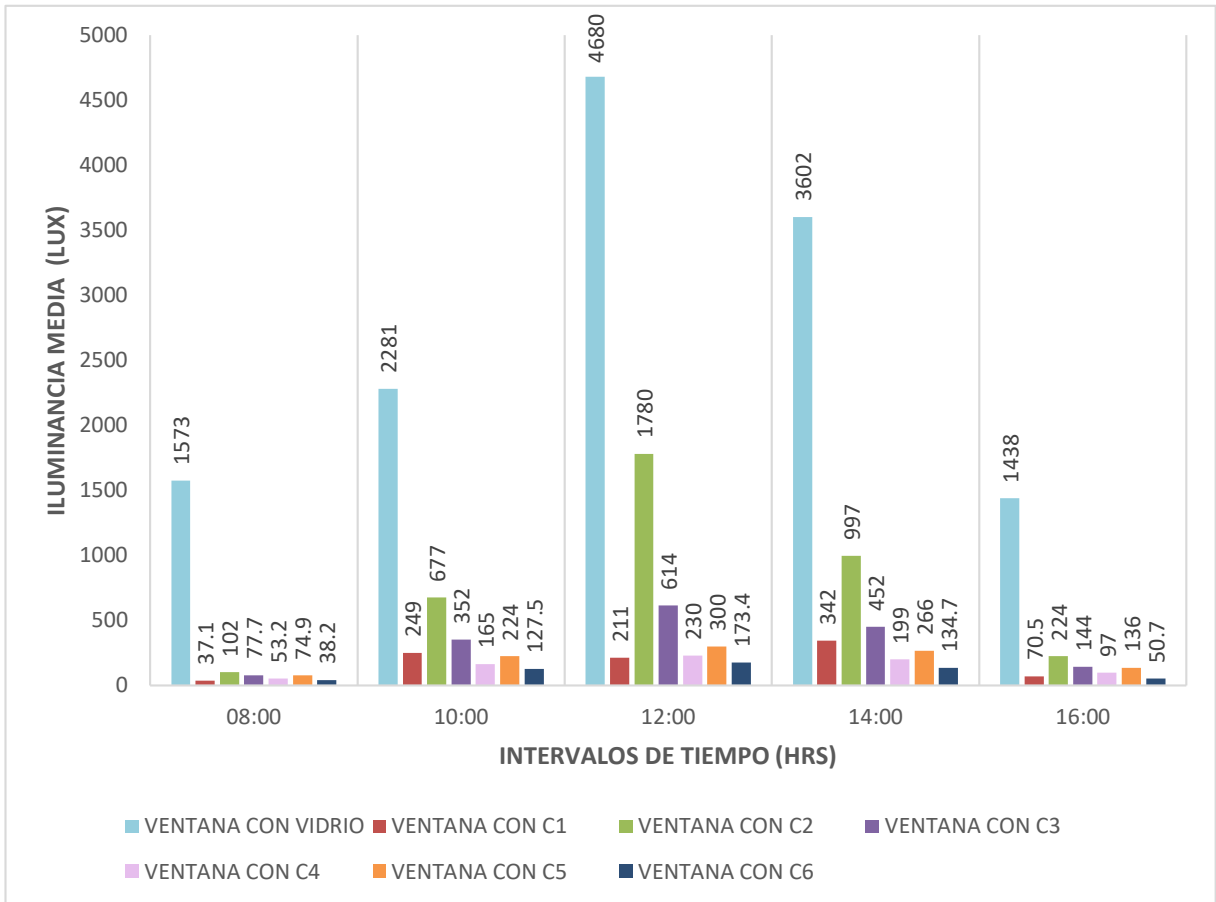
### 5.7.2.1 Orientación Norte

En la ciudad de Ponta Grosa, las simulaciones realizadas, tal como lo demuestra la Figura 163 y Tabla 66, dan a conocer que el caso CR, en todos los horarios simulados, presenta niveles superiores a los establecidos por norma.

Por otra parte, las simulaciones realizadas para los casos con la utilización de cobogós, demuestran que los casos C1, C4 y C6, presentan niveles adecuados solo en los horarios de 10:00 de la mañana a 2:00 de la tarde; el caso C2 y C3, presenta niveles superiores de iluminancia, principalmente en los horarios de 10:00 de la mañana a 2.00 de la tarde.

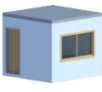






Por último, el caso C5 es el que mejores niveles de iluminancia presenta, principalmente en los horarios de 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, ya que a las 8:00 de la mañana el nivel de iluminancia es inferior a los 100 lux.

**Figura 163-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor.

**Tabla 66-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	●	●	●	●	✓	✓	●
12:00	●	●	●	●	✓	✓	●
14:00	●	●	●	●	✓	✓	●
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

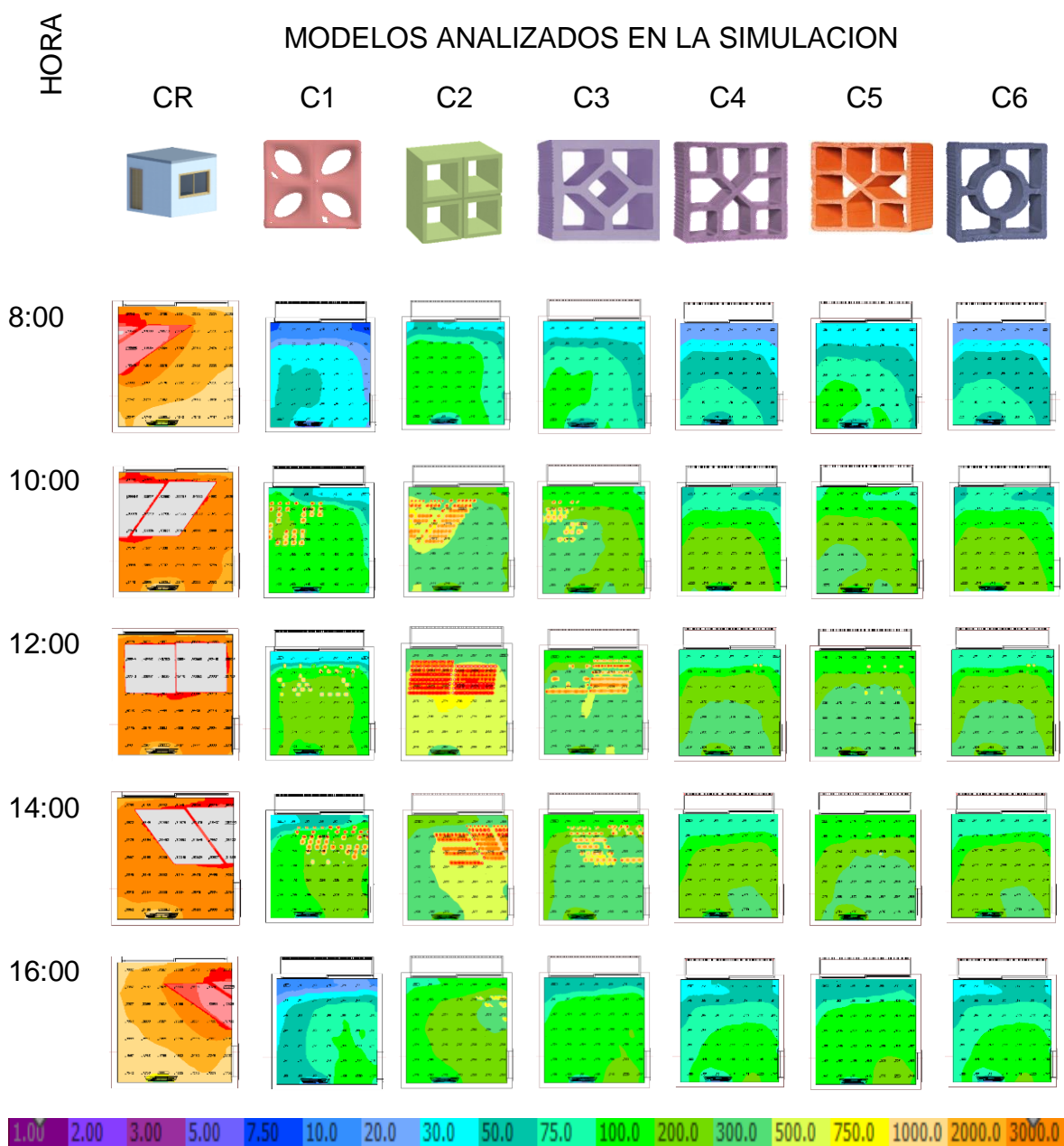
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Con respecto a la distribución y uniformidad de la iluminación, la Figura 164, nos da a conocer que el caso CR, presenta una uniformidad dispersa y no homogénea en el ambiente interno, sobre todo en el espacio donde está proyectada la ventana, ocasionando de esta forma ofuscamiento y malestar en el usuario.

Por otra parte, al evaluar la uniformidad de los modelos con cobogó, podemos percibir que, el que mejor presenta una uniformidad homogénea, es el caso C5, pues este modelo distribuye, adecuadamente la iluminación natural dentro del ambiente, haciendo con que los usuarios se encuentren adecuadamente confortables en la sala de estar.

**Figura 164-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.



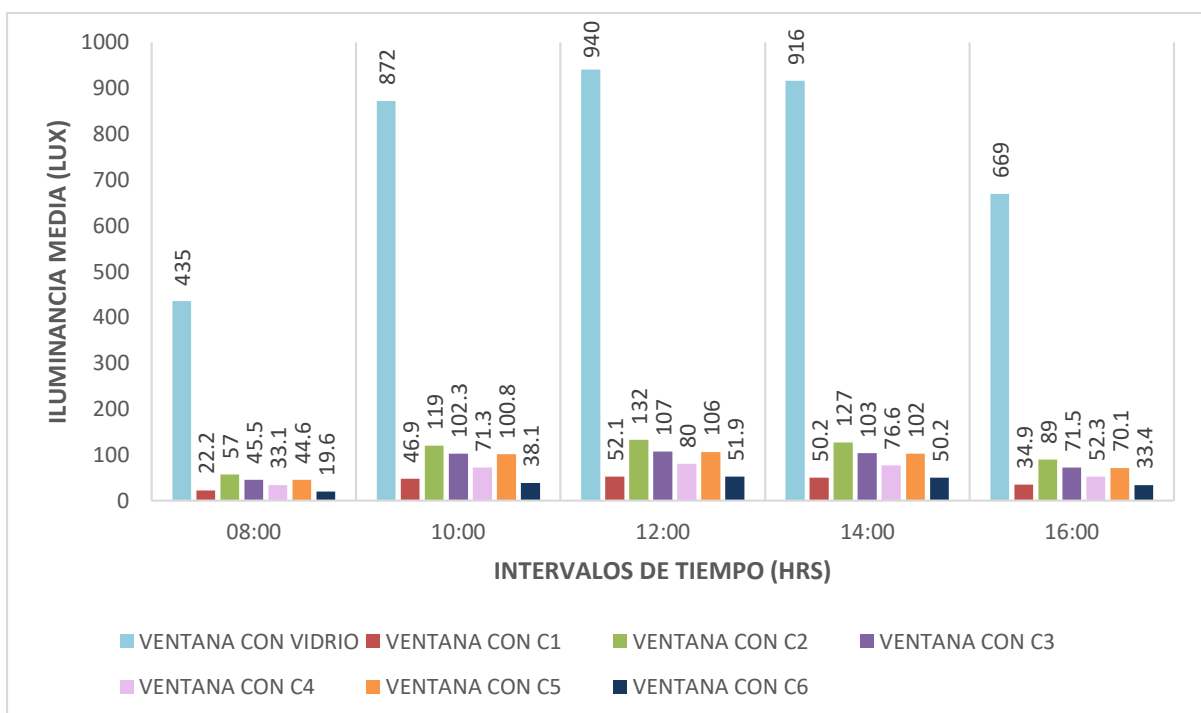
Fuente: El autor.

5.7.2.2 Orientación Sur

La Figura 165 y la Tabla 67, nos dan a conocer que el modelo de referencia CR, presenta niveles de iluminación superiores a los 100 lux, haciendo que en todo el día puede ocasionar ofuscamiento.

Analizando los modelos de cobogó se concluye que los modelos C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia muy por debajo de lo establecido por norma, en todos los horarios simulados; sin embargo los modelos de cobogó C2, C3 y C5 a partir de las 10:00 hasta las 14:00 horas, presentan niveles adecuados de iluminancia.

Figura 165- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

Tabla 67- Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur

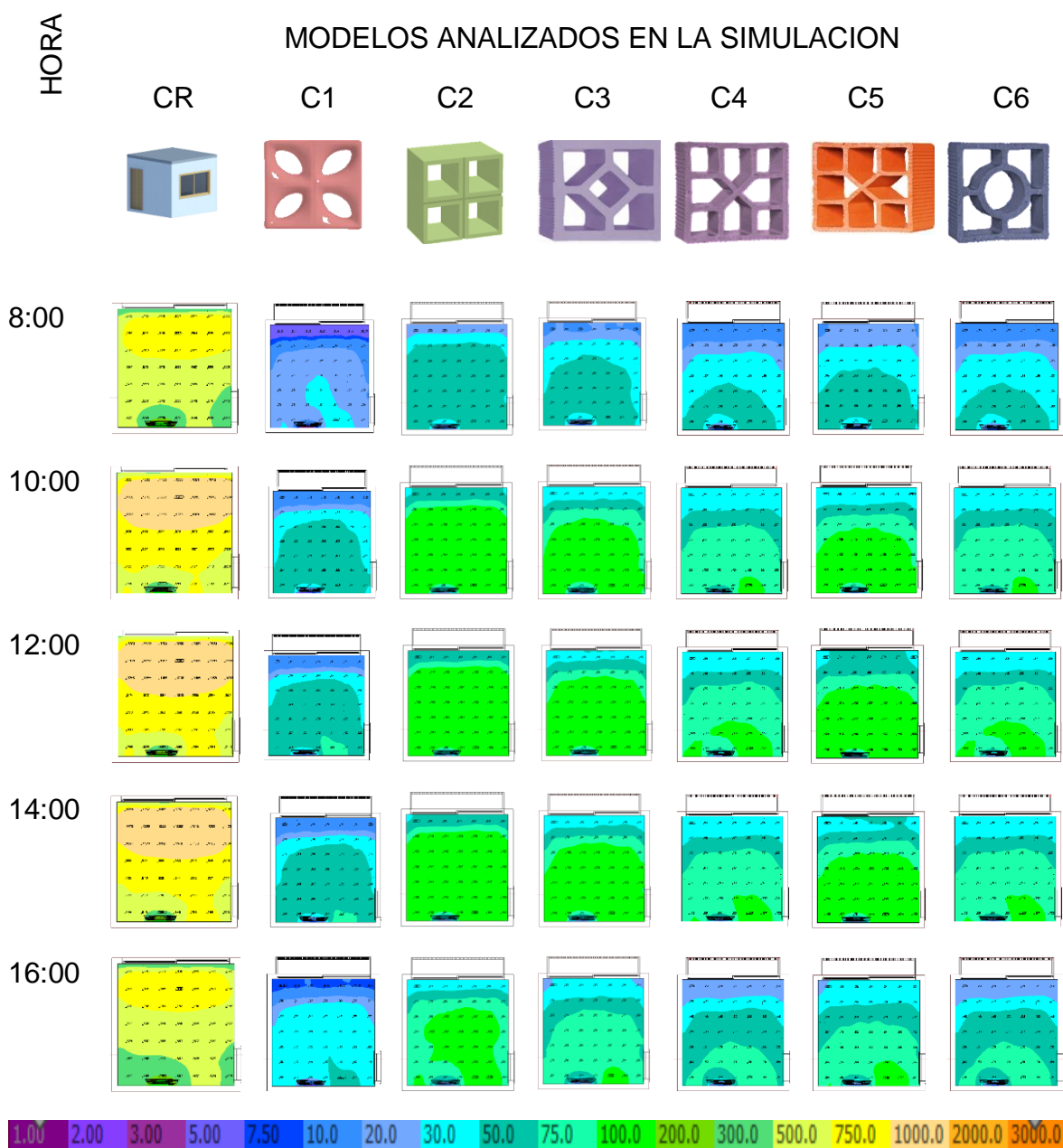
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖

● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

La Figura 166, representa la utilización de colores en el ambiente, para determinar el nivel de iluminancia, la uniformidad y la distribución de la iluminación en la sala estar. De esta forma, se observa que los modelos de cobogó C2, C3 y C5 presentan una buena distribución de iluminación en la sala, ya los otros modelos la uniformidad no es constante.

**Figura 166-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.



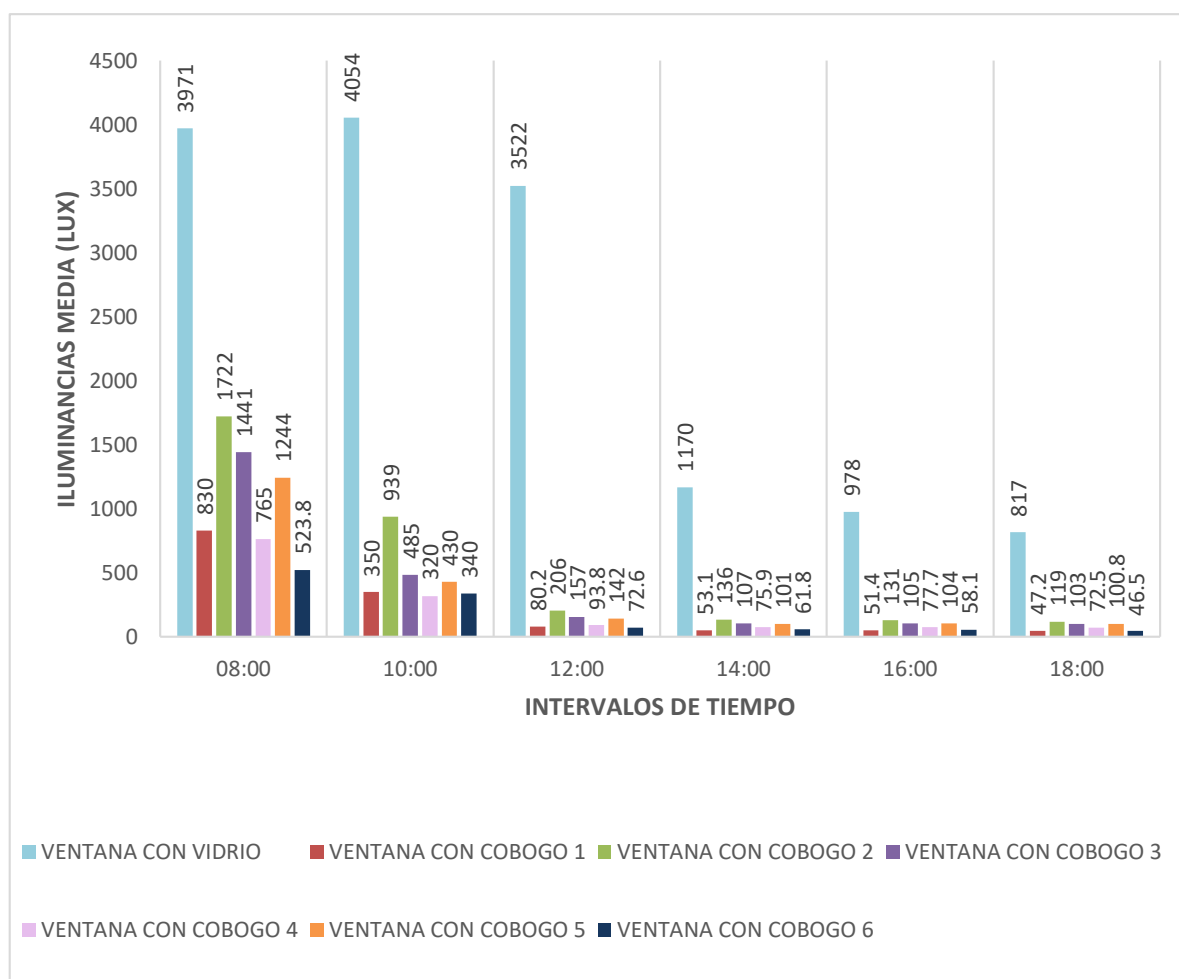
Fuente: El autor.

### 5.7.2.3 Orientación Este

Según la figura 167 y la Tabla 68, las simulaciones computacionales para el solsticio de invierno con respecto a la orientación este, demuestran que los niveles de iluminancia analizados en los horarios determinados del caso CR, son elevados, comparándolos con los niveles medios establecidos por norma, especialmente en los horarios de 8.00 de la mañana a 12:00 del día.


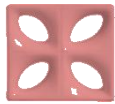


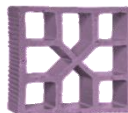
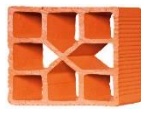

Con respecto a las simulaciones realizadas a los modelos con cobogó, se observa que todos los modelos simulados (C1, C2, C3, C4, C5 y C6), presentan niveles superiores de iluminancia a partir de las 8:00 de la mañana hasta las 10:00 de la mañana, sin embargo, los modelos C1, C4 y C6, a partir de las 12:00 hasta las 16:00 horas presentan niveles de iluminancia inferiores a los 100 lux. Ya los modelos de cobogó C2, C3 y C5 a partir de las 12:00 del mediodía hasta las 16:00 horas, los niveles de iluminancia son adecuados y están en relación a lo establecido por norma, permitiendo así una adecuada iluminación natural dentro del ambiente.

**Figura 167-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 68-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este

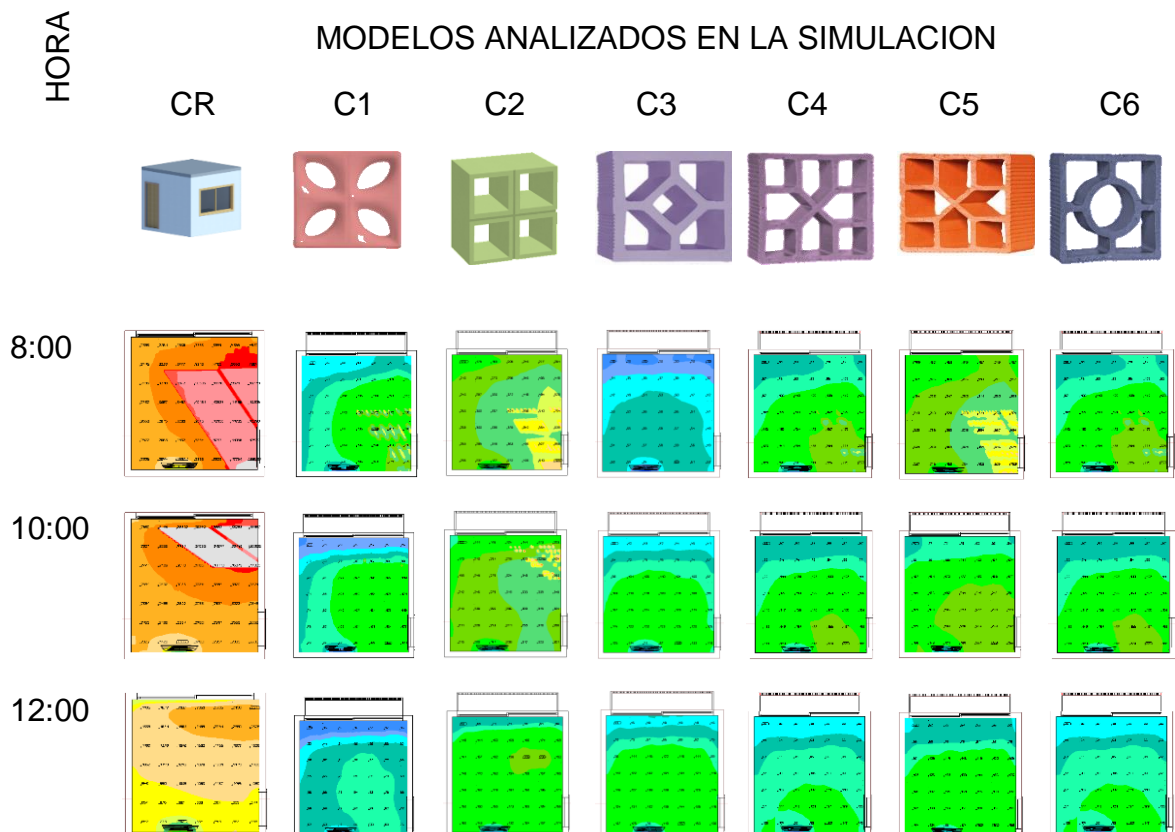
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	●	●	●	●	●	●
10:00	●	●	●	●	●	●	●
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆

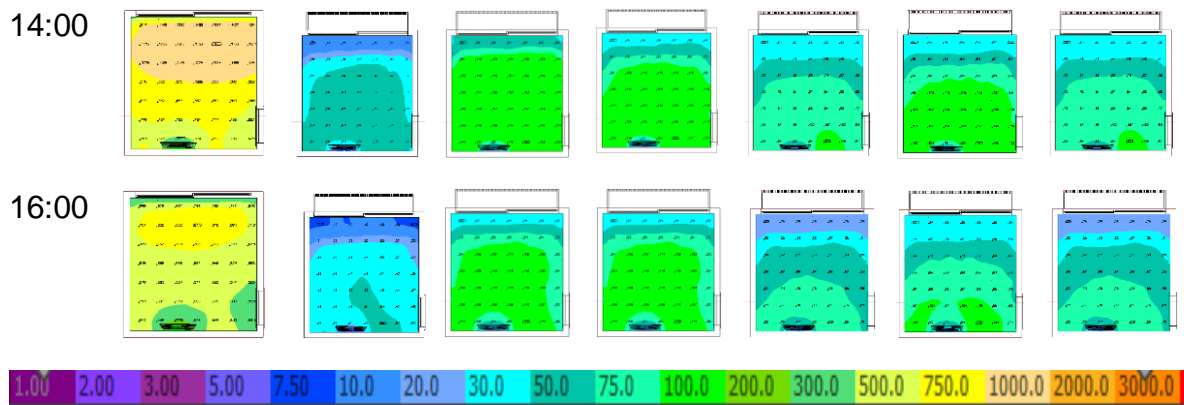
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Con respecto a la uniformidad, la Figura 168, representa una visualización por medio de colores, estas a su vez dan a conocer que los modelos C2, C3 y C5, presentan una adecuada distribución, de la iluminación natural en el ambiente interno, pues el caso CR, presenta una distribución inadecuada de la iluminación y tal como se percibe en la figura 167, la concentración de luz está en el espacio donde se ha proyectado la ventana, haciendo con que el ambiente interno se genere ofuscamiento en el usuario.

**Figura 168-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.





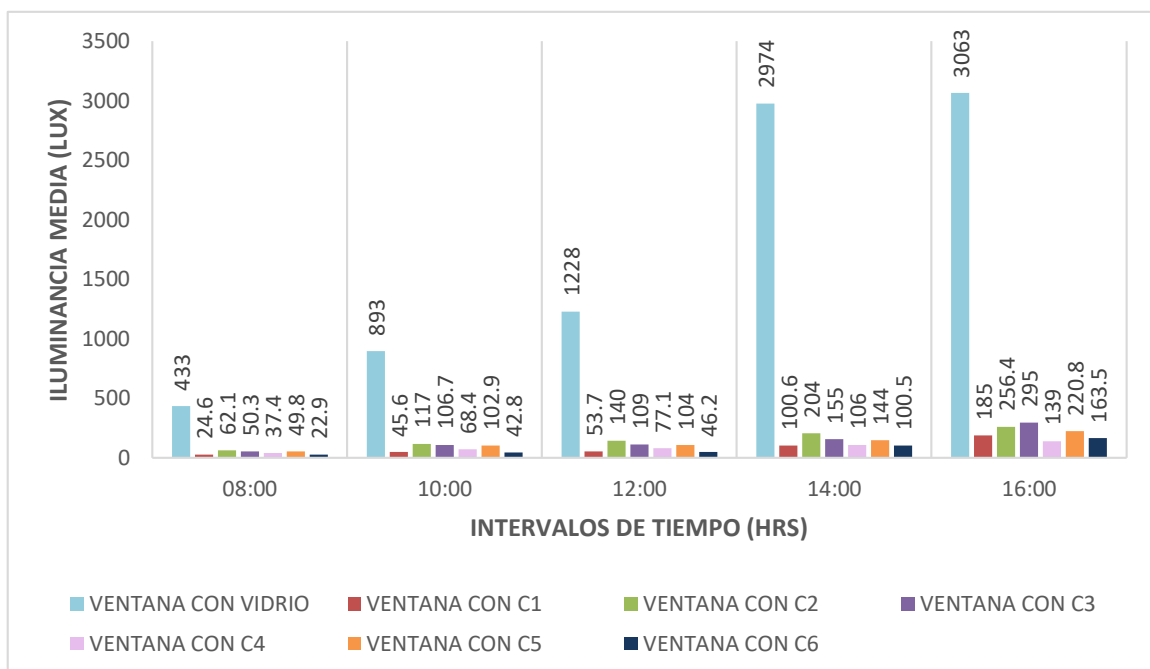
Fuente: El autor.

### 5.7.2.4 Orientación Oeste

Las simulaciones computacionales, para la orientación oeste en la ciudad de Ponta Grossa, tal como se observa en la Figura 169 y Tabla 69, dan a conocer que el caso CR en todos los horarios analizados el nivel de iluminancia media es elevado en consideración con los niveles recomendados, más aún en los horarios de 14:00 a 16:00 horas.

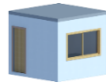



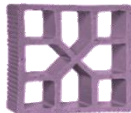


Sin embargo, analizando los modelos con cobogó, se observa que el caso C2, C3 y C5, presenta niveles adecuados de iluminancia, a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas. Ya los demás casos (C1, C4 y C6), los niveles de iluminancia son inferiores a los requeridos por norma, en los horarios de 8:00 de la mañana hasta las 12:00 horas, pues solo en el horario de 14:00 a 16:00 horas los niveles son adecuados.

Figura 169- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



Fuente: El autor.

**Tabla 69-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

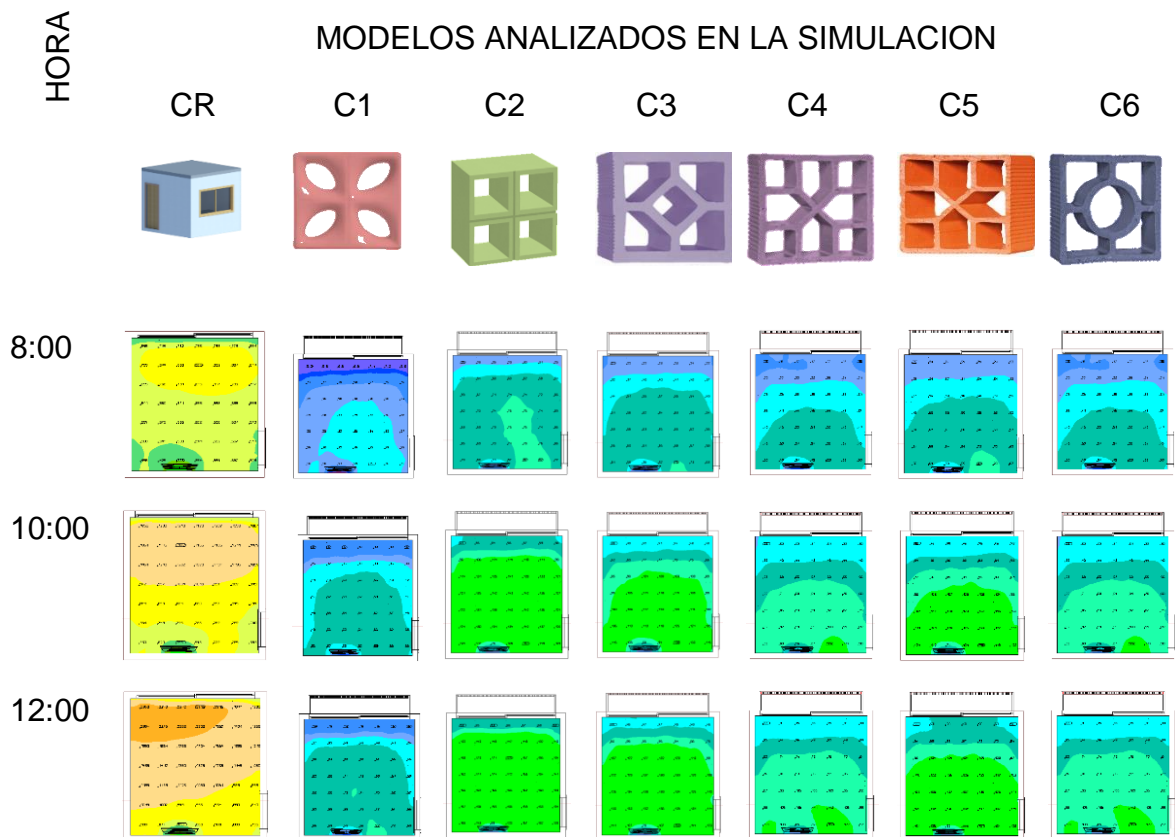
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓

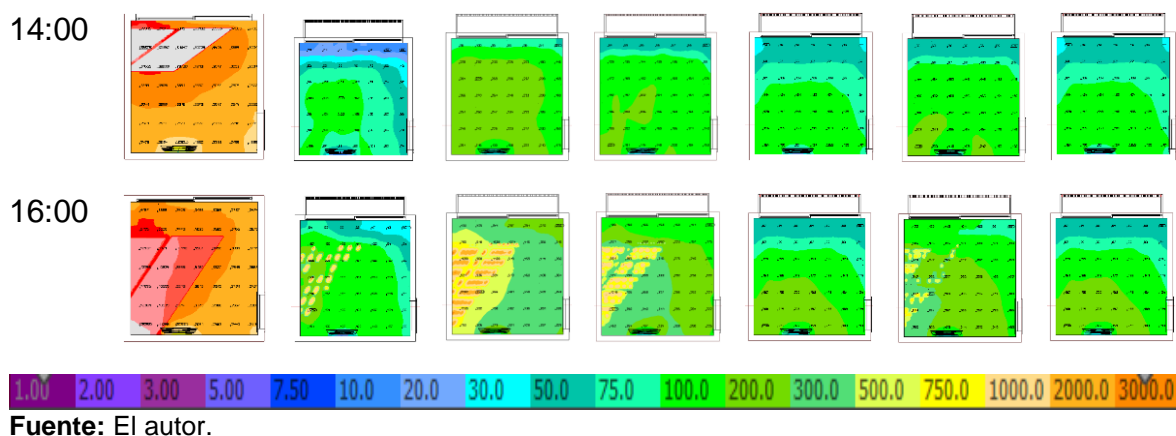
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

De la misma manera, en la Figura 170, se observa que efectivamente los modelos de cobogó C2, C3 y C5, son los que presentan, una mejor uniformidad de iluminación, dentro del ambiente interno, pues estos modelos arquitectónicos distribuyen homogéneamente la iluminación haciendo con que el usuario que este en el interior sienta niveles de confort adecuados.

**Figura 170-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



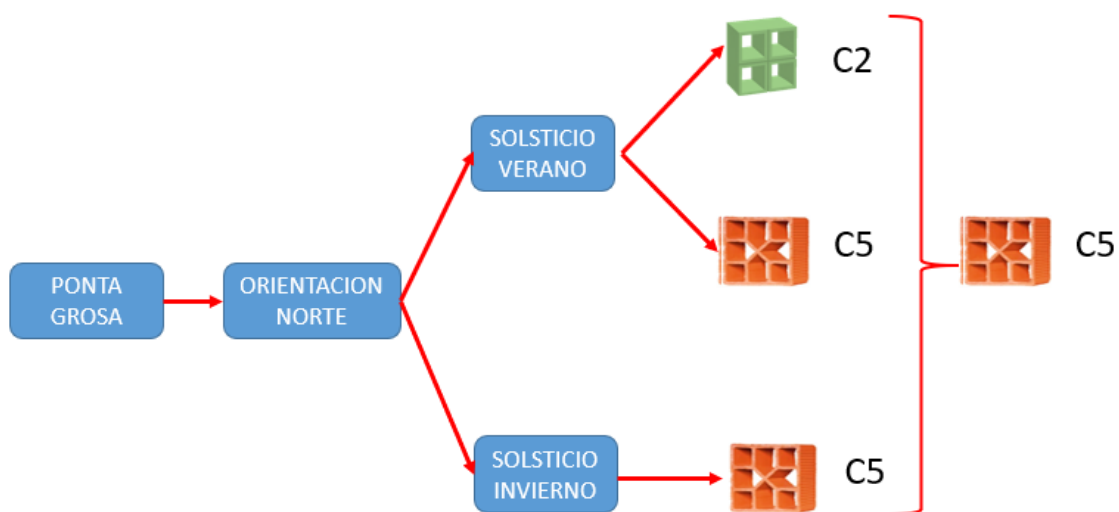


### 5.7.3 Resumen del análisis para la ciudad de Ponta Grossa (lat. 25° 05´ - Sur, ZB 2)

Después de haber analizado cada una de las simulaciones se concluye que:

En la orientación norte, tanto para el invierno como para el verano, tal como lo demuestra la Figura 171, el modelo de cobogó que más se adecua en este tipo de clima, es el modelo de cobogó C5.

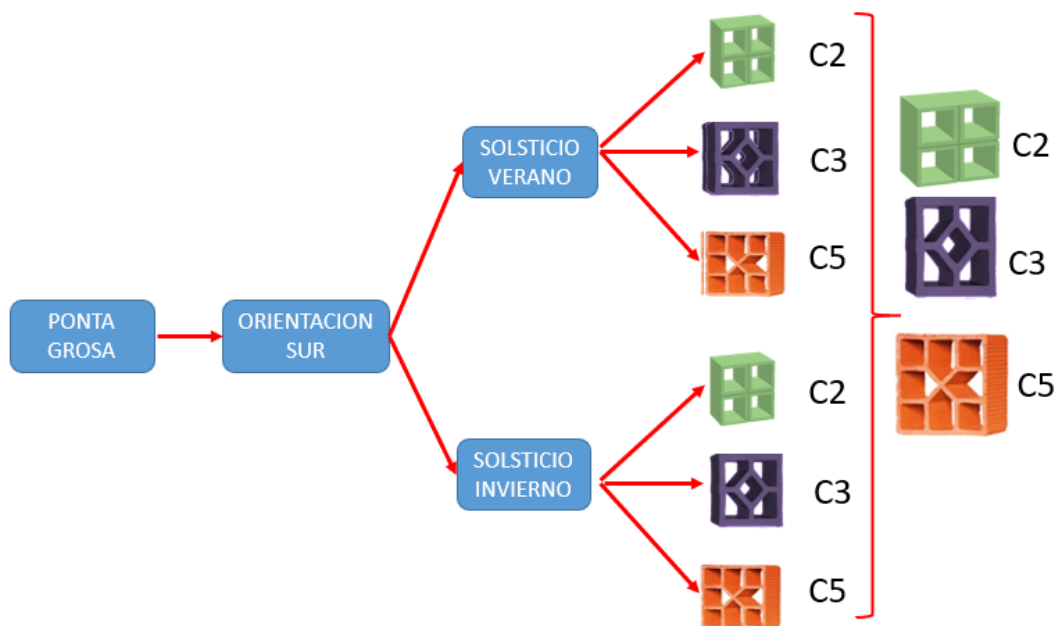
**Figura 171-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.



**Fuente:** El autor.

En la orientación sur, los modelos recomendados (Figura 172) después de haber analizado cada una de las simulaciones, son el modelo de cobogó C2, C3 y C5, pues estos, tanto en el solsticio de invierno como en el verano son los más adecuados para esta ciudad.

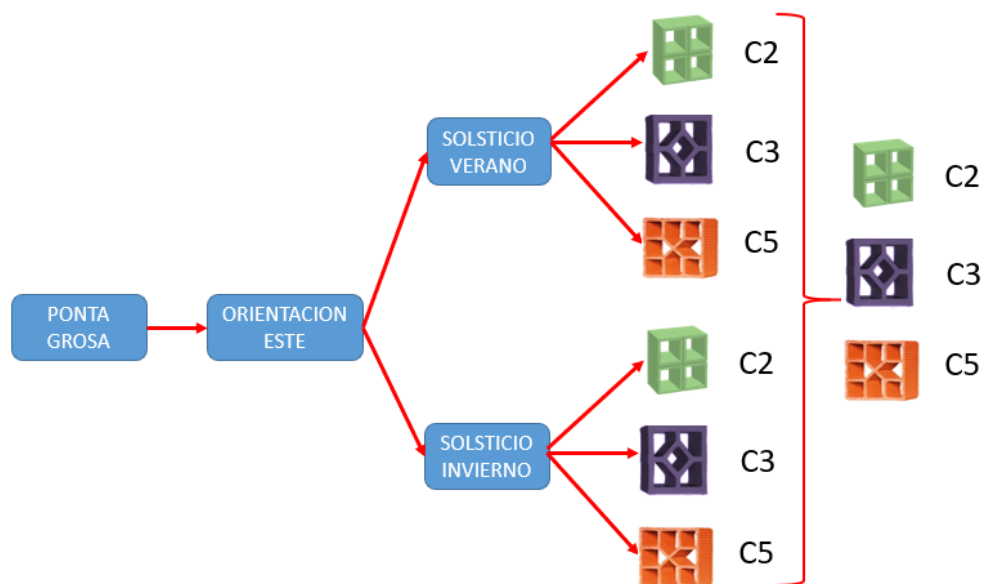
**Figura 172-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación este, como lo da a conocer la Figura 173, los modelos más recomendados son el C2, C3 y C5.

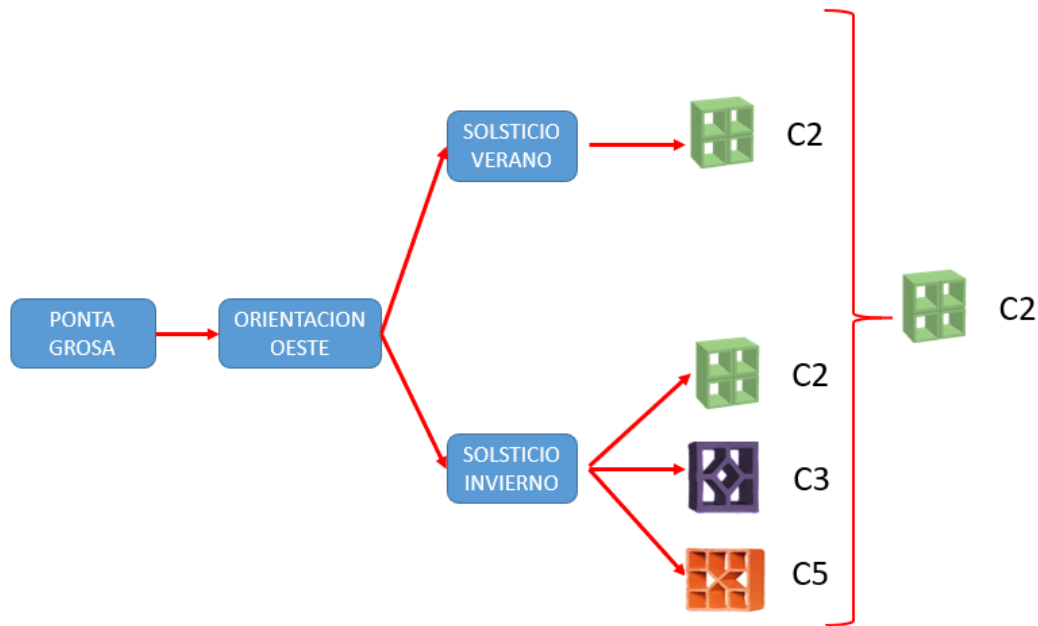
**Figura 173-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación oeste, como lo da a conocer la Figura 174, los modelos más recomendados son el C2 y C5.

**Figura 174-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.



**Fuente:** El autor.

## 5.8 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE SÃO PAULO (lat. 23° 32' - Sur, ZB 3)

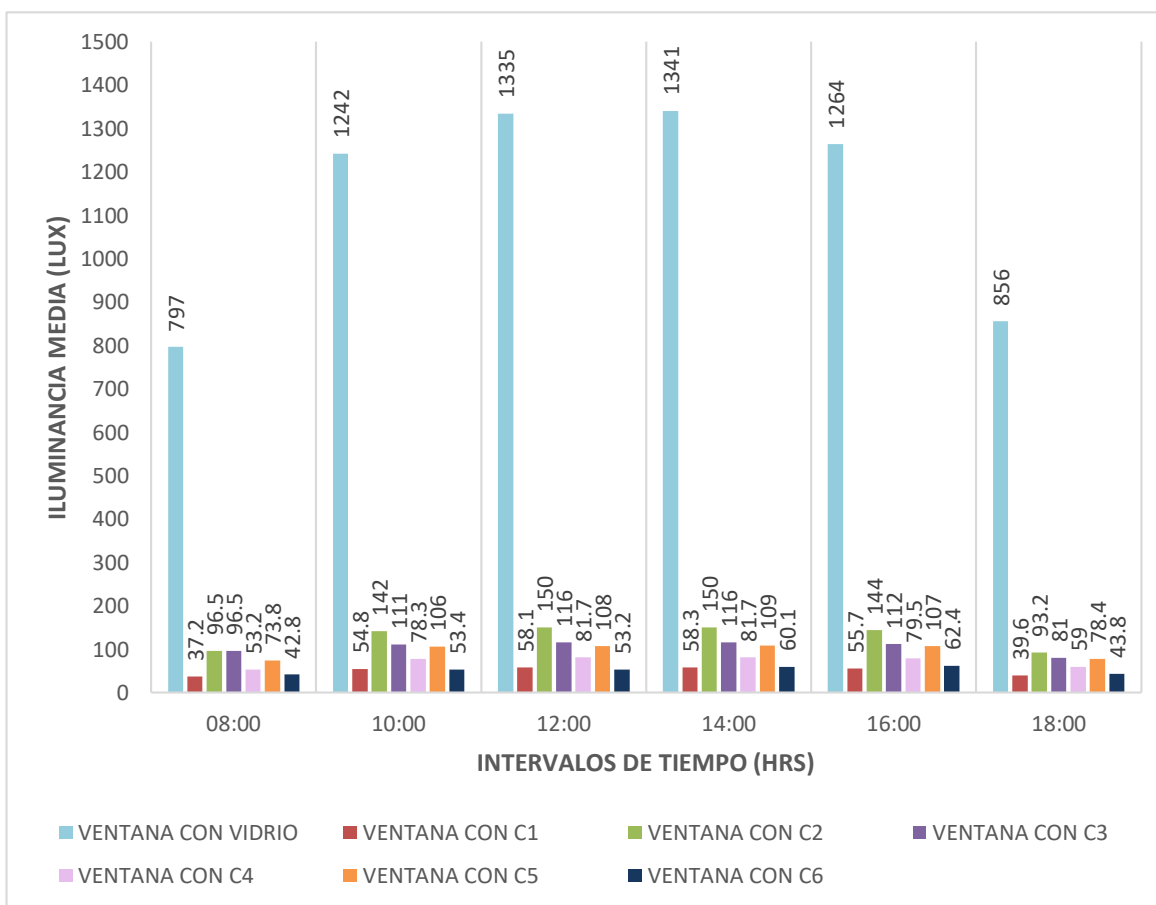
### 5.8.1 Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018

#### 5.8.1.1 Orientación Norte

Las simulaciones realizadas para la ciudad de São Paulo, en la orientación norte, del solsticio de verano, tal como lo dan a conocer la Figura 175 y Tabla 70, demostrando que el caso CR, presenta niveles elevados de iluminancia en todos los horarios establecidos para este análisis.

Analizando las simulaciones referentes a los modelos de cobogó, estas revelan que los casos C1, C4 y C6, no presentan en ninguno de los horarios simulados, niveles de iluminancia adecuados y con relación a lo establecido por norma.

Por otra parte, los modelos C2, C3 y C5, presentan adecuados niveles de iluminancia solamente en los horarios de 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, mientras que en los horarios de 8:00 de la mañana y 18:00 de la tarde, los niveles de iluminancia son inferiores a los 100 lux.

**Figura 175-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.

**Fuente:** El autor.

**Tabla 70-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte

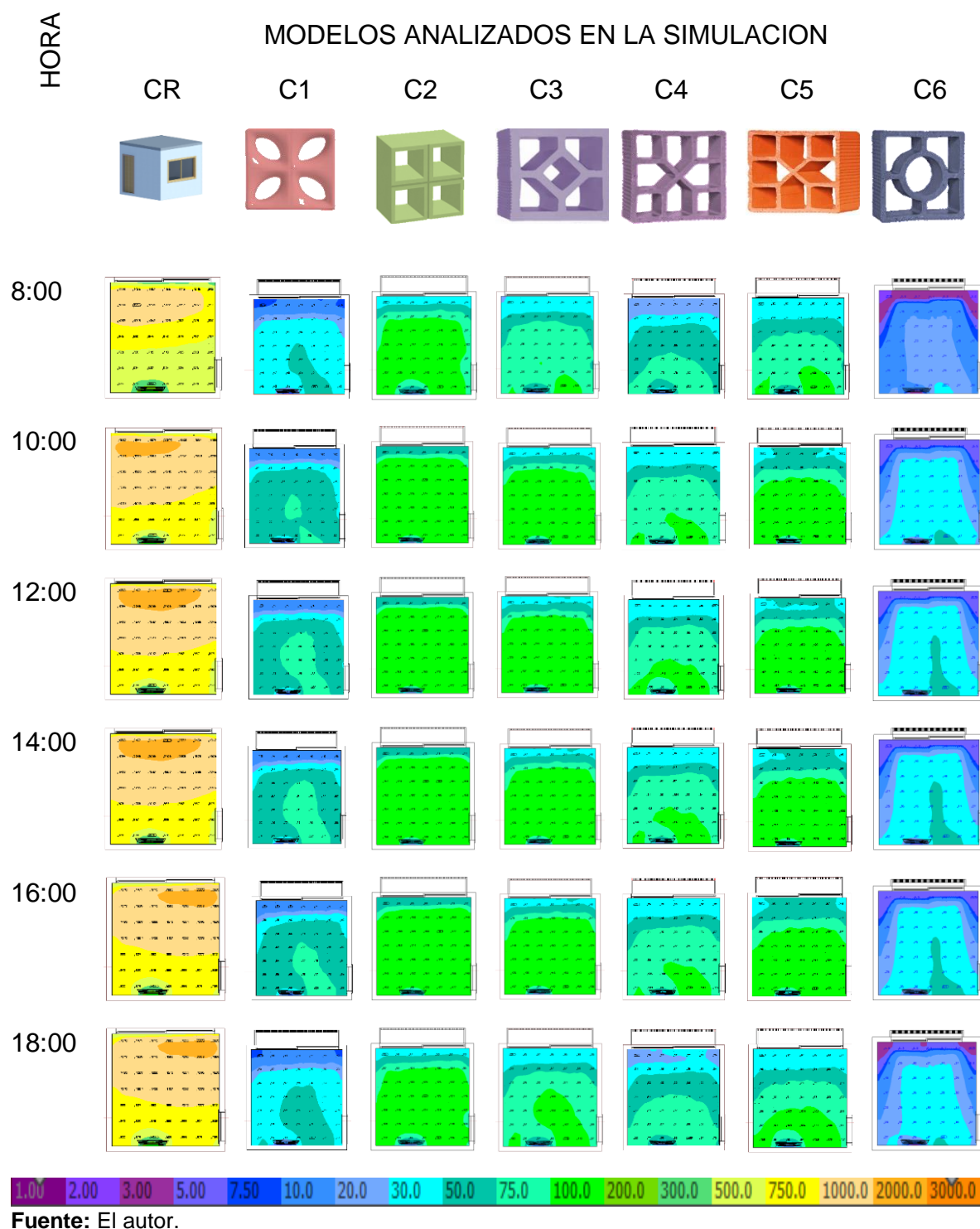
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
18:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆

● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Con relación a la uniformidad, la Figura 176, representa la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación norte y como puede visualizarse los casos C2, C3 y C5, son los que presentan mejor distribución y uniformidad presenta.

**Figura 176-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.



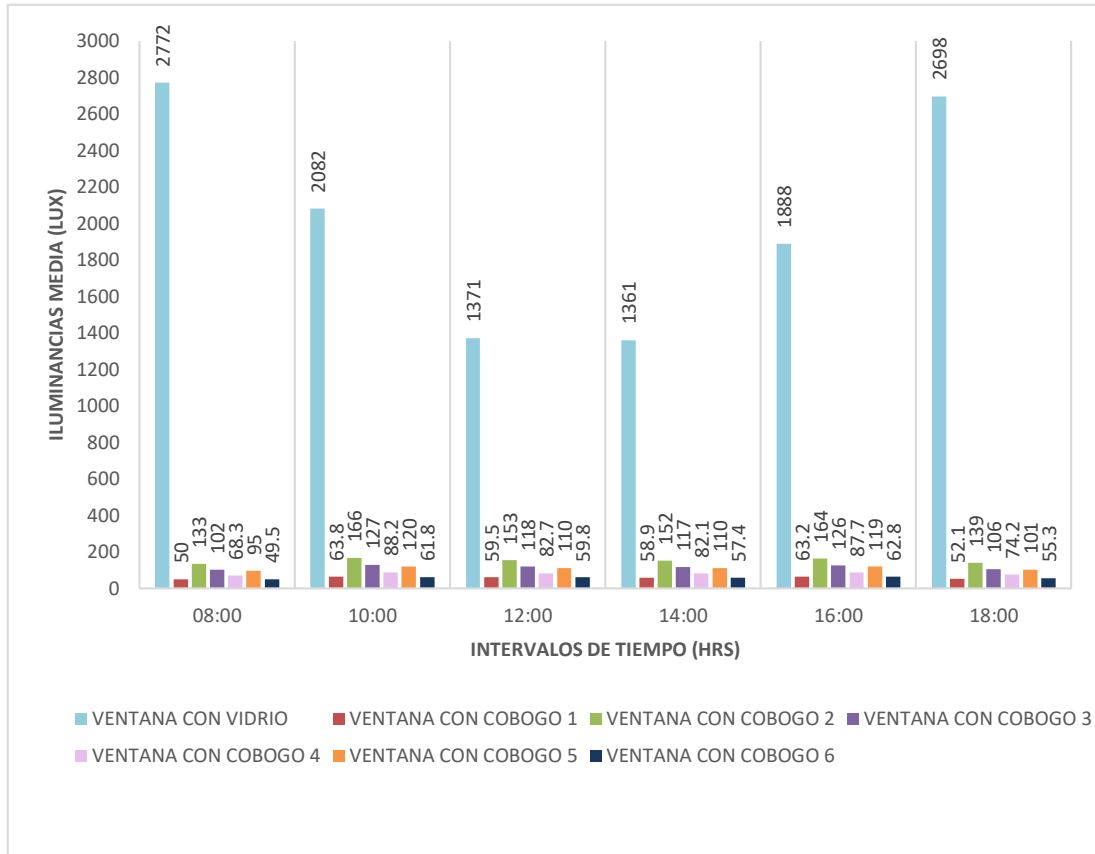
### 5.8.1.2 Orientación Sur

Al analizar las simulaciones computacionales, en la orientación sur, para la ciudad de São Paulo, estas nos reflejan, como se observa en la Figura 177 y Tabla 71, que el caso CR, presenta niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, esto hará que el usuario del ambiente, presente incomodidad con el deslumbramiento y malestar.

Con relación a los modelos con cobogó simulados, estos, nos dan a conocer que, los casos C1, C4 y C6, arrojan niveles de iluminancia inferiores a los

requeridos, en todos los horarios definidos para las simulaciones realizadas. Siguiendo con el análisis de los casos con cobogó, vemos que los modelos C2, C3, presentan niveles de iluminancia adecuados a los requeridos por norma, ya el modelo de cobogó C5 solo presenta niveles adecuados de iluminancia a partir de las 10.00 de la mañana hasta las 18:00 horas, pues a las 8:00 de la mañana el nivel de iluminancia es inferior a los 100 lux.

**Figura 177-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

**Tabla 71-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur

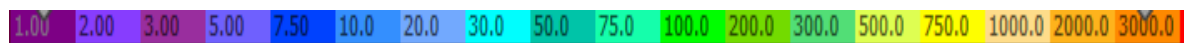
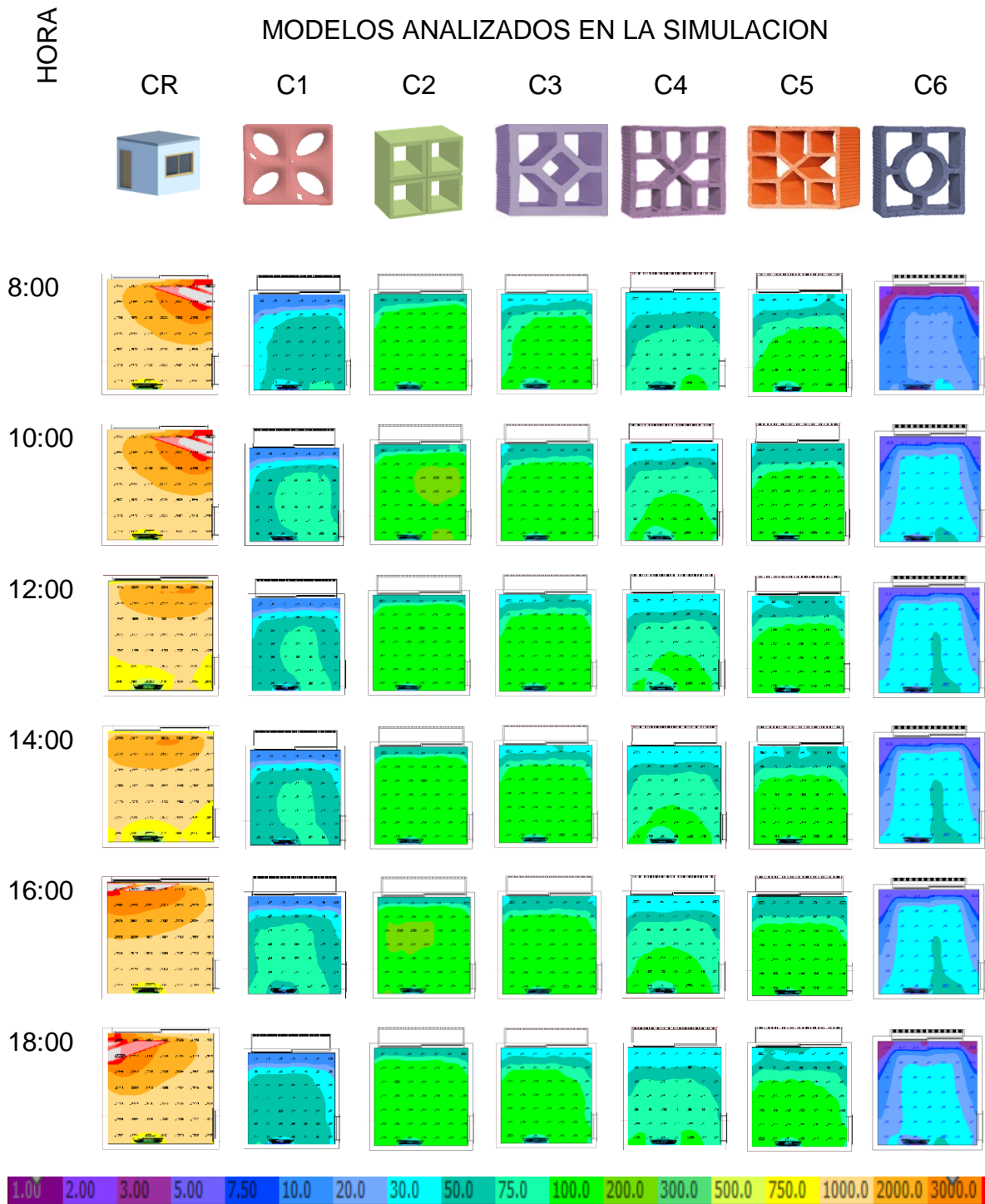
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	✓	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor

Para la uniformidad y distribución del ambiente, la Figura 178, da a conocer que los casos C2, C3, presentan una uniformidad homogénea en todo el ambiente interno, esto hace que los usuarios obtengan confort en toda la sala, mientras que si analizamos el caso CR, este presentan una distribución de iluminación no uniforme, haciendo con que los niveles superiores de iluminancia, se encuentren en el espacio cerca de la pared donde está proyectada la ventana, ocasionando de esta manera malestar y deslumbramiento en el usuario.

**Figura 178-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.



Fuente: El autor.

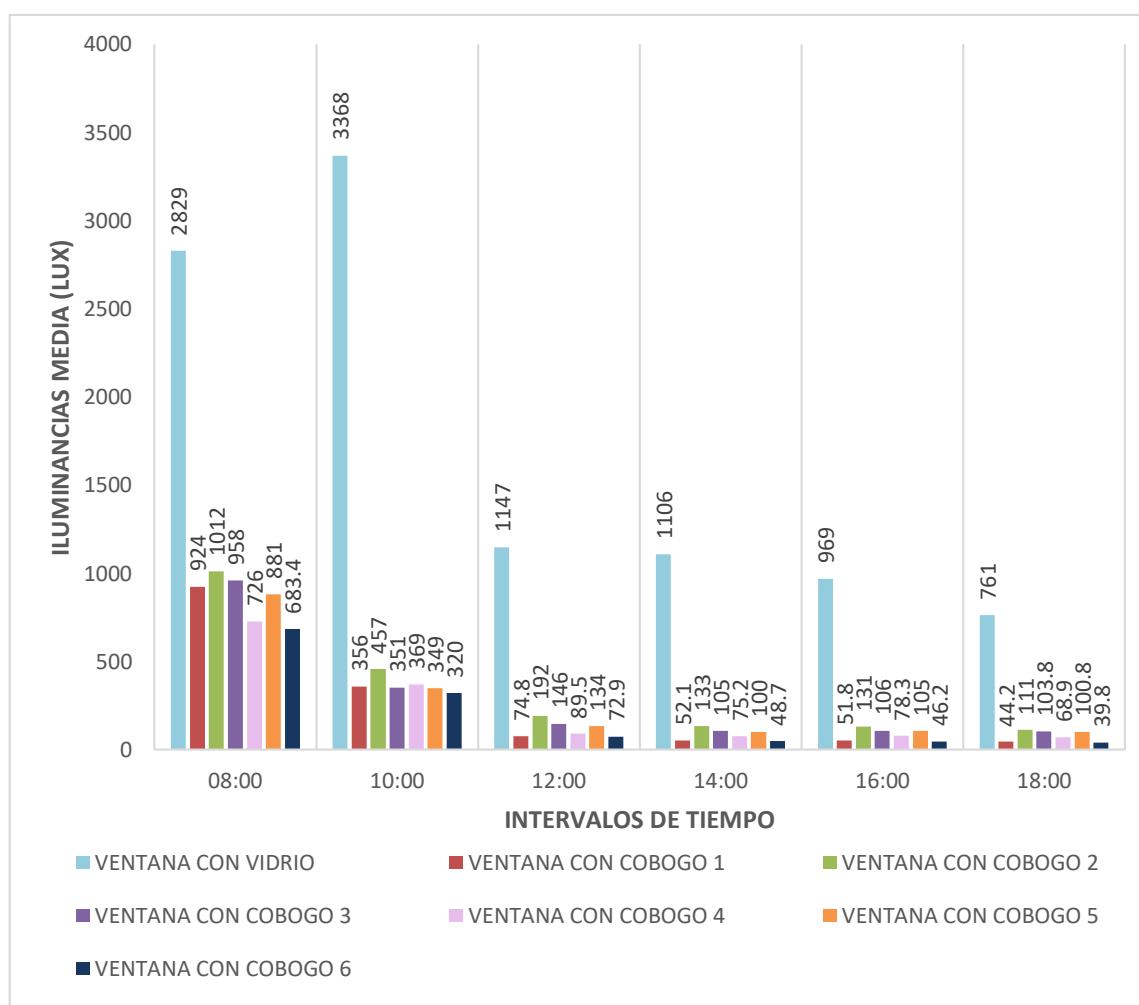
### 5.8.1.3 Orientación Este

Al analizar la Figura 179 y la Tabla 72, podemos observar que el modelo CR, presenta niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, niveles superiores especialmente en el horario de la mañana de 10:00 a 12:00 del mediodía.

Las simulaciones para los casos con la utilización de cobogós, dan a conocer que de 8:00 a 10:00 de la mañana, todos los modelos simulados presentan niveles superiores a los 100 lux, ya los modelos C1, C4 y C6, en los horarios de 12.00 del mediodía hasta las 18:00 horas, presentan niveles inferiores de iluminancia con relación a lo establecido por norma.

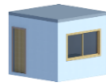





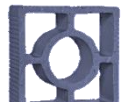
Sin embargo, los modelos C2, C3 y C5, presentan en los horarios de 1:00 del mediodía hasta las 18:00 horas, mejores niveles de iluminancia, con relación a lo establecido por norma.

**Figura 179-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 72-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	●	●	●	●	●	●
10:00	●	●	●	●	●	●	●
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
18:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆

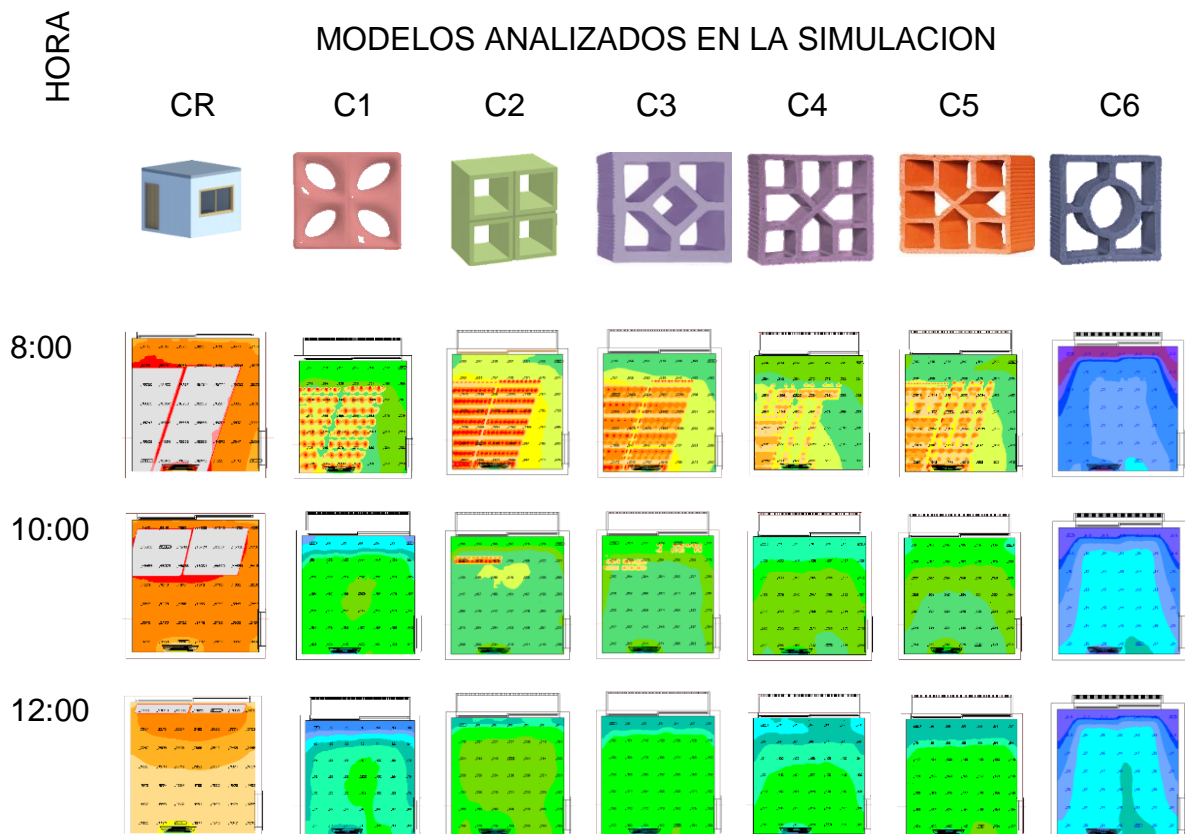
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

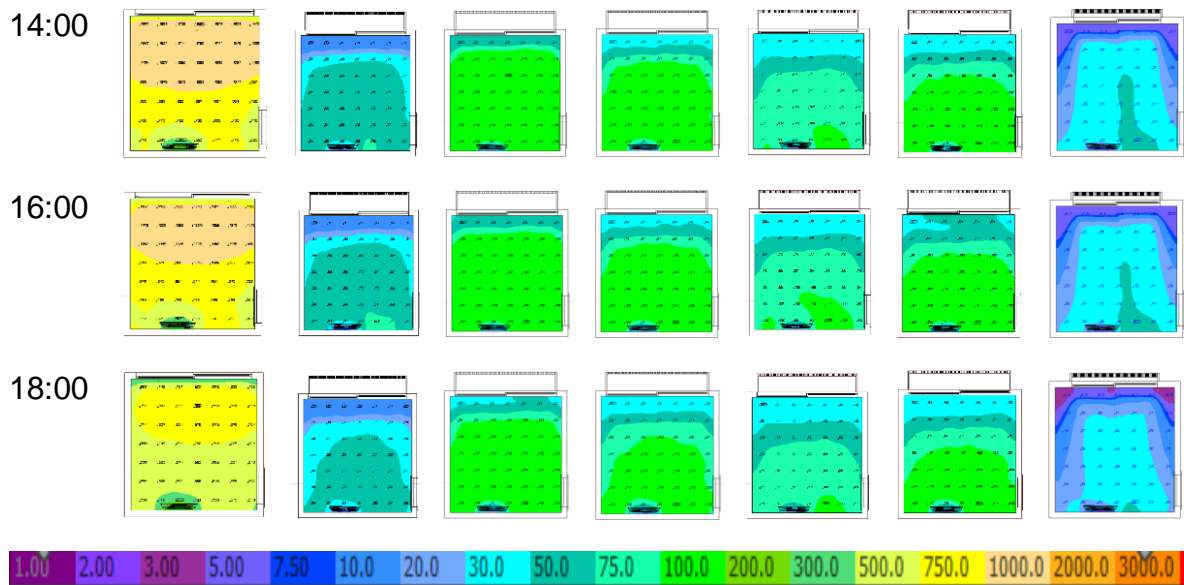
Fuente: El autor

Analizando la uniformidad y distribución de la iluminación natural dentro del ambiente, en la Figura 180, se observa que efectivamente, el caso CR, la distribución de la luz dentro del ambiente no es adecuada, haciendo con que en el espacio donde se encuentra proyectada la ventana, los niveles de iluminancia sean superiores y por consiguiente el nivel de ofuscamiento también.

Sim embargo si visualizamos la distribución de los modelos C2, C3 y C5, la distribución de la luz es homogénea haciendo con que en todo el ambiente interno la luz llegue de manera uniforme sin ocasionar malestar alguno en el usuario.

**Figura 180-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.





Fuente: El autor.

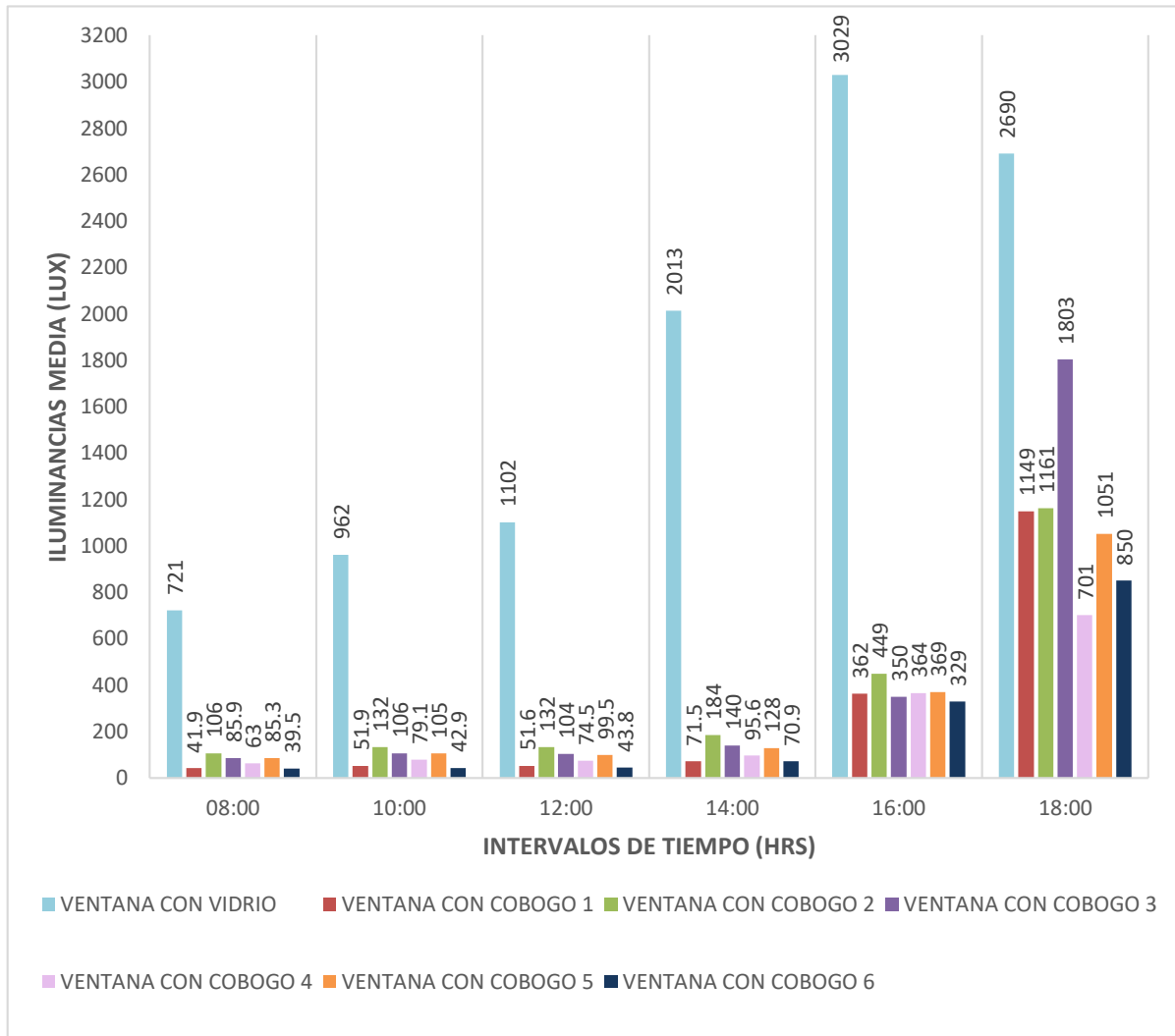
#### 5.8.1.4 Orientación Oeste

Al evaluar la orientación oeste, en el verano, la Figura 181 y la Tabla 73, dan a conocer que el caso de referencia CR, presenta niveles muy elevados de iluminancia, especialmente en el horario de las 14:00 hasta las 18:00 horas.

Al simular el mismo ambiente, pero ya con la utilización de elementos de protección solar, como es el caso de los cobogós, podemos observar que todos los modelos analizados (C1, C2, C3, C4, C5, C6), reducen los niveles de iluminancia en relación al caso CR, sin embargo en el horario de 4 de la tarde hasta las 6:00 de la tarde, los niveles de iluminancia son superiores a los 100 lux, haciendo con que en esos horarios el ofuscamiento en los usuarios sea un problema.

Por otra parte, los casos C3 y C5, presentan adecuados niveles de iluminancia de 10:00 de la mañana, hasta las 14:00 horas. Ya el modelo de cobogó C2, es el que presenta adecuados niveles de 8:00 de la mañana hasta las 14:00 horas, convirtiéndolo en el modelo de cobogó más adecuado para esta orientación.

**Figura 181-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



Fuente: El autor.

**Tabla 73-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

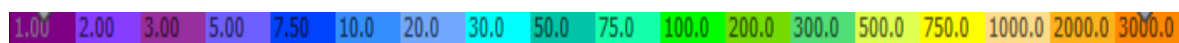
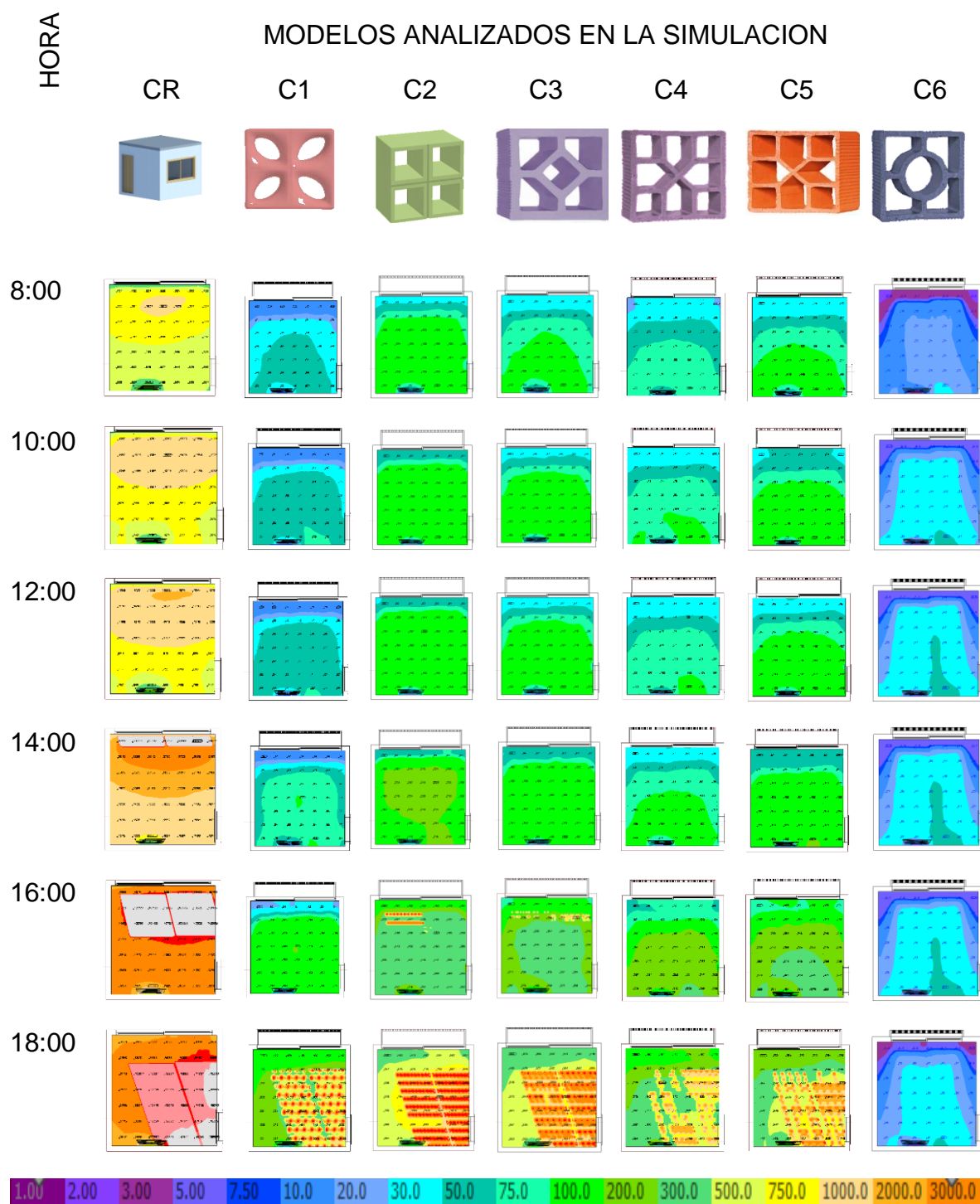
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	●	●	●	●	●	●
18:00	●	●	●	●	●	●	●

● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

La Figura 182, es un resumen utilizando la técnica de colores, estas representan la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación oeste. En consecuencia, como los demuestran los análisis presentados, en la ciudad de São Paulo, en la orientación oeste, es recomendable utilizar el tipo de cobogó C2, seguido de los casos C3 y C5, ya que estos presentan adecuados niveles de iluminancia, acordes con lo establecido por las normas consultadas.

**Figura 182-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



Fuente: El autor.

## 5.8.2 Solsticio de Invierno + 1 día = 22/06/2018

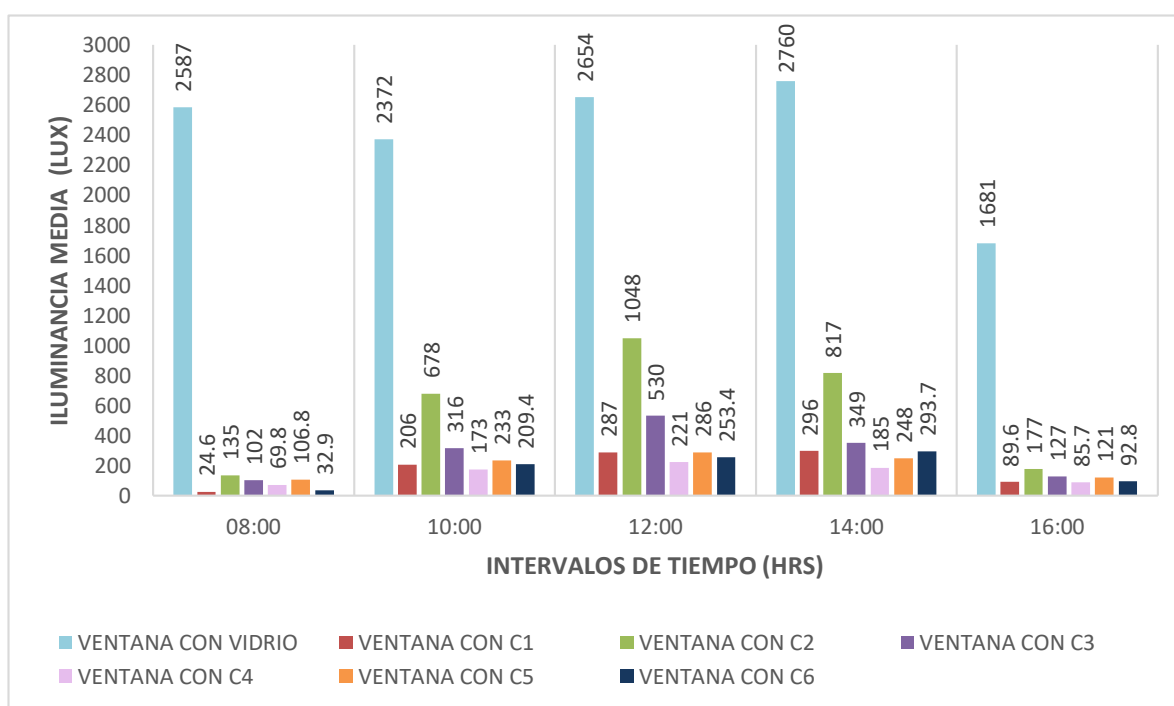
### 5.8.2.1 Orientación Norte

En la ciudad de São Paulo, las simulaciones realizadas, tal como lo demuestra la Figura 183 y Tabla 74, dan a conocer que el caso CR, en todos los horarios simulados, presenta niveles superiores a los establecidos por norma.

Por otra parte, las simulaciones realizadas para los casos con la utilización de cobogós, demuestran que los casos C1, C4 y C6, presentan niveles adecuados en los horarios de 10:00 de la mañana a 2:00 de la tarde, ya que en los horarios de 8.00 de la mañana y 4:00 de la tarde los niveles de iluminancia son inferiores a los 100 lux. Con respecto a los cobogós C2 y C3 estos solo presentan niveles adecuados de iluminancia en el horario de las 8.00 de la mañana y de las 4:00 de la tarde, pues en los horarios de las 10:00 de la mañana a 2:00 de la tarde los niveles de iluminancia son superiores a lo establecido por norma.

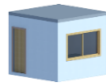
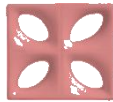


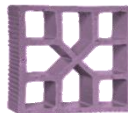


Por último, el caso C5, es el modelo que mejor se adecúa a la orientación norte, pues al realizar las simulaciones computacionales, este arroja resultados positivos en todos los horarios establecidos, resultados que están acordes con lo establecido por norma y dentro de los niveles de iluminancia requeridos para una sala estar.

**Figura 183-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 74-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
10:00	●	✓	●	●	✓	✓	❖
12:00	●	✓	●	●	✓	✓	❖
14:00	●	✓	●	●	✓	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

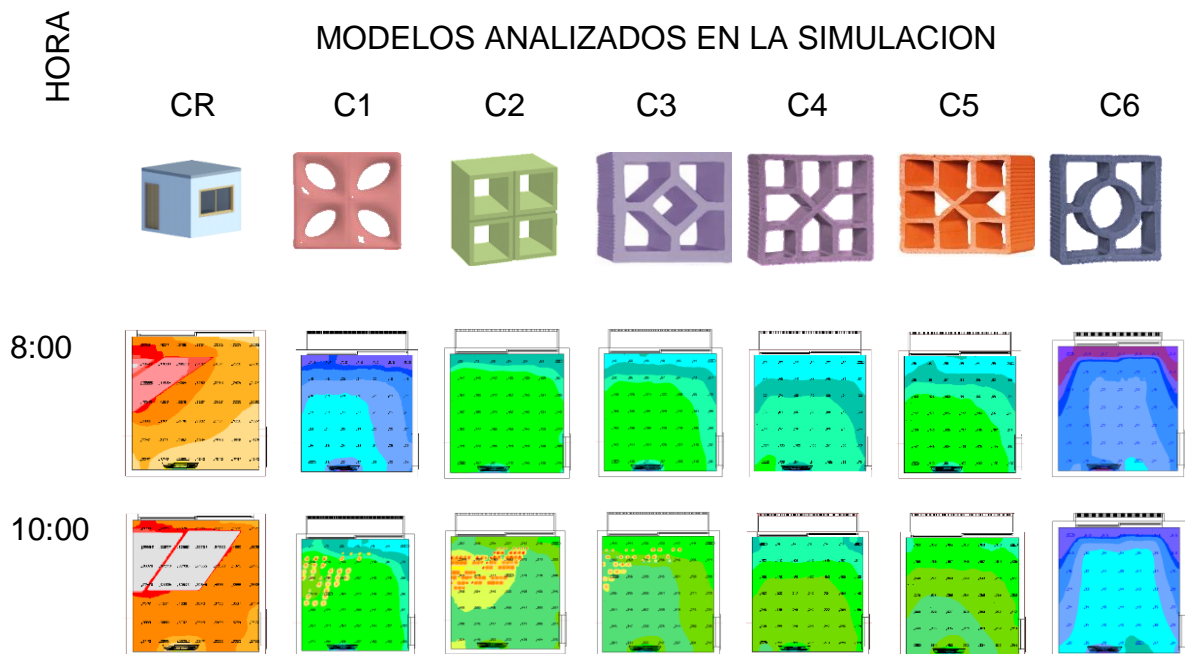
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

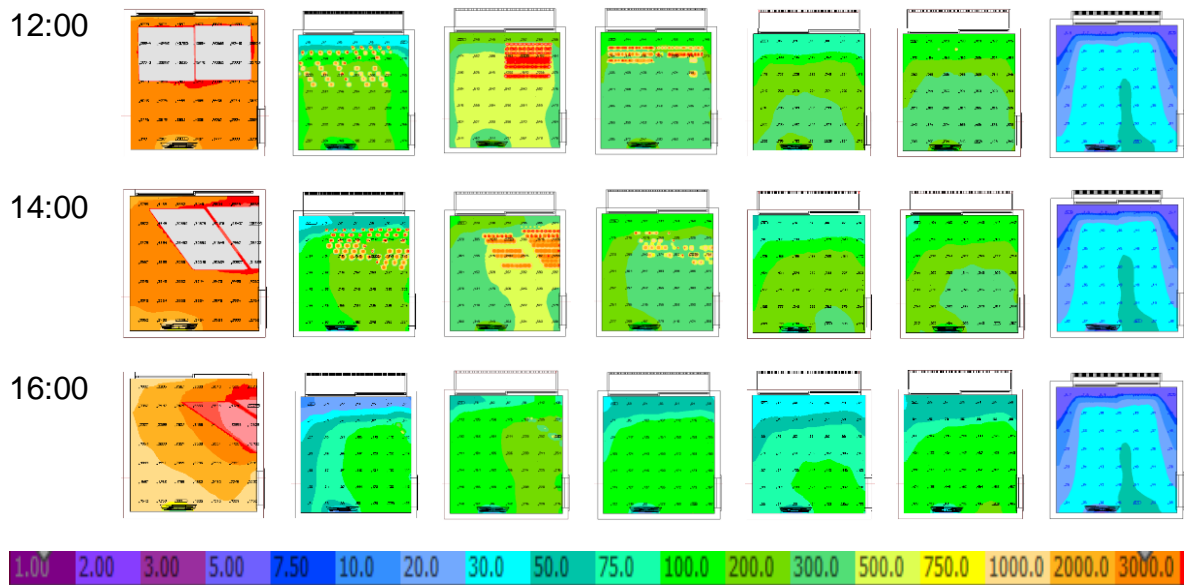
**Fuente:** El autor.

Con respecto a la distribución y uniformidad de la iluminación, la Figura 184, nos da a conocer que el caso CR, presenta una uniformidad dispersa y no homogénea en el ambiente interno, sobre todo en el espacio donde está proyectada la ventana, ocasionando de esta forma ofuscamiento y malestar en el usuario.

Por otra parte, al evaluar la uniformidad de los modelos con cobogó, podemos percibir que, el que mejor presenta una uniformidad homogénea, es el caso C5, pues este modelo distribuye, adecuadamente la iluminación natural dentro del ambiente, haciendo con que los usuarios se encuentren adecuadamente confortables en la sala de estar.

**Figura 184-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.





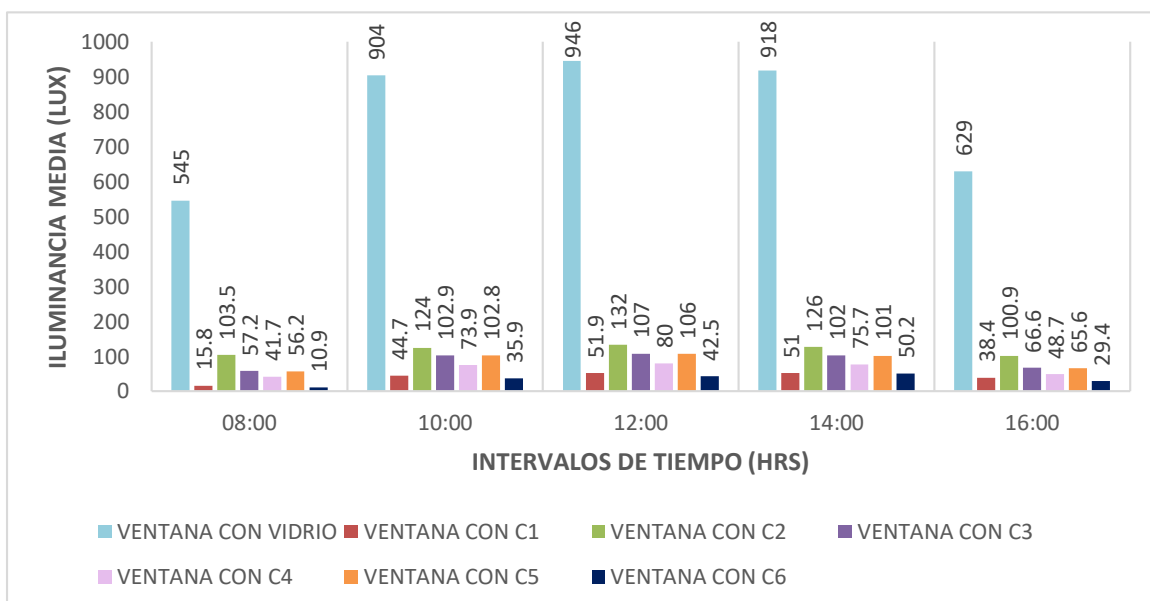
Fuente: El autor.

### 5.8.2.2 Orientación Sur

La Figura 185 y la Tabla 75, nos dan a conocer que el modelo de referencia CR, presenta niveles de iluminación superiores a los 100 lux, haciendo que en todo el día puede ocasionar ofuscamiento.

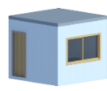






Analizando los modelos de cobogó se concluye que los modelos C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia muy por debajo de lo establecido por norma, seguido se encuentran los modelos de cobogó C3 y C5 que a partir de las 10:00 hasta las 14:00 horas, presentan niveles adecuados de iluminancia. Por último, está el modelo de cobogó C2 que presenta en todos los horarios simulados, niveles de iluminancia adecuados con relación a los 100 lux.

Figura 185- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

**Tabla 75-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur

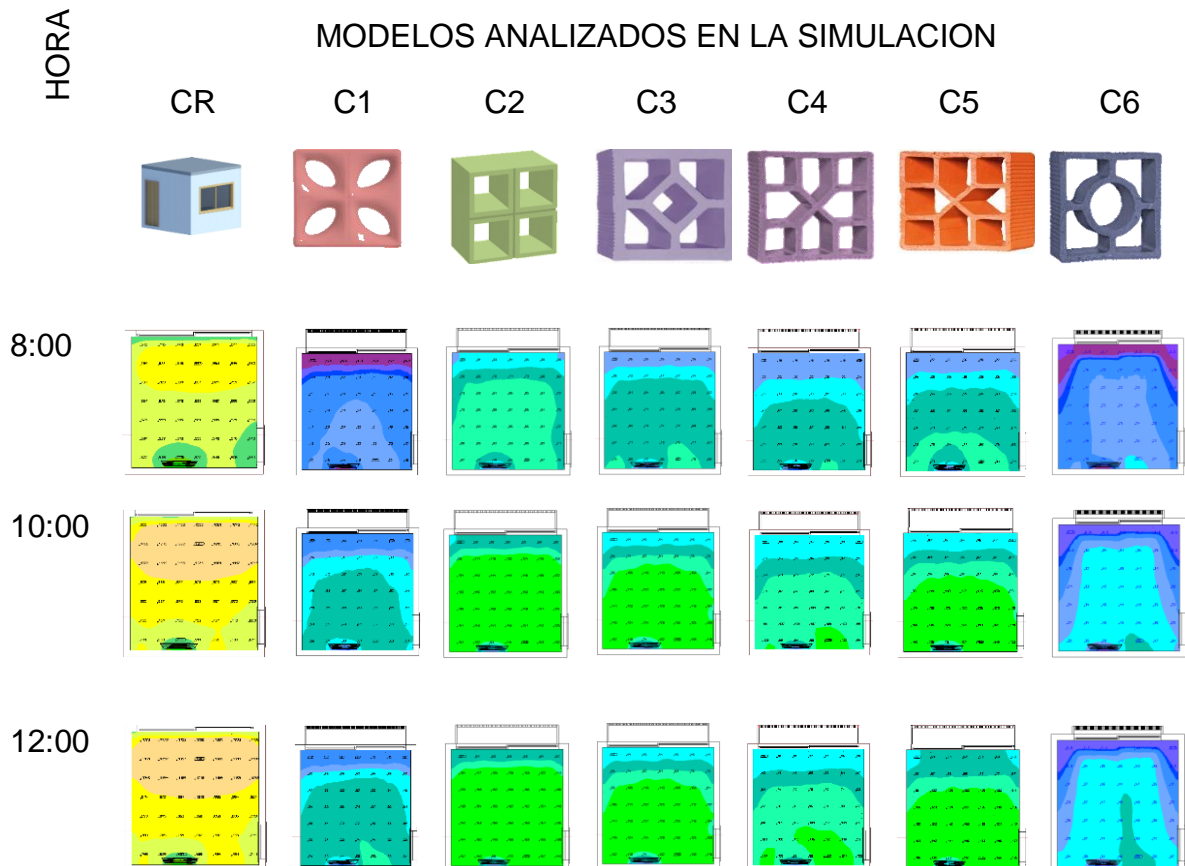
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	✓	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	◆	◆	◆	◆

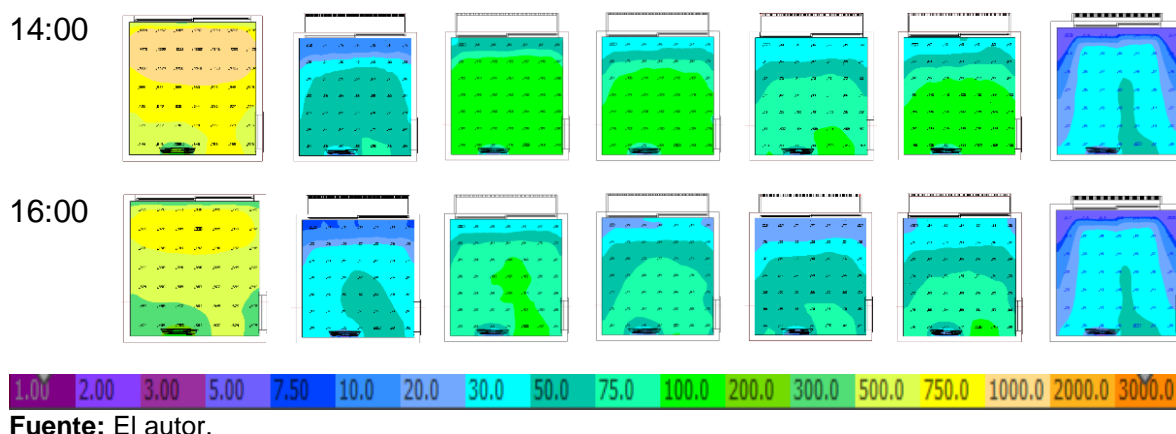
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 1865, representa la utilización de colores en el ambiente, para determinar el nivel de iluminancia, la uniformidad y la distribución de la iluminación en la sala estar. De esta forma, se observa que el modelo de cobogó C2, presentan una buena distribución de iluminación en la sala, ya los otros modelos la uniformidad no es constante.

**Figura 186-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.



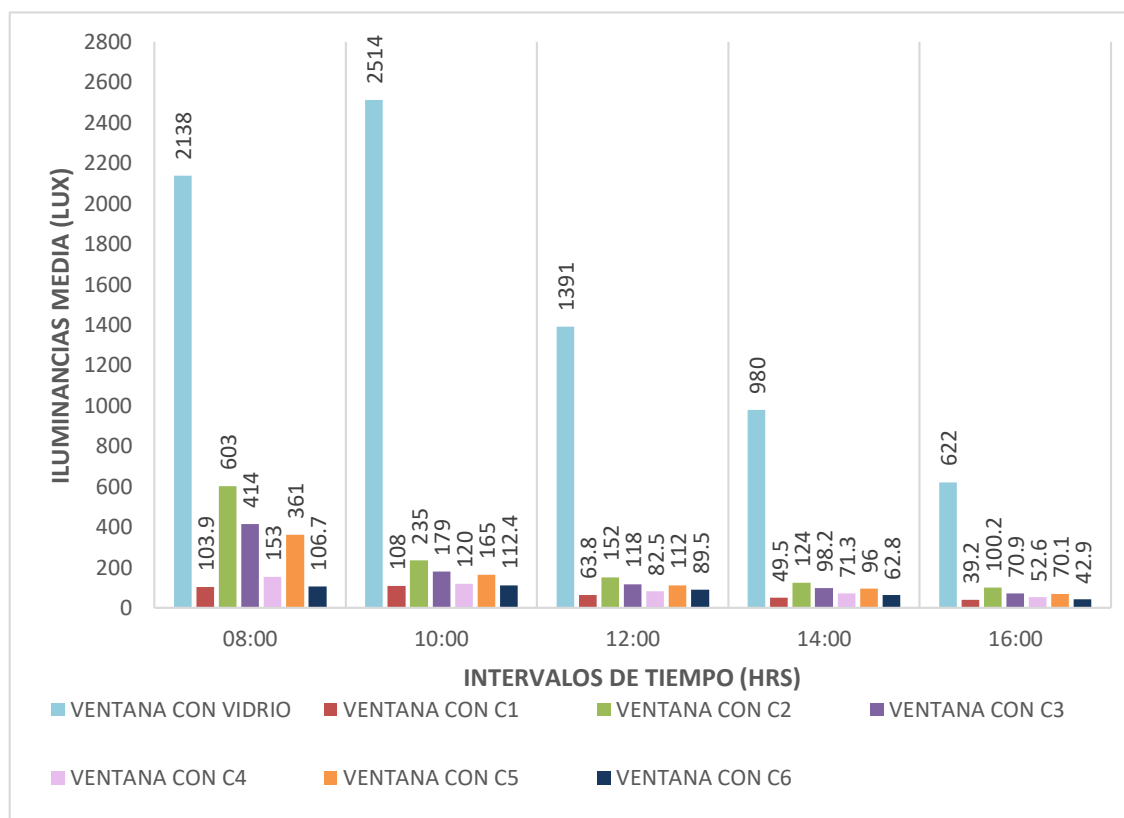


### 5.8.2.3 Orientación Este

Según la Figura 187 y la Tabla 76, las simulaciones computacionales para el solsticio de invierno, con respecto a la orientación este, demuestran que los niveles de iluminancia analizados en los horarios determinados del caso CR, son elevados, comparándolos con los niveles medios establecidos por norma, especialmente en los horarios de 8.00 de la mañana a 12:00 del día.

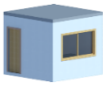






Con respecto a las simulaciones realizadas a los modelos con cobogó, se concluye que los modelos C1, C4 y C6, presentan niveles adecuados de iluminancia solo a partir de las 8:00 de la mañana hasta las 10:00 de la mañana, pues a partir de las 12:00 del mediodía hasta las 16:00 horas, los niveles de iluminancia son inferiores a los establecidos por norma.

Los casos C3 y C5, dan a conocer que, en el horario de las 8.00 de la mañana, los niveles de iluminancia son superiores a los 100 lux, mientras que a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 12:00 del mediodía, los niveles de iluminancia son adecuados, permitiendo de esta manera la distribución de la luz en todo el ambiente, sin embargo, de 2:00 a 4:00 de la tarde, los niveles de iluminancia son inferiores a los 100 lux. Por otra parte, el cobogó C2, presenta adecuados niveles de iluminancia, a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, convirtiéndolo de esta forma en el más adecuado para esta orientación, en el solsticio de invierno.

**Figura 187-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.

**Fuente:** El autor.

**Tabla 76-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este

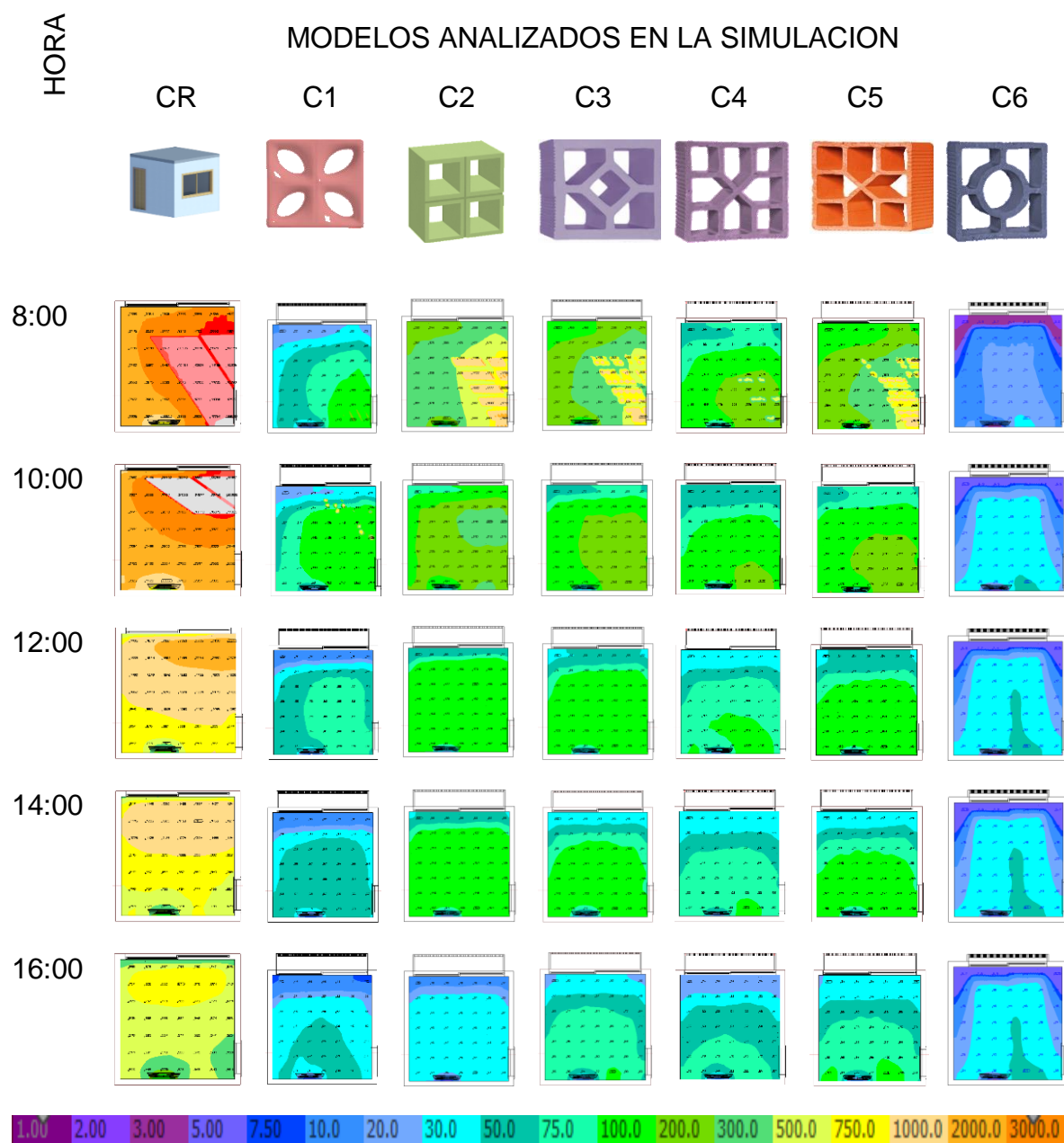
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	✓	●	●	✓	●	✓
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
16:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖

● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Con respecto a la uniformidad, la Figura 188, representa una visualización por medio de colores, estas a su vez dan a conocer que el modelo C2 presenta una adecuada distribución, de la iluminación natural en el ambiente interno, seguidos están los modelos C3 y C5; por último el caso CR, presenta una distribución inadecuada de la iluminación, pues como se percibe en la figura 156, la concentración de luz está en el espacio donde se ha proyectado la ventana, haciendo con que el ambiente interno se genere ofuscamiento en el usuario.

**Figura 188-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.



Fuente: El autor.

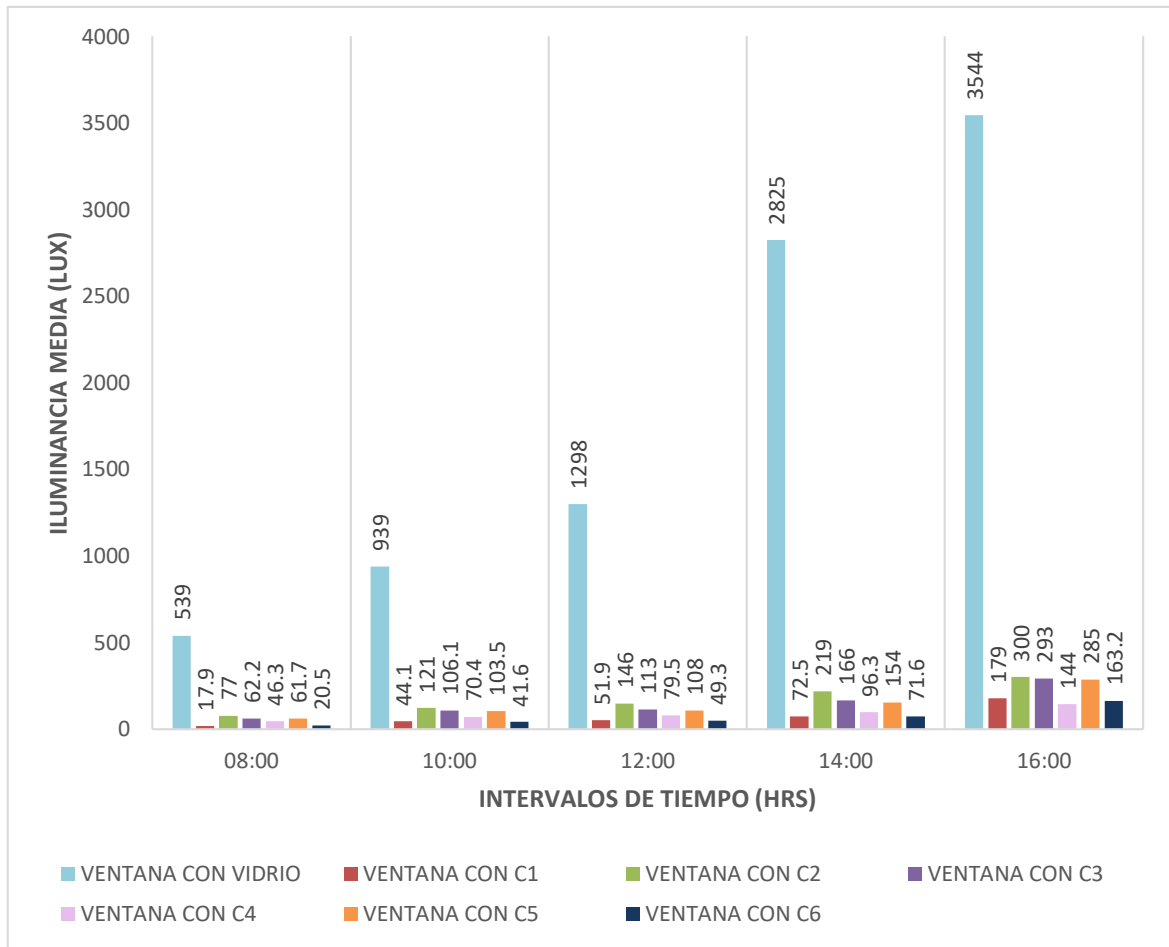
#### 5.8.2.4 Orientación Oeste

Las simulaciones computacionales, para la orientación oeste en la ciudad de São Paulo, tal como se observa en la Figura 189 y Tabla 77, dan a conocer que el caso CR en todos los horarios analizados el nivel de iluminancia media es elevado en consideración con los niveles recomendados, más aún en los horarios de 14:00 a 16:00 horas.

Sin embargo, analizando los modelos con cobogó, se observa que el caso C2, C3 y C5, presenta niveles adecuados de iluminancia, a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas. Ya los demás casos (C1, C4 y C6), los niveles de iluminancia son inferiores a los requeridos por norma, en los horarios de 8:00 de la

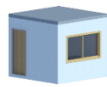






mañana hasta las 14:00 horas, pues solo en el horario de las 16:00 horas los niveles son adecuados.

**Figura 189-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 77-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

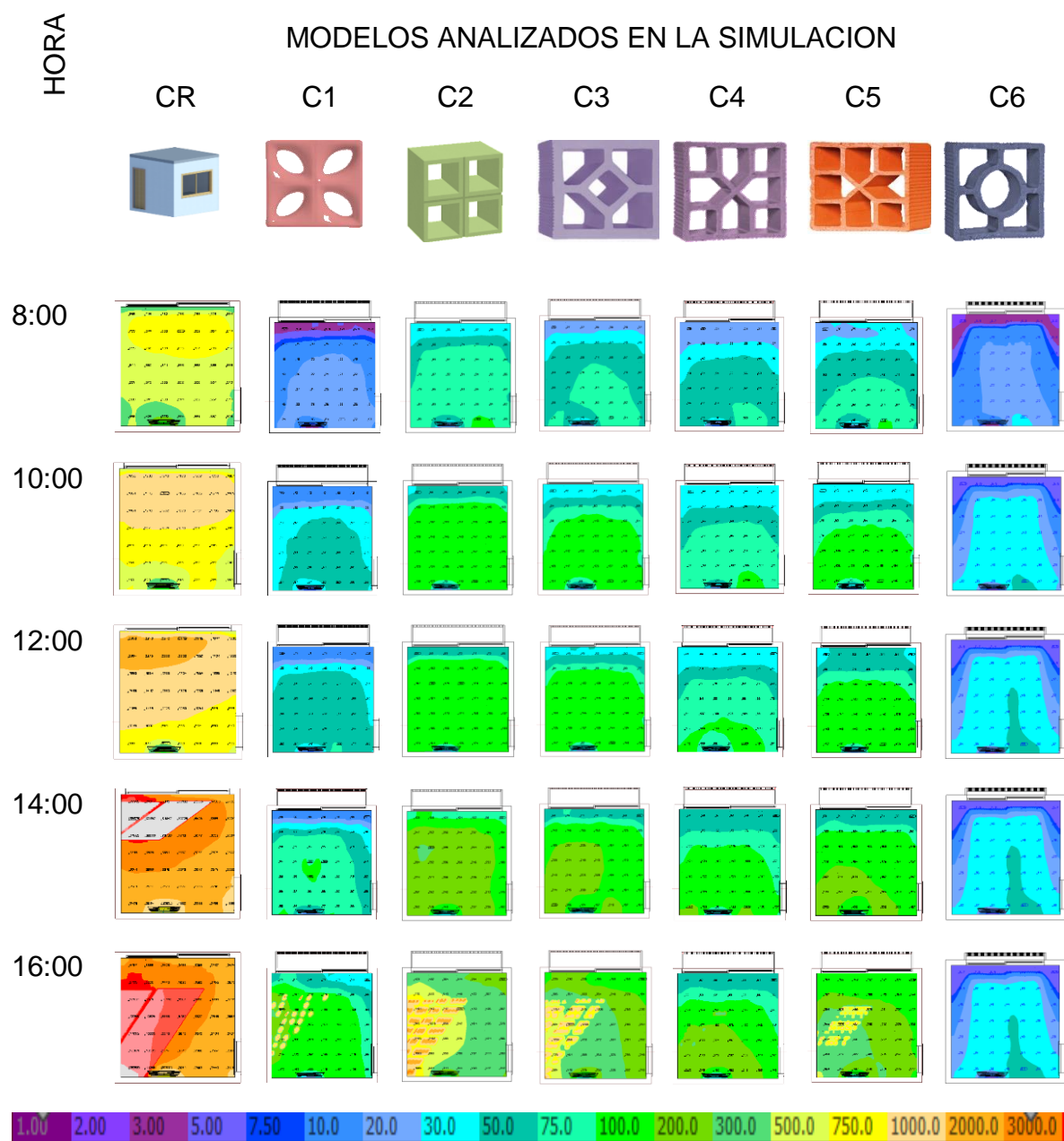
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓

● Nivel superior al deseado    ❖ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

De la misma manera, en la Figura 190, se observa que efectivamente los modelos de cobogó C2, C3 y C5, son los que presentan, una mejor uniformidad de iluminación, dentro del ambiente interno, pues estos modelos arquitectónicos distribuyen homogéneamente la iluminación haciendo con que el usuario que este en el interior sienta niveles de confort adecuados.

**Figura 190-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



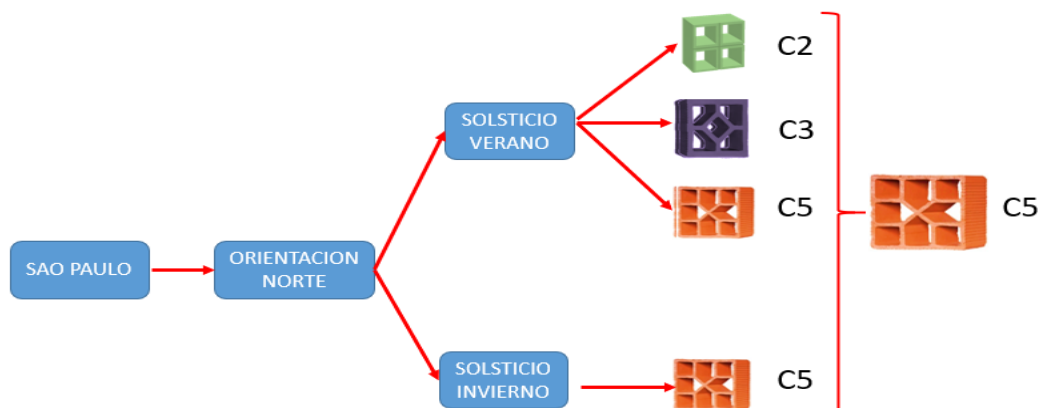
Fuente: El autor.

### 5.8.3 Resumen del análisis para la ciudad de São Paulo (lat. 23° 32' - Sur, ZB 3)

Después de haber analizado cada una de las simulaciones se concluye que:

En la orientación norte, tanto para el invierno como para el verano, tal como lo demuestra la Figura 191, el modelo de cobogó que más se adecúa en este tipo de clima, es el modelo de cobogó C5.

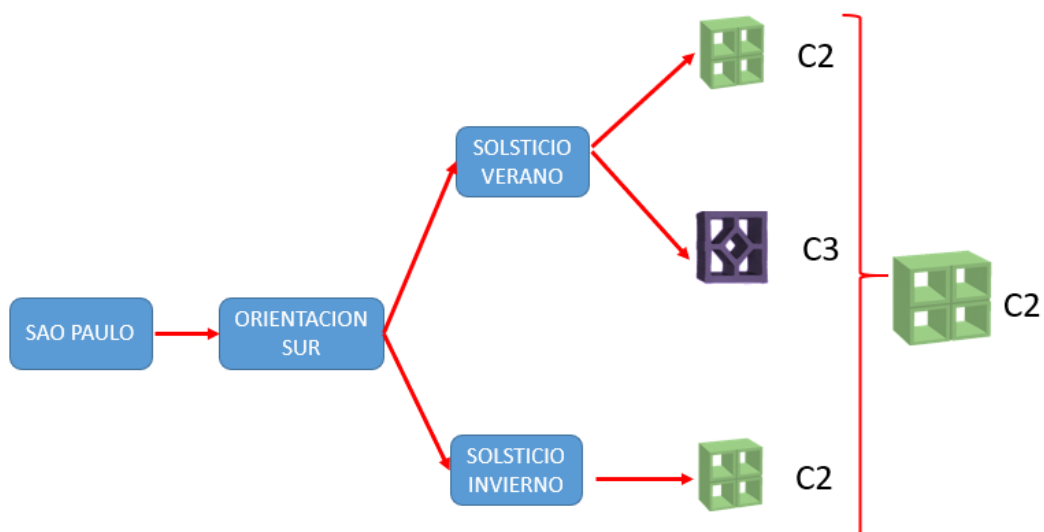
**Figura 191-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.



**Fuente:** El autor.

En la orientación sur, el modelo más recomendado (Figura 192) después de haber analizado cada una de las simulaciones, es el modelo de cobogó C2, ya que tanto en el solsticio de invierno como en el verano es el modelo que más se adecúa al clima de São Paulo.

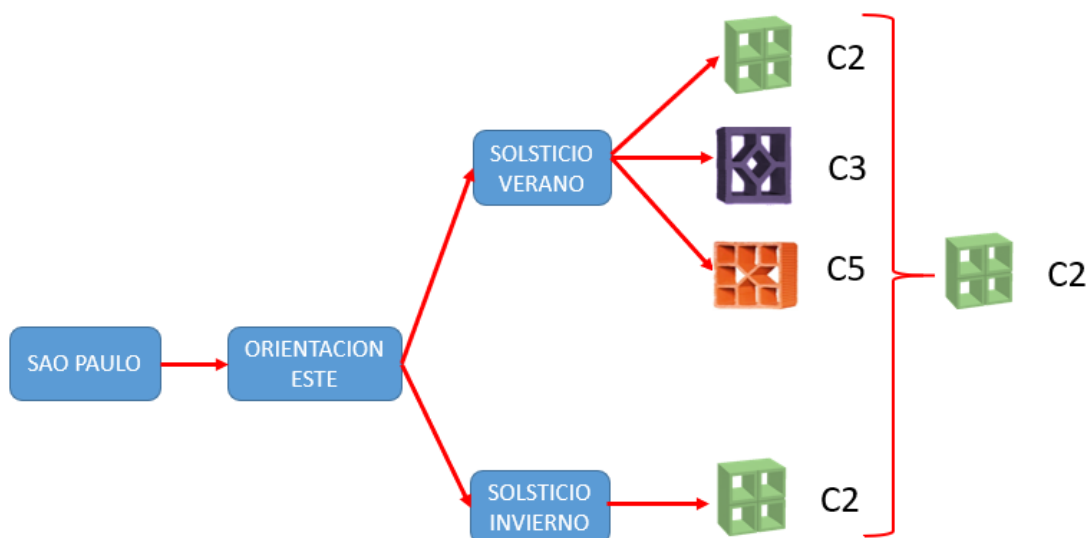
**Figura 192-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación este, como lo da a conocer la Figura 193, el modelo que más se adecúa es el C2.

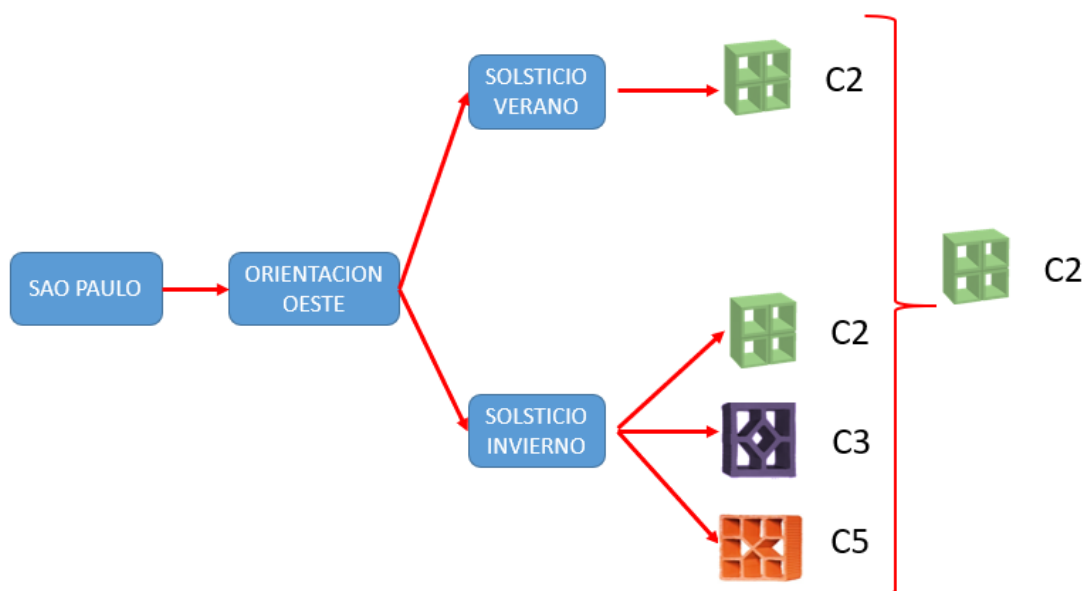
**Figura 193-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación oeste, como lo da a conocer la Figura 194, el modelo que más se adecúa es el C2.

**Figura 194-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.



**Fuente:** El autor.

## 5.9 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE TERESINA (lat. 05° 05' - Sur, ZB 7)

### 5.9.1 Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018

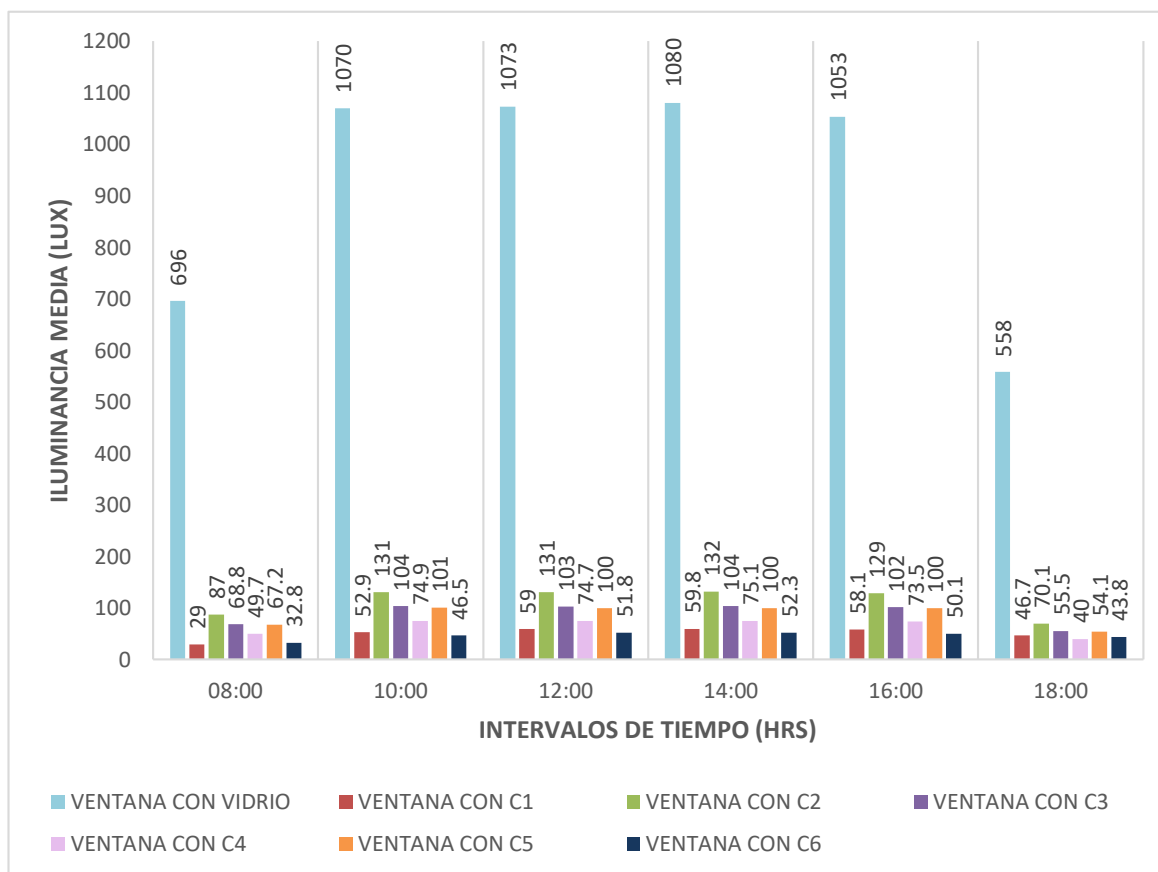
#### 5.9.1.1 Orientación Norte

Las simulaciones realizadas para la ciudad de Teresina, en la orientación norte, del solsticio de verano, tal como lo dan a conocer la Figura 195 y Tabla 78, demostrando que el caso CR, presenta niveles elevados de iluminancia en todos los horarios establecidos para este análisis.

Analizando las simulaciones referentes a los modelos de cobogó, estas revelan que los casos C1, C4 y C6, no presentan en ninguno de los horarios simulados, niveles de iluminancia adecuados y con relación a lo establecido por norma.

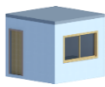
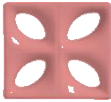


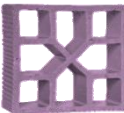

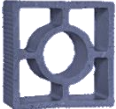
Por otra parte, los modelos C2, C3 y C5, presentan adecuados niveles de iluminancia solamente en los horarios de 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, mientras que en los horarios de 8:00 de la mañana y 18:00 de la tarde, los niveles de iluminancia son inferiores a los 100 lux.

**Figura 195-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor.

**Tabla 78-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte

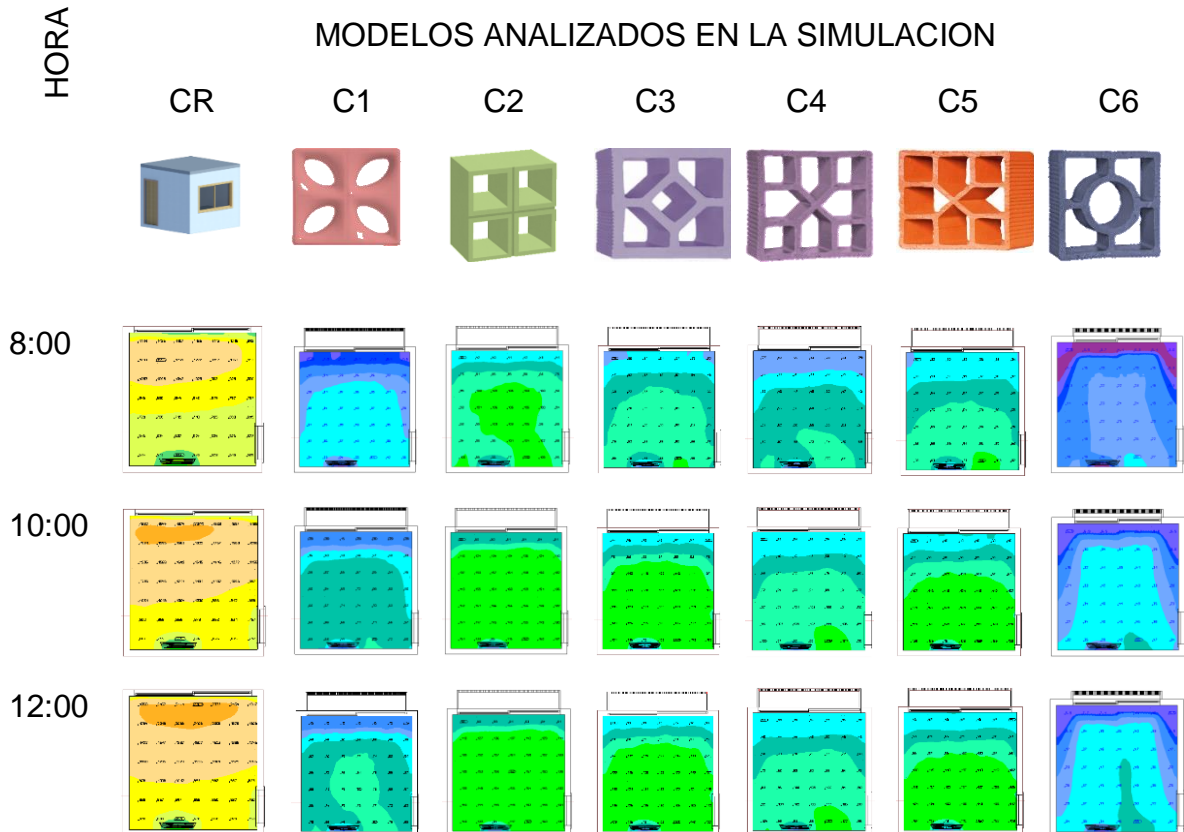
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
18:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆

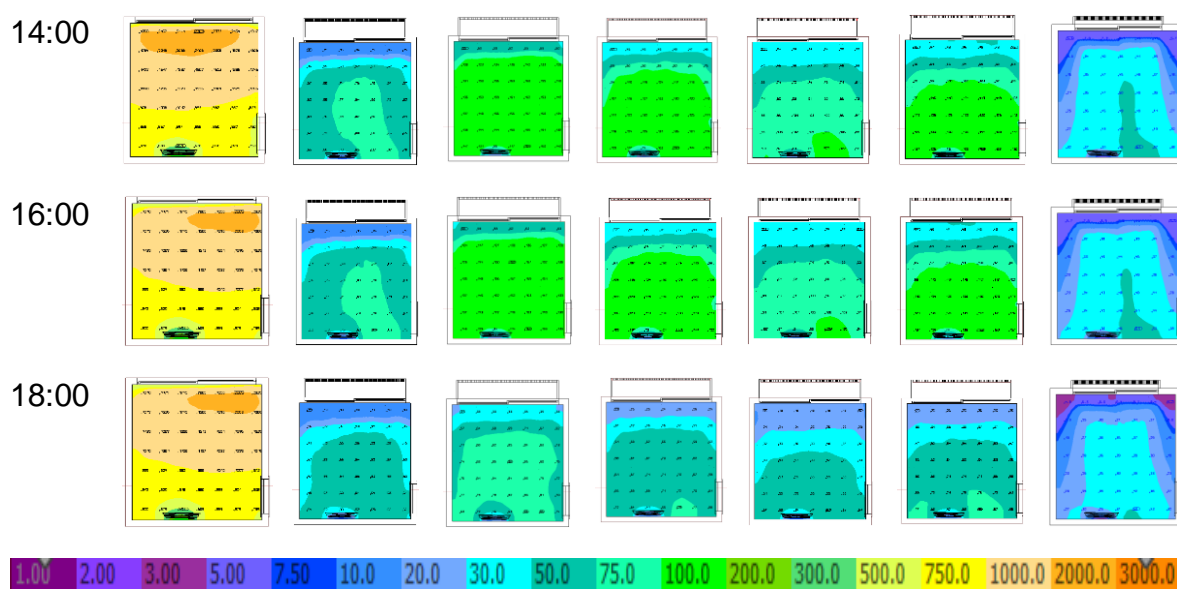
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Con relación a la uniformidad, la Figura 196, representa la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación norte y como puede visualizarse los casos C2, C3 y C5, son los que mejor distribución y uniformidad presenta de iluminación en el ambiente analizado.

**Figura 196-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.





Fuente: El autor.

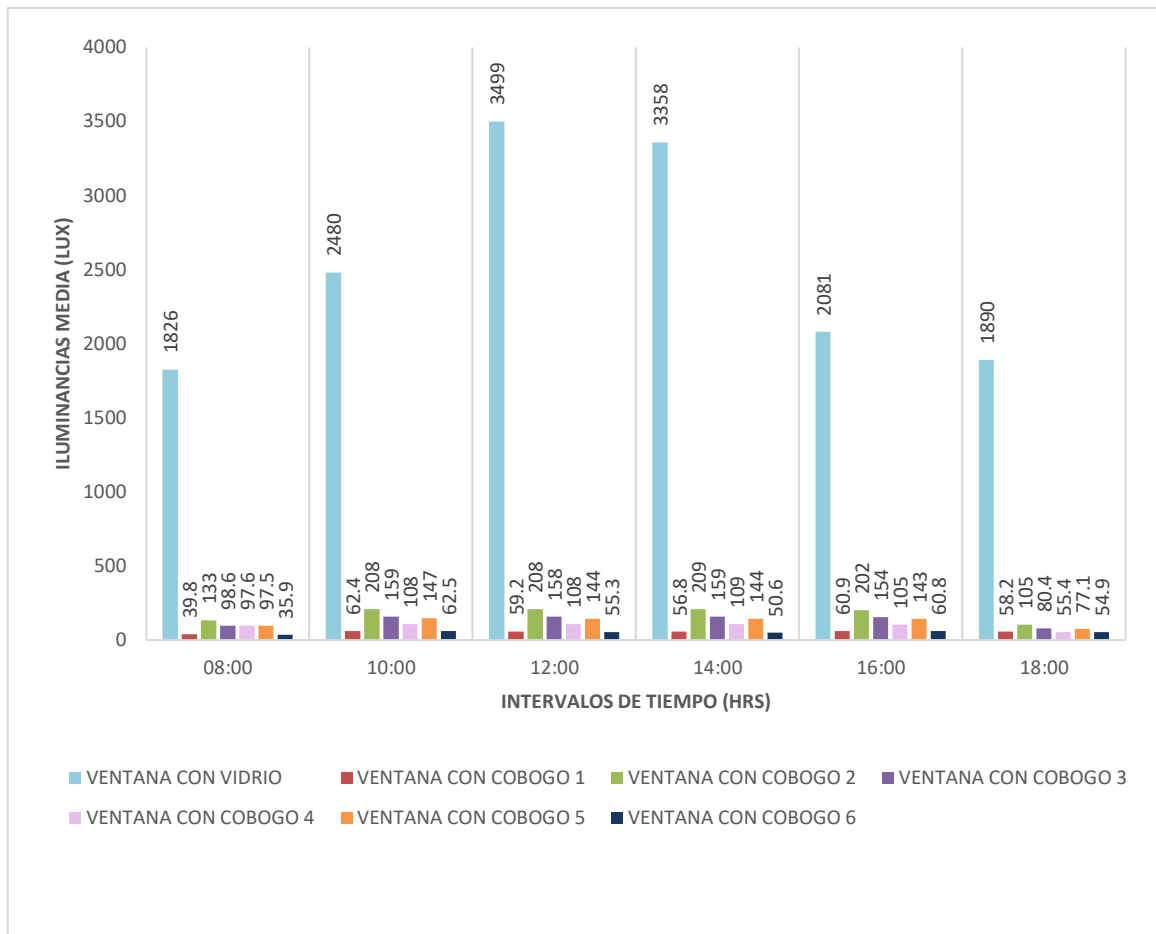
### 5.9.1.2 Orientación Sur

Al analizar las simulaciones computacionales, en la orientación sur, para la ciudad de Teresina, estas nos reflejan, como se observa en la Figura 197 y Tabla 79, que el caso CR, presenta niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, esto hará que el usuario del ambiente, presente incomodidad con el deslumbramiento y malestar.

Con relación a los modelos con cobogó simulados, estos, nos dan a conocer que, los casos C1 y C6, arrojan niveles de iluminancia inferiores a los requeridos, en todos los horarios definidos para las simulaciones realizadas.

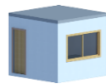
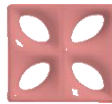


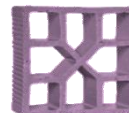


Siguiendo con el análisis de los casos con cobogó, vemos que los modelos C3, C4 y C5, presentan niveles de iluminancia adecuados a los requeridos por norma a partir de las 10.00 de la mañana hasta las 16:00 horas, pues a las 8:00 de la mañana y 6:00 de la tarde los niveles de iluminancia son inferiores a lo requerido por norma. Mientras que el caso C2, presenta niveles adecuados con relación a los 100 lux en todos los horarios dispuestos para la simulación, haciendo con que este modelo sea el recomendado para esta orientación en la ciudad de Teresina.

**Figura 197-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

**Tabla 79 -** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	✓	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	✓	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	✓	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	✓	✓	❖
18:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖

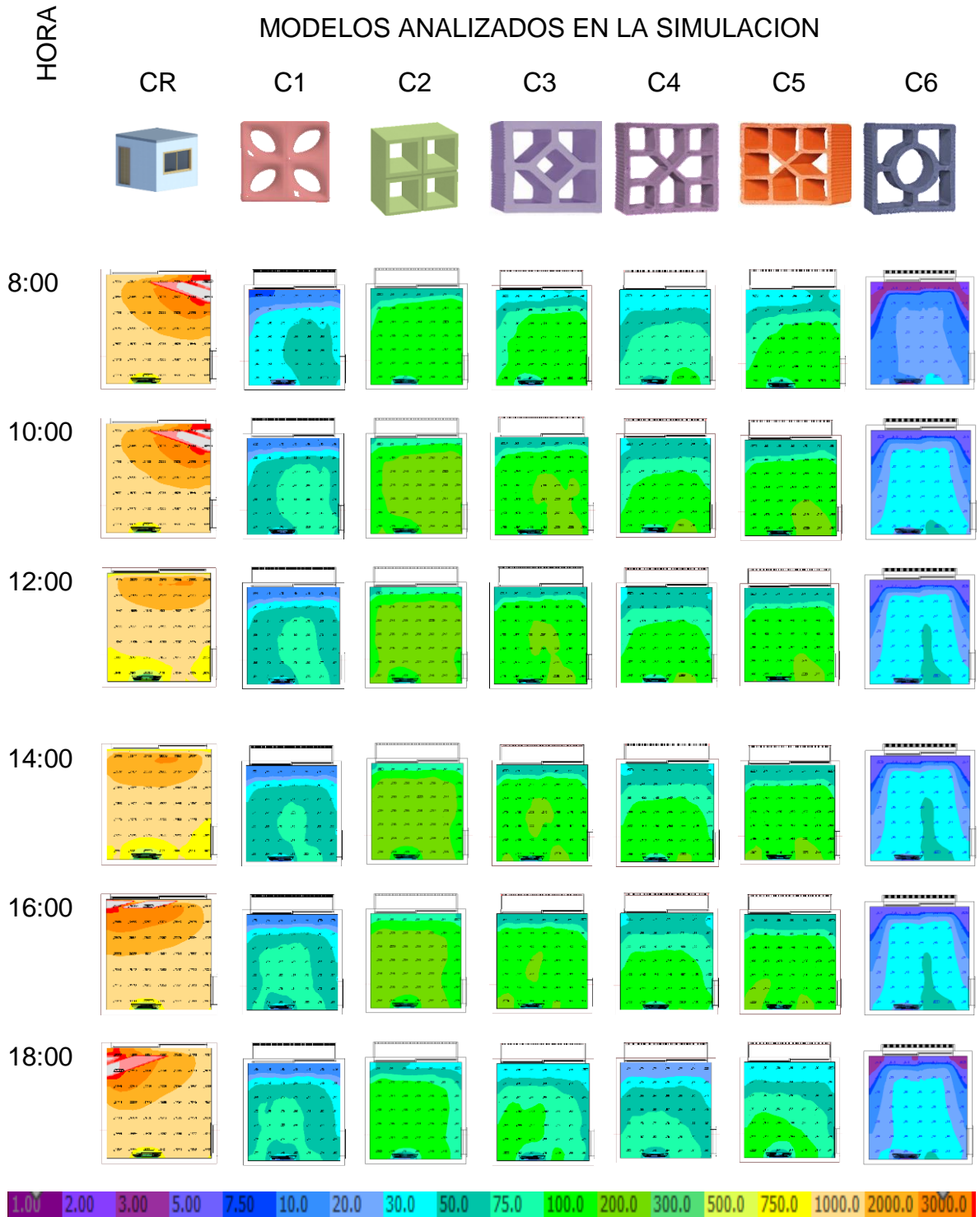
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Para la uniformidad y distribución del ambiente, la Figura 198, da a conocer que el caso C2, presenta una uniformidad homogénea en todo el ambiente interno, seguido de los casos C3, C4 y C5, esto hace que los usuarios obtengan confort

en toda la sala, mientras que si analizamos el caso CR, este presentan una distribución de iluminación no uniforme, haciendo con que los niveles superiores de iluminancia, se encuentren en el espacio cerca de la pared donde está proyectada la ventana, ocasionando de esta manera malestar y ofuscamiento en el usuario.

**Figura 198-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.



Fuente: El autor.

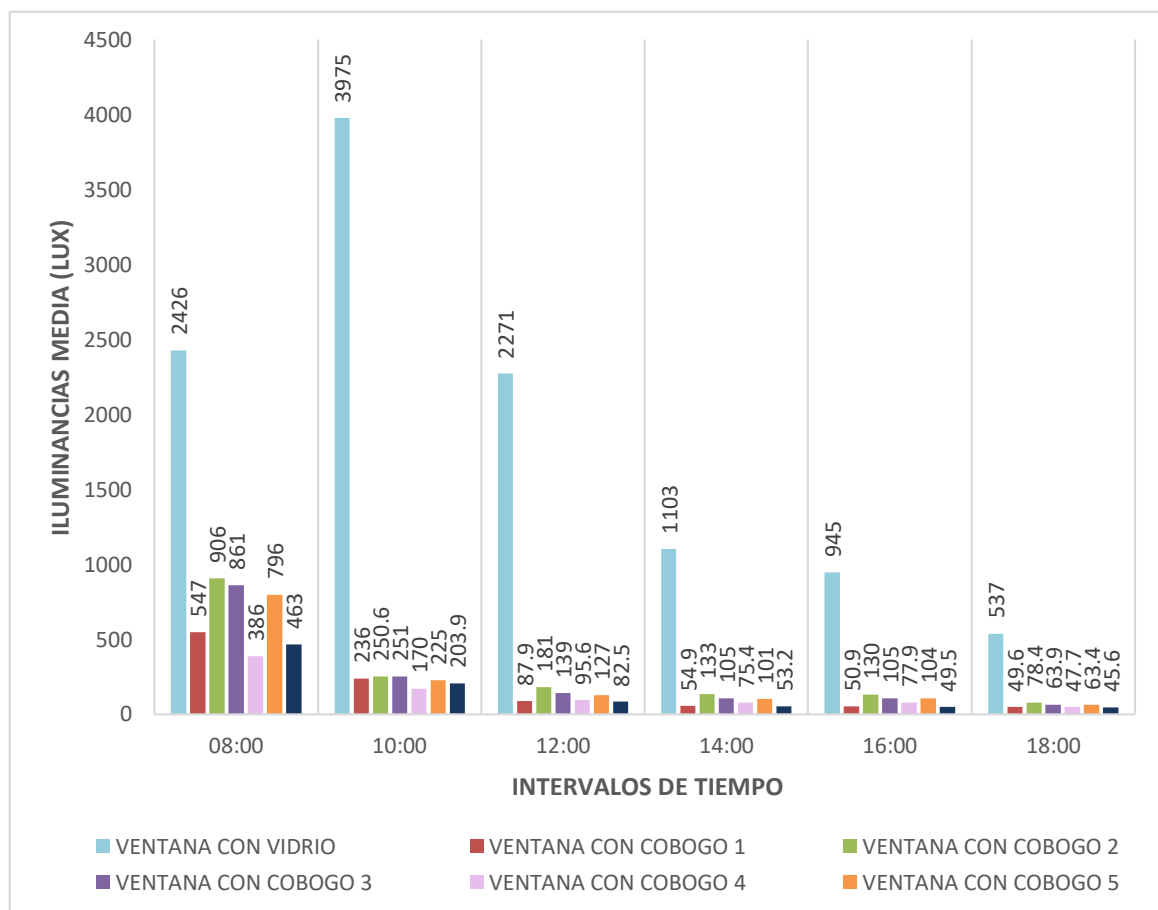
### 5.9.1.3 Orientación Este

Al analizar la Figura 199 y la Tabla 80, podemos observar que el modelo CR, presenta niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, niveles superiores especialmente en el horario de la mañana de 10:00 a 12:00 del mediodía.

Para contrarrestar estos niveles, fueron simulados casos con la utilización de modelos de cobogós, de tal forma, las simulaciones dan a conocer que en el horario de las 8: 00 de la mañana, todos los modelos analizados presentan niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, pero que si comparándolo con el modelo CR, estos disminuyen los niveles de iluminancia considerablemente. Ya a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, los modelos C2, C3 y C5, presentan niveles de iluminancia adecuados y en concordancia con los 100 lux que se requieren para una buena iluminación.

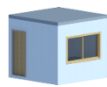



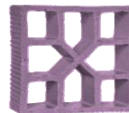
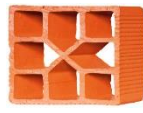

Sin embargo, los modelos C1, C4 y C6, solo presentan adecuados niveles de iluminancia en el horario de las 10: 00 de la mañana, ya que en el horario de las 12:00 del mediodía hasta las 18:00 horas los niveles de iluminancia son inferiores a los establecidos por norma. De esta forma los modelos recomendados para esta orientación, en la ciudad de Teresina son los casos C2, C3 y C5.

**Figura 199-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 80-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	●	●	●	●	●	●
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
18:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆

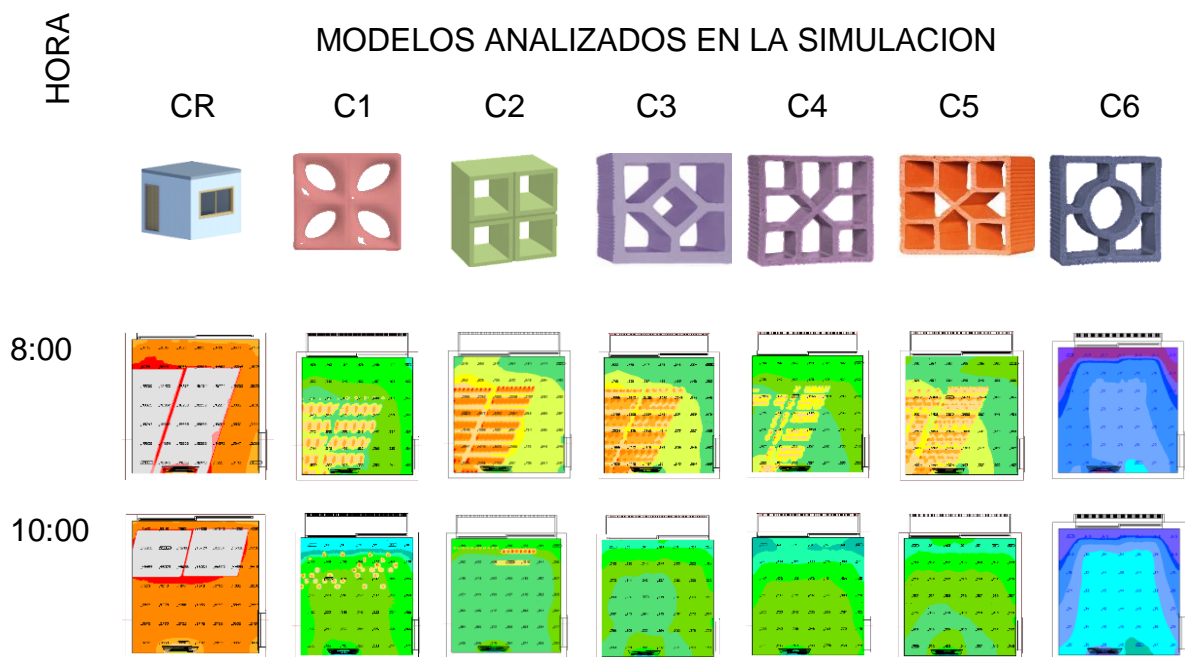
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

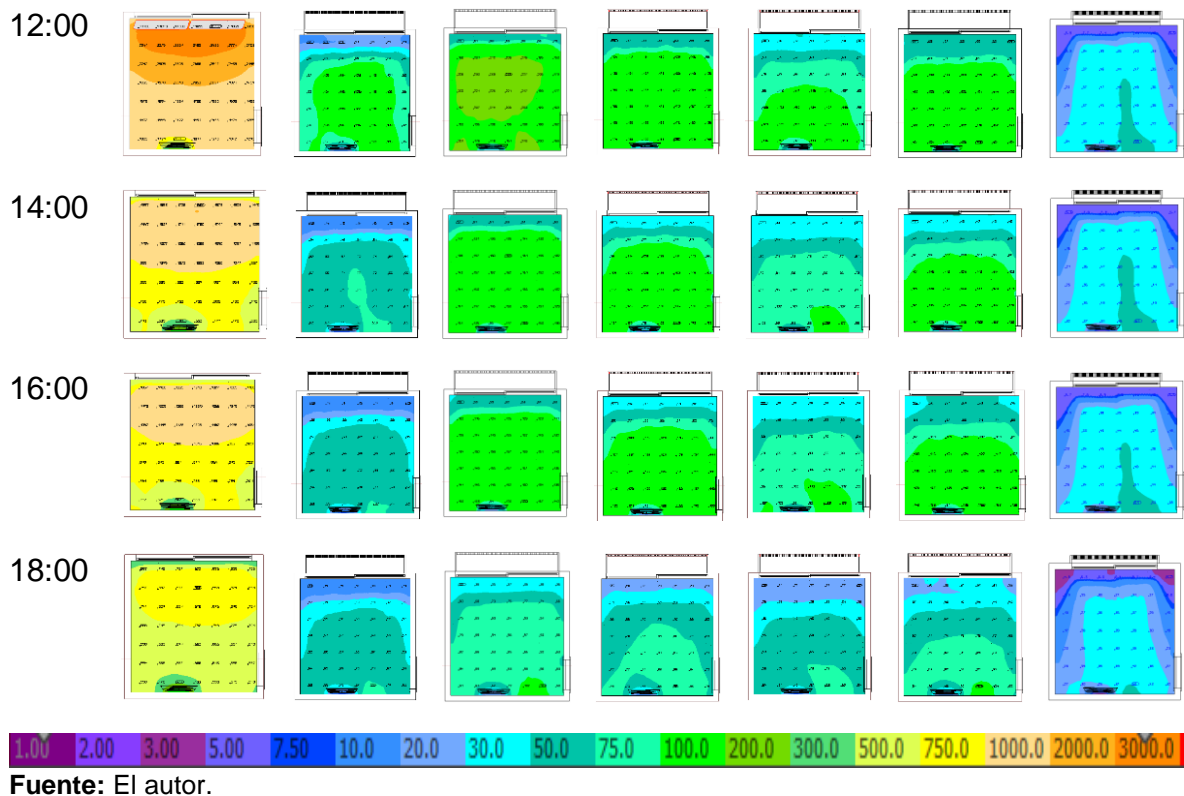
**Fuente:** El autor.

Analizando la uniformidad y distribución de la iluminación natural dentro del ambiente, en la Figura 200, se observa que efectivamente, el caso CR, la distribución de la luz dentro del ambiente no es adecuada, haciendo con que en el espacio donde se encuentra proyectada la ventana, los niveles de iluminancia sean superiores y por consiguiente el nivel de deslumbramiento también.

Sim embargo si visualizamos la distribución de los modelos C2, C3 y C5, la distribución de la luz es homogénea haciendo con que en todo el ambiente interno la luz llegue de manera uniforme sin ocasionar malestar alguno en el usuario.

**Figura 200-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.





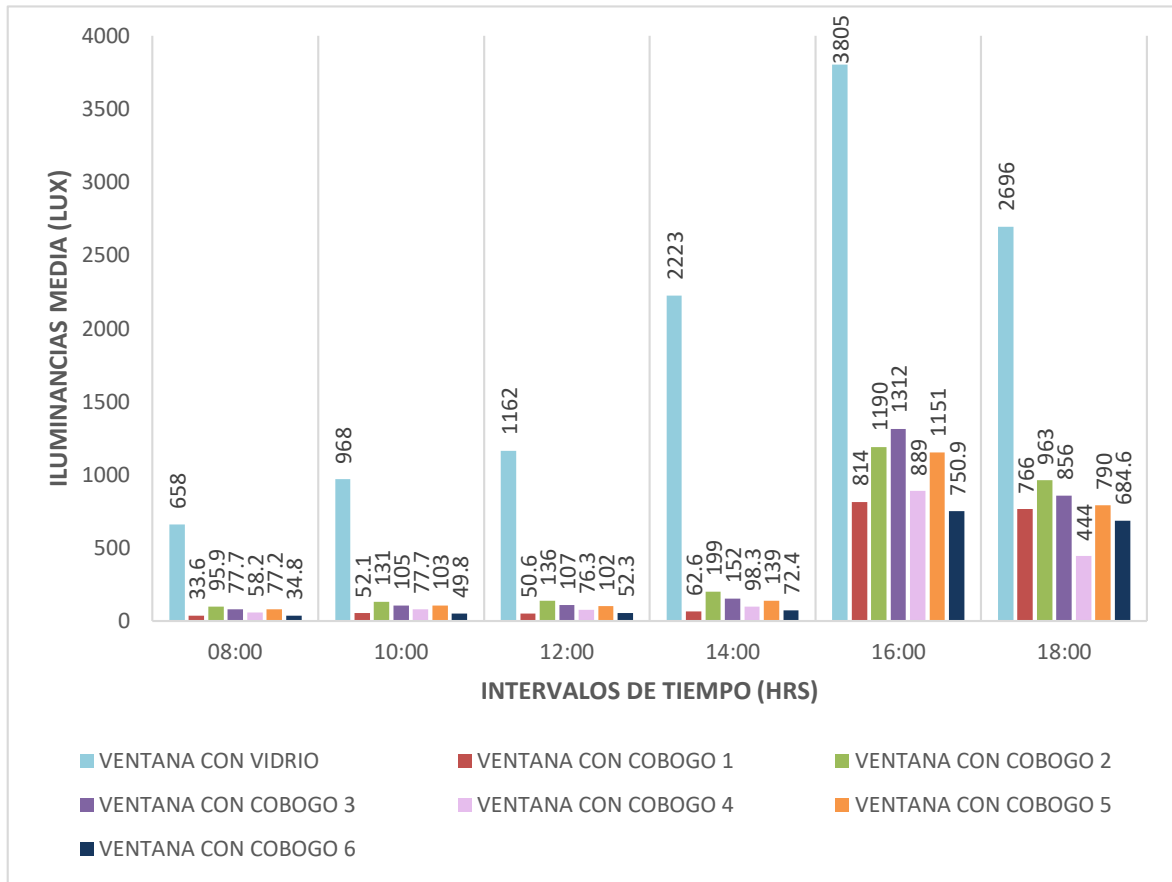
#### 13.1.1.4 Orientación Oeste

Al evaluar la orientación oeste, en el verano, la Figura 201 y la Tabla 81, dan a conocer que el caso de referencia CR, presenta niveles muy elevados de iluminancia, especialmente en el horario de las 14:00 hasta las 18:00 horas.

Al simular el mismo ambiente, pero ya con la utilización de elementos de protección solar, como es el caso de los cobogós, podemos observar que todos los modelos analizados (C1, C2, C3, C4, C5, C6), reducen los niveles de iluminancia en relación al caso CR, sin embargo, todos los modelos en el horario de las 16:00 hasta las 18:00 horas, presentan niveles superiores de iluminancia con relación a los 100 lux.

Siguiendo con el análisis, los cobogós C1, C4 y C6, presentan niveles inferiores a los 100 lux en los horarios de 8:00 de la mañana hasta las 14:00 horas. Ya los cobogós C2, C3 y C5 presentan adecuados niveles de iluminancia, en los horarios de 8:00 de la mañana hasta las 14:00 horas.

**Figura 201-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



Fuente: El autor.

**Tabla 81-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	✓	●	●	●	●	●
18:00	●	●	●	●	●	●	●

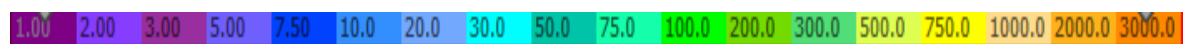
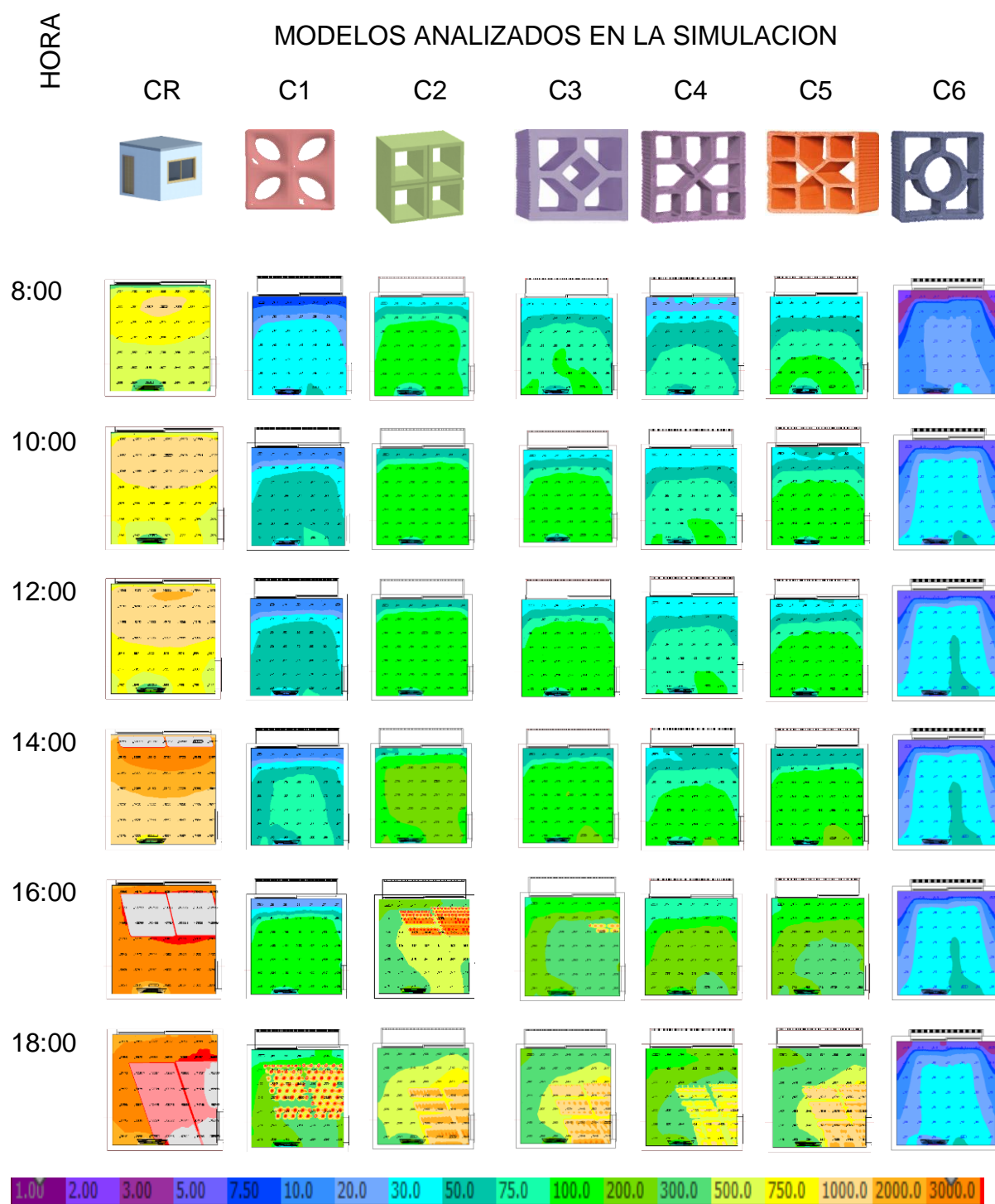
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

La Figura 202, es un resumen utilizando la técnica de colores, estas representan la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación oeste. En consecuencia, como los demuestran los análisis presentados, en la ciudad de Teresina, en la orientación oeste, es recomendable utilizar el tipo de cobogó C2, C3 y C5, ya que estos presentan

adecuados niveles de iluminancia, acordes con lo establecido por las normas consultadas. Además de presentar en todo el ambiente interno una adecuada distribución y uniformidad de la iluminación natural.

**Figura 202-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



Fuente: El autor

## 5.9.2 Solsticio de Invierno + 1 día = 22/06/2018

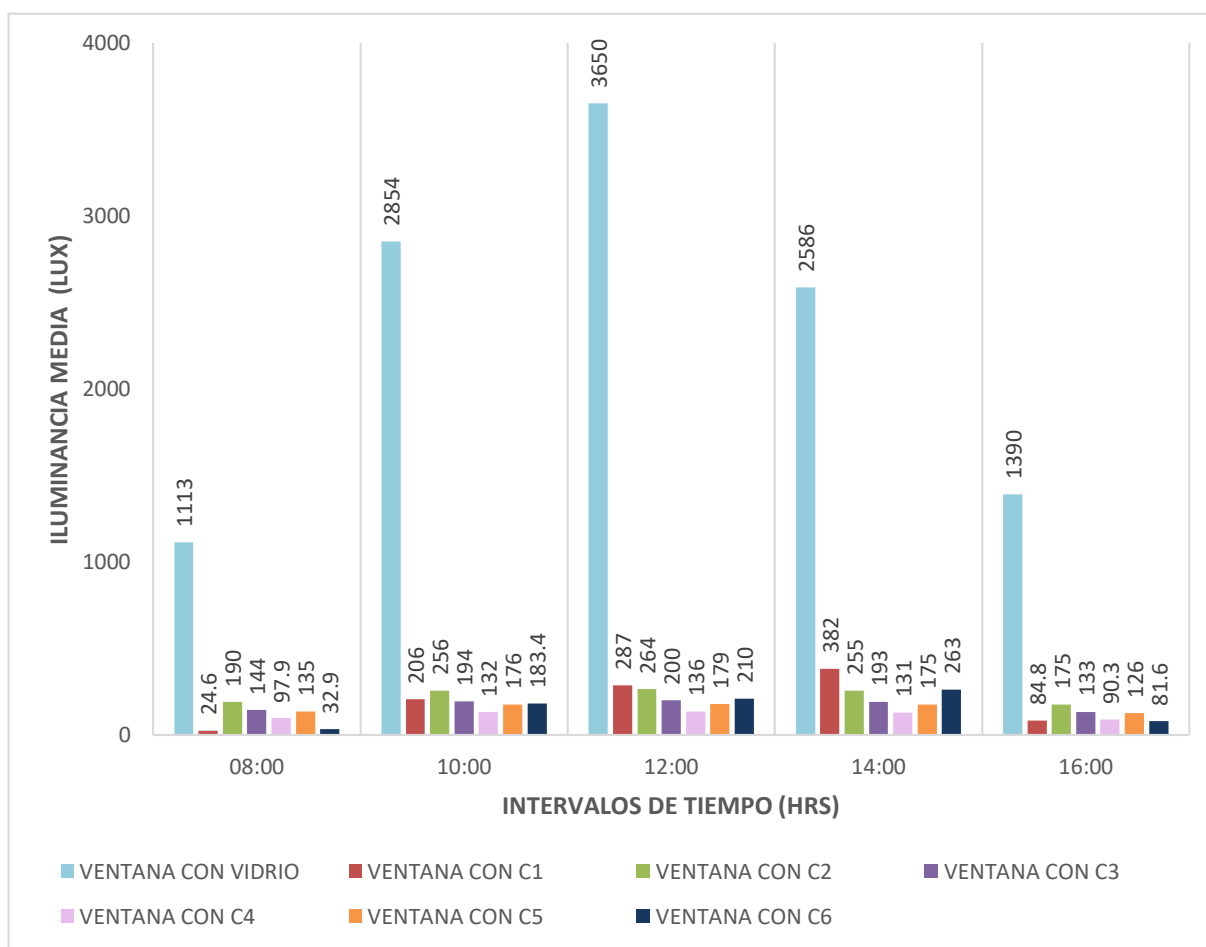
### 5.9.2.1 Orientación Norte

En la ciudad de Teresina, las simulaciones realizadas, tal como lo demuestra la Figura 203 y Tabla 82, dan a conocer que el caso CR, en todos los horarios simulados, presenta niveles superiores a los establecidos por norma.

Por otra parte, las simulaciones realizadas para los casos con la utilización de cobogós, demuestran que los casos C1, C4 y C6, presentan niveles adecuados a los requeridos por norma (100 lux), en los horarios de 10:00 de la mañana, hasta las 2:00 de la tarde, ya en los horarios de 8:00 de la mañana y 4:00 de la tarde los niveles de iluminancia son inferiores a los 100 lux.

Por último, los casos C2, C3 y C5, presentan en todos los horarios simulados, niveles de iluminancia adecuados a los establecidos por norma, para este tipo de ambiente.

**Figura 203-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 82-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	◆
12:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	◆
14:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆

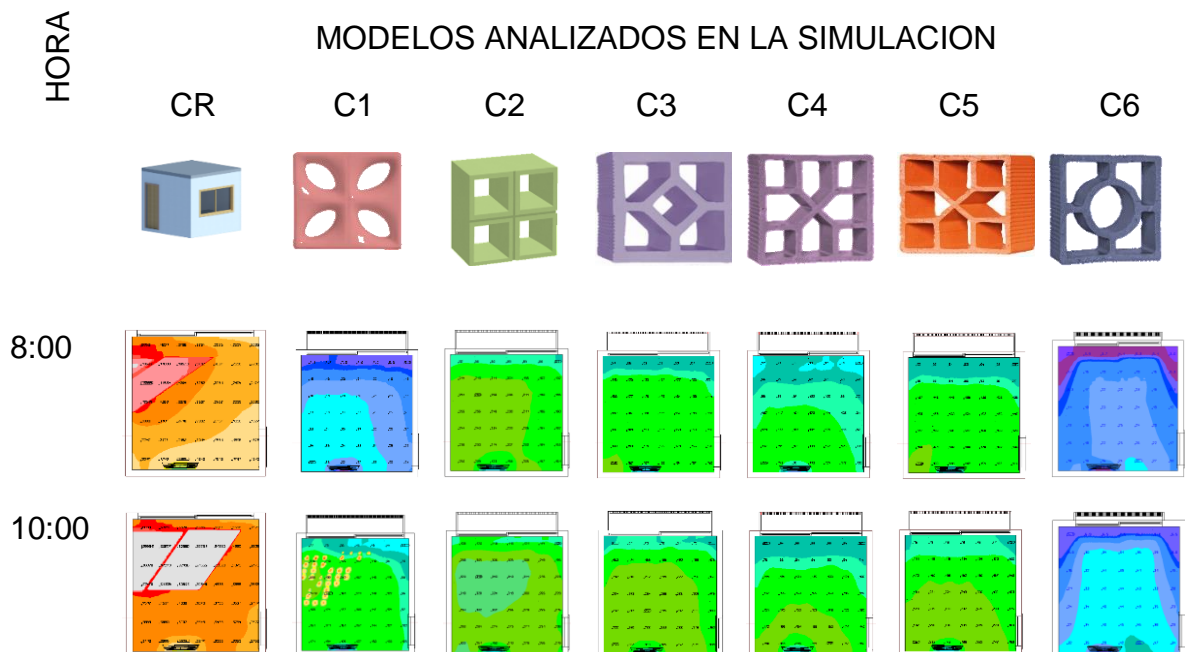
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

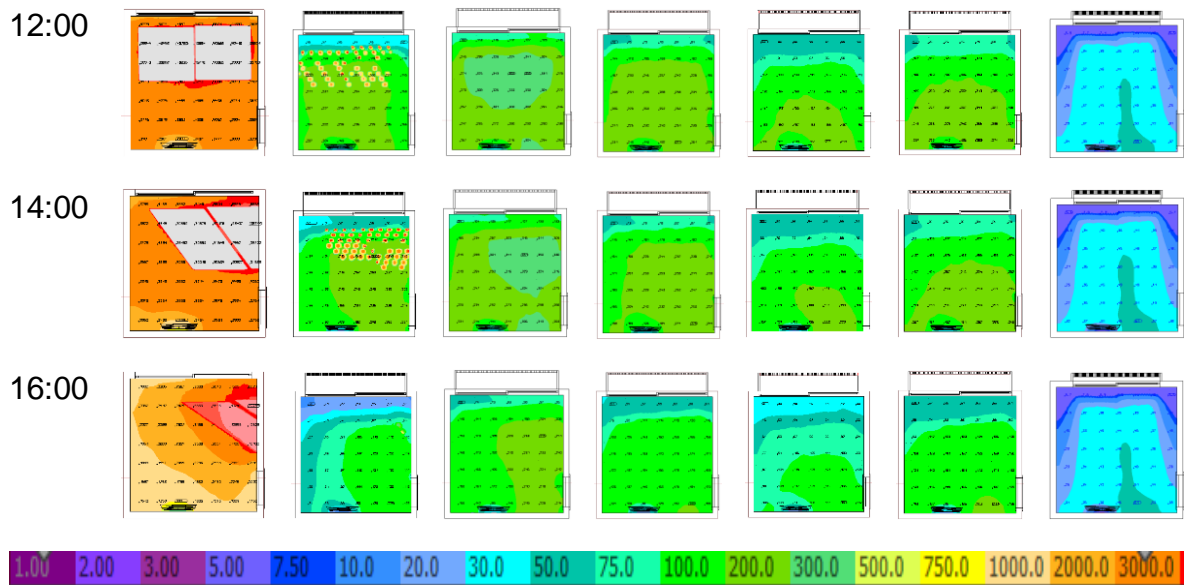
**Fuente:** El autor.

Con respecto a la distribución y uniformidad de la iluminación, la Figura 204, nos da a conocer que el caso CR, presenta una uniformidad dispersa y no homogénea en el ambiente interno, sobre todo en el espacio donde está proyectada la ventana, ocasionando de esta forma ofuscamiento y malestar en el usuario.

Por otra parte, al evaluar la uniformidad de los modelos con cobogó, podemos percibir que, el que mejor presenta una uniformidad homogénea, es los casos C2, C3 y C5, pues este modelo distribuye, adecuadamente la iluminación natural dentro del ambiente, haciendo con que los usuarios se encuentren adecuadamente confortables en la sala de estar.

**Figura 204-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.





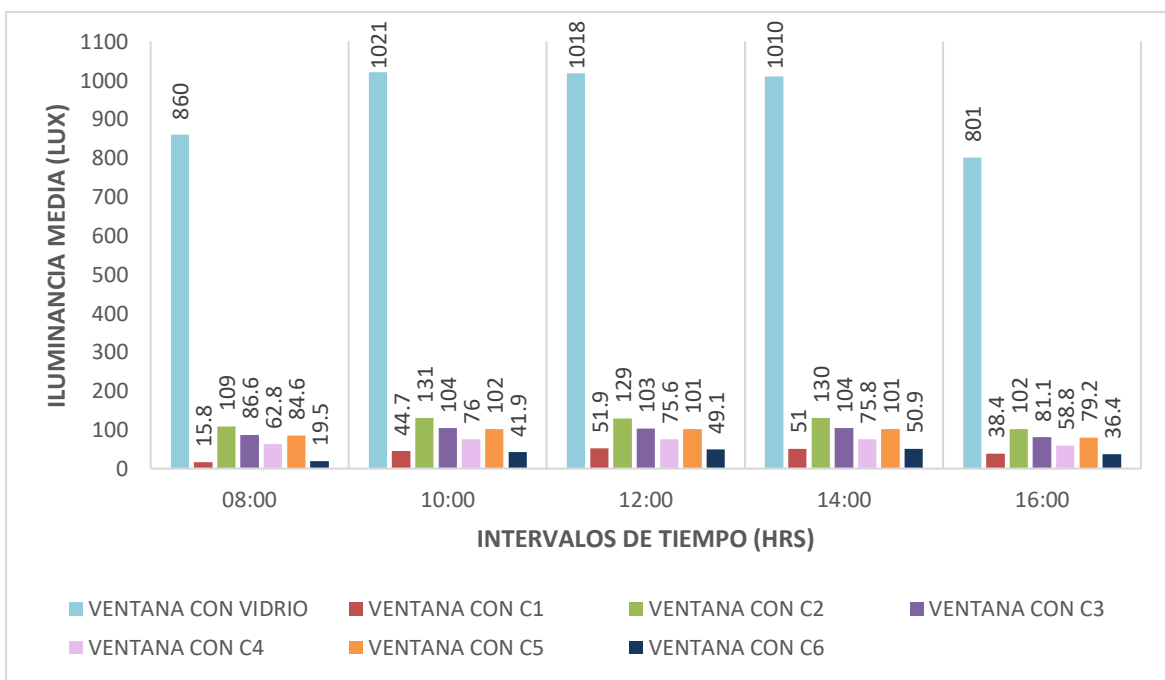
Fuente: El autor.

### 5.9.2.2 Orientación Sur

La Figura 205 y la Tabla 83, nos dan a conocer que los modelos C1, C4 y C6, presentan en todos los usuarios simulados, niveles de iluminancia muy por debajo de lo establecido por norma. Sin embargo los modelos de cobogó C3 y C5 a partir de las 10:00 hasta las 14:00 horas, presentan niveles adecuados de iluminancia.

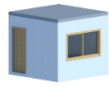
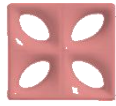





Por otro lado, el modelo de cobogó, C2 es el único caso que presenta, en todos los horarios simulados, niveles de iluminancia adecuados a los establecidos por norma.

Figura 205- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

**Tabla 83-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	✓	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	◆	◆	◆	◆

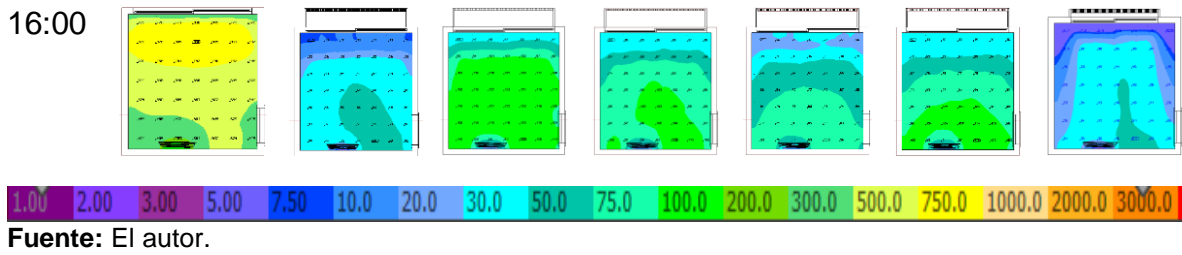
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

La Figura 206, representa la utilización de colores en el ambiente, para determinar el nivel de iluminancia, la uniformidad y la distribución de la iluminación en la sala estar. De esta forma, se observa que el modelo de cobogó C2, presentan una buena distribución de iluminación en la sala, seguido de los modelos C3 y C5; ya los otros modelos la uniformidad no es constante.

**Figura 206-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.





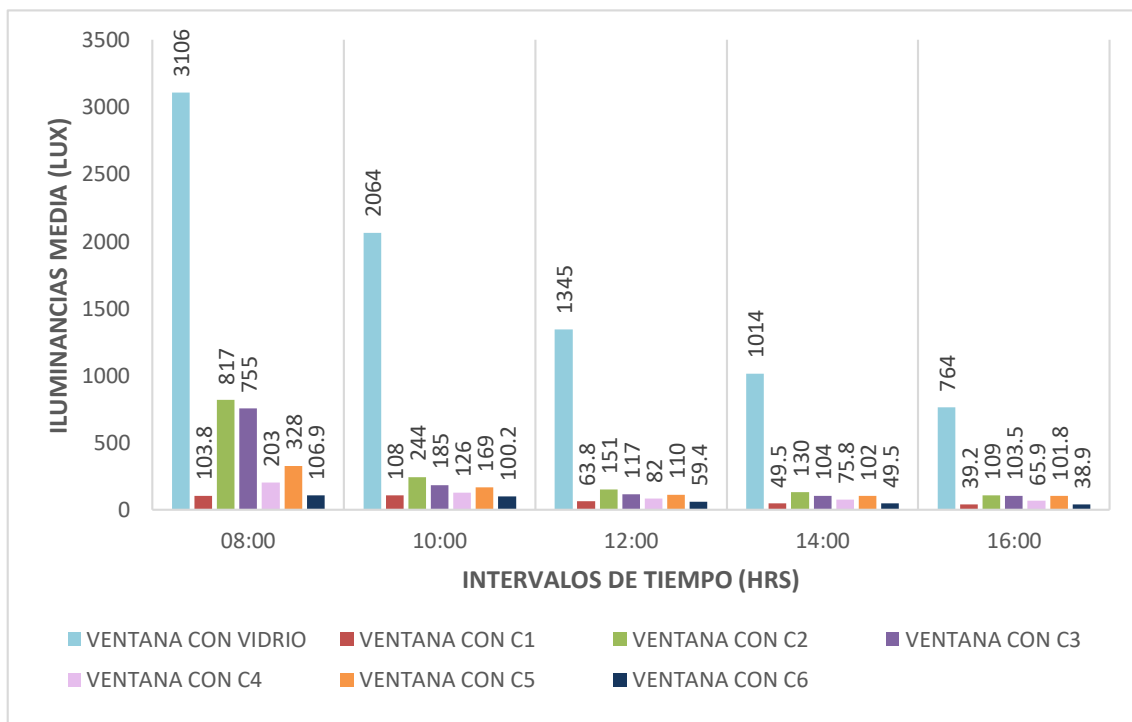
5.9.2.3 Orientación Este

Según la Figura 207 y la Tabla 84, las simulaciones computacionales para el solsticio de invierno con respecto a la orientación este, demuestran que los niveles de iluminancia analizados en los horarios determinados del caso CR, son elevados, comparándolos con los niveles medios establecidos por norma, especialmente en los horarios de 8.00 de la mañana a 12:00 del día.

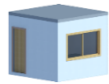
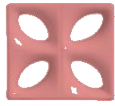


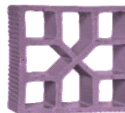
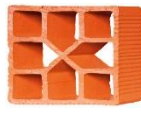

Con respecto a las simulaciones realizadas a los modelos con cobogó, se concluye que los modelos C1, C4 y C6, presentan niveles adecuados de iluminancia solo a partir de las 8: 00 de la mañana hasta las 10:00 de la mañana, pues a partir de las 12:00 del mediodía hasta las 16:00 horas, los niveles de iluminancia son inferiores a los establecidos por norma.

Los casos C2, C3 y C5, dan a conocer que, en el horario de las 8.00 de la mañana, los niveles de iluminancia son superiores a los 100 lux, mientras que a partir de las 10: 00 de la mañana hasta las 16:00 horas, los niveles de iluminancia son adecuados, permitiendo de esta manera la distribución de la luz en todo el ambiente.

Figura 207- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.



**Tabla 84-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este

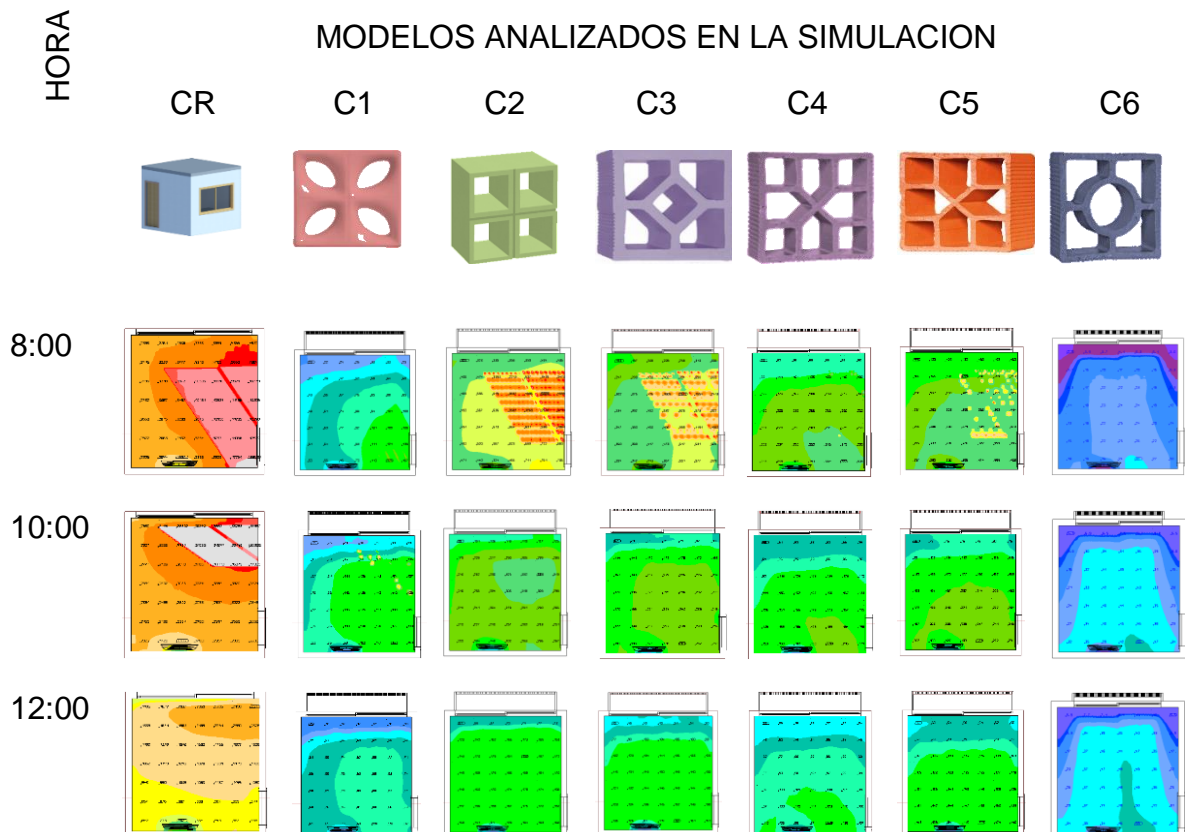
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	✓	●	●	✓	●	✓
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆

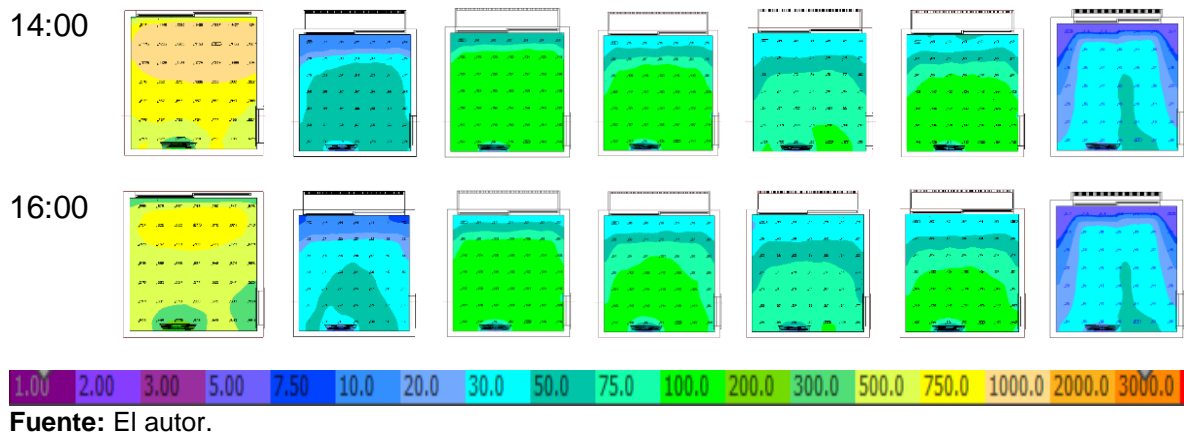
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Con respecto a la uniformidad, la Figura 208, representa una visualización por medio de colores, estas a su vez dan a conocer que los modelos C2, C3 y C5, presentan una adecuada distribución, de la iluminación natural en el ambiente interno, pues el caso CR, presenta una distribución inadecuada de la iluminación, pues como se percibe en la figura 171, la concentración de luz está en el espacio donde se ha proyectado la ventana, haciendo con que el ambiente interno se genere ofuscamiento en el usuario.

**Figura 208-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.



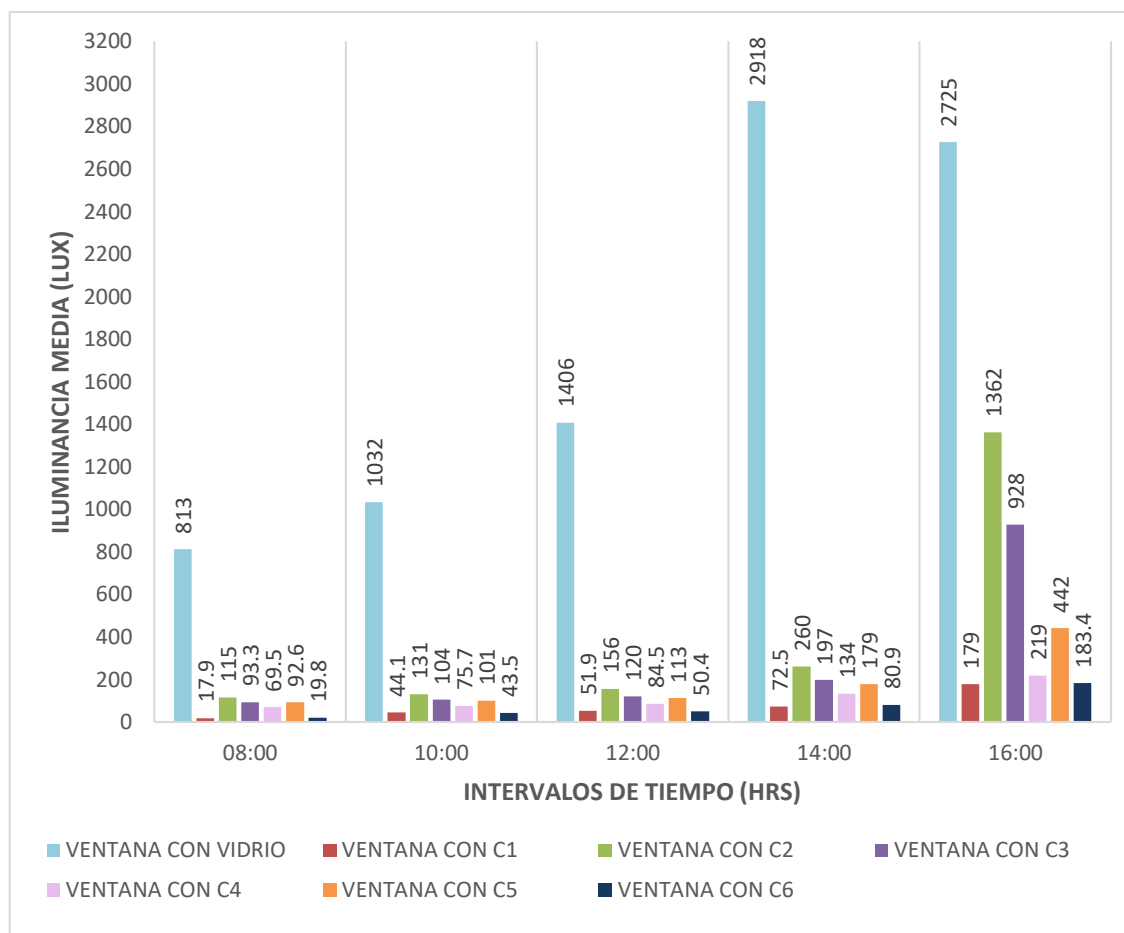


#### 5.9.2.4 Orientación Oeste

Las simulaciones computacionales, para la orientación oeste en la ciudad de Teresina, tal como se observa en la Figura 209 y Tabla 85, dan a conocer que el caso CR en todos los horarios analizados el nivel de iluminancia media es elevado en consideración con los niveles recomendados, más aún en los horarios de 14:00 a 16:00 horas.

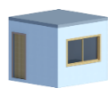





Sin embargo, analizando los modelos con cobogó, se observa que el caso C3 y C5, presenta niveles adecuados de iluminancia, a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas. Ya los demás casos (C1, C4 y C6), los niveles de iluminancia son inferiores a los requeridos por norma, en los horarios de 8:00 de la mañana hasta las 14:00 horas, pues solo en el horario de las 16:00 horas los niveles son adecuados.

Por último, el caso C2, presenta niveles adecuados de iluminancia de 8:00 de la mañana a 14:00 horas, ya a las 16:00 horas el nivel de iluminancia es superior a los 100 lux. De esta forma este tipo de modelo de cobogó se convierte en el modelo más adecuado para esta orientación.

**Figura 209-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.

Fuente: El autor.

**Tabla 85-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	✓	✓	❖
16:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓

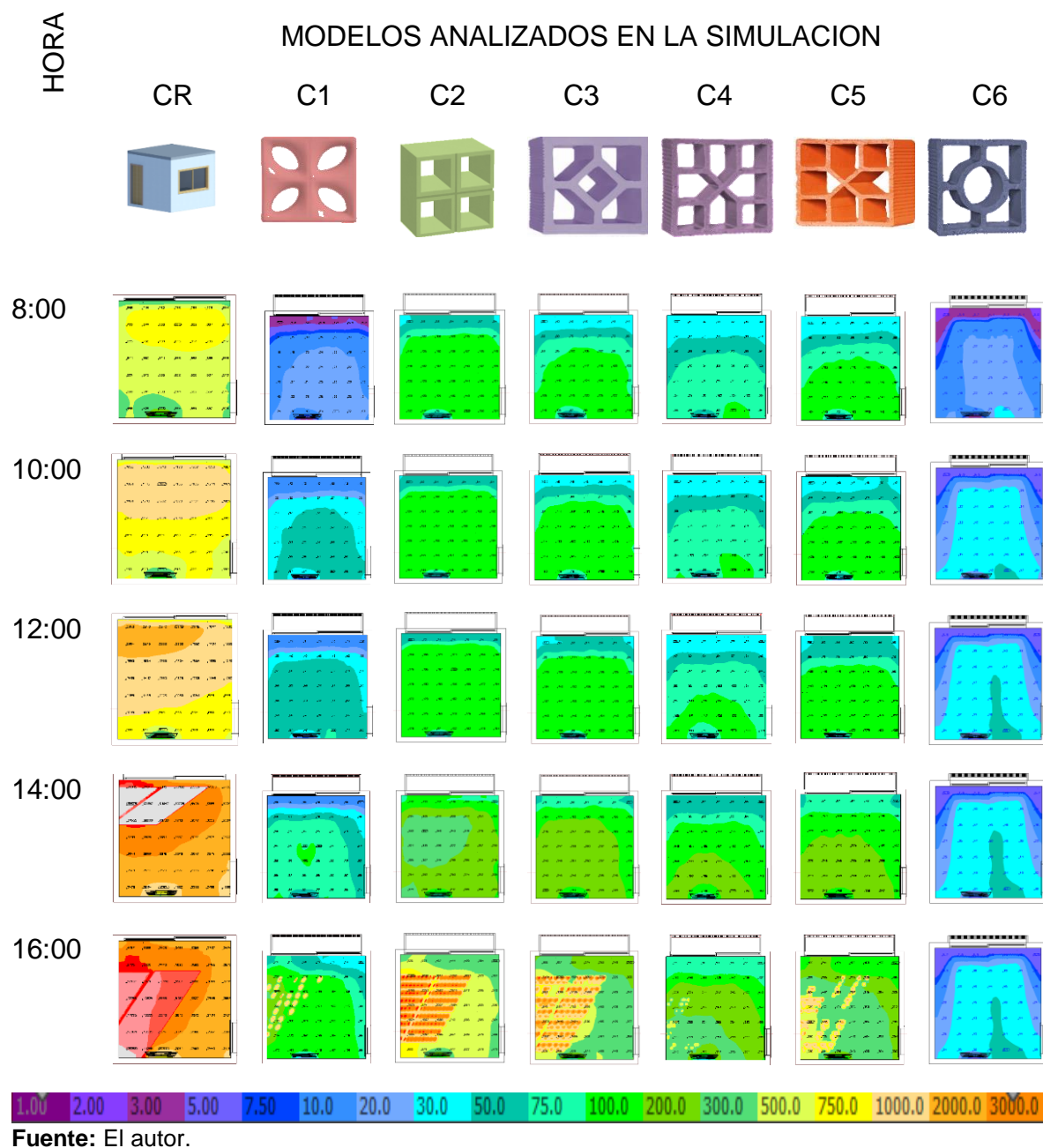
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

De la misma manera, en la Figura 210, se observa que efectivamente el modelo C1, presenta, una mejor uniformidad de iluminación, dentro del ambiente interno, seguido están los modelos de cobogó C3 y C5, pues estos modelos arquitectónicos distribuyen homogéneamente la iluminación haciendo con que el

usuario que este en el interior sienta niveles de confort adecuados.

**Figura 210-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



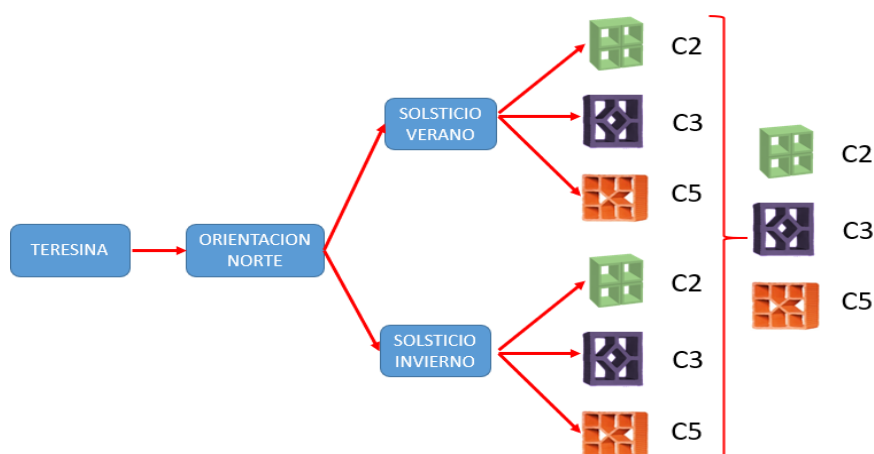
Fuente: El autor.

### 5.9.3 Resumen del análisis para la ciudad de Teresina (lat. 05° 05' - Sur, ZB 7)

Después de haber analizado cada una de las simulaciones se concluye que:

En la orientación norte, tanto para el invierno como para el verano, tal como lo demuestra la Figura 211, el modelo de cobogó que más se adecúa en este tipo de clima, son los modelos C2, C3 y C5.

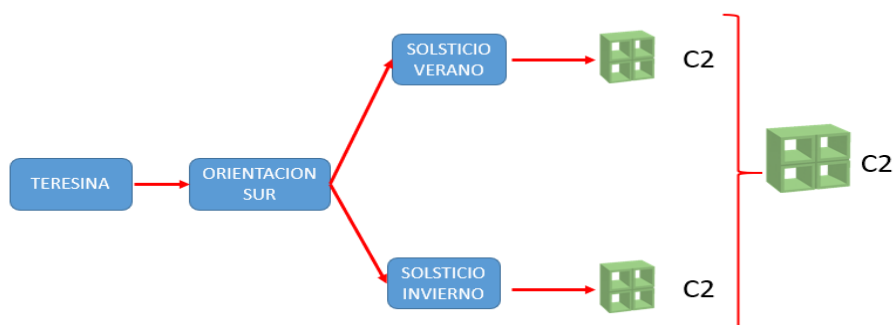
**Figura 211-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.



**Fuente:** El autor.

En la orientación sur, los modelos recomendados (Figura 212) después de haber analizado cada una de las simulaciones, son el modelo de cobogó C2.

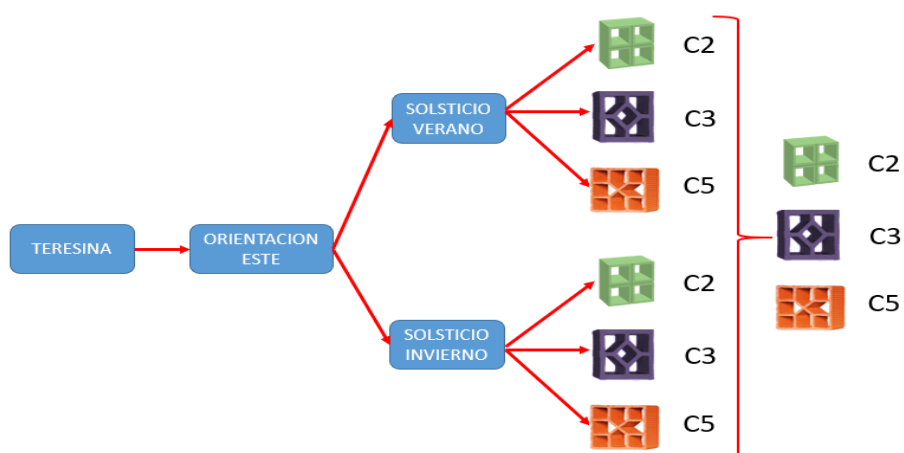
**Figura 212-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación este, como lo da a conocer la Figura 213, los modelos más recomendados son el C2, C3 y C5.

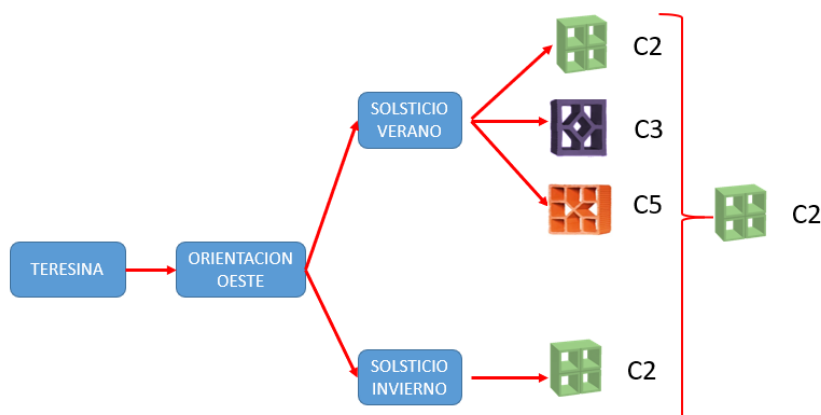
**Figura 213-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación oeste, como lo da a conocer la Figura 214, los modelos más recomendados son el C2.

**Figura 214-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.



**Fuente:** El autor.

## 5.10 ANÁLISIS DEL NIVEL MEDIO DE ILUMINANCIA PARA LA CIUDAD DE VITÓRIA DA CONQUISTA (lat. 14° 51' - Sur, ZB 5)

### 5.10.1 Solsticio de Verano + 1 día = 22/12/2018

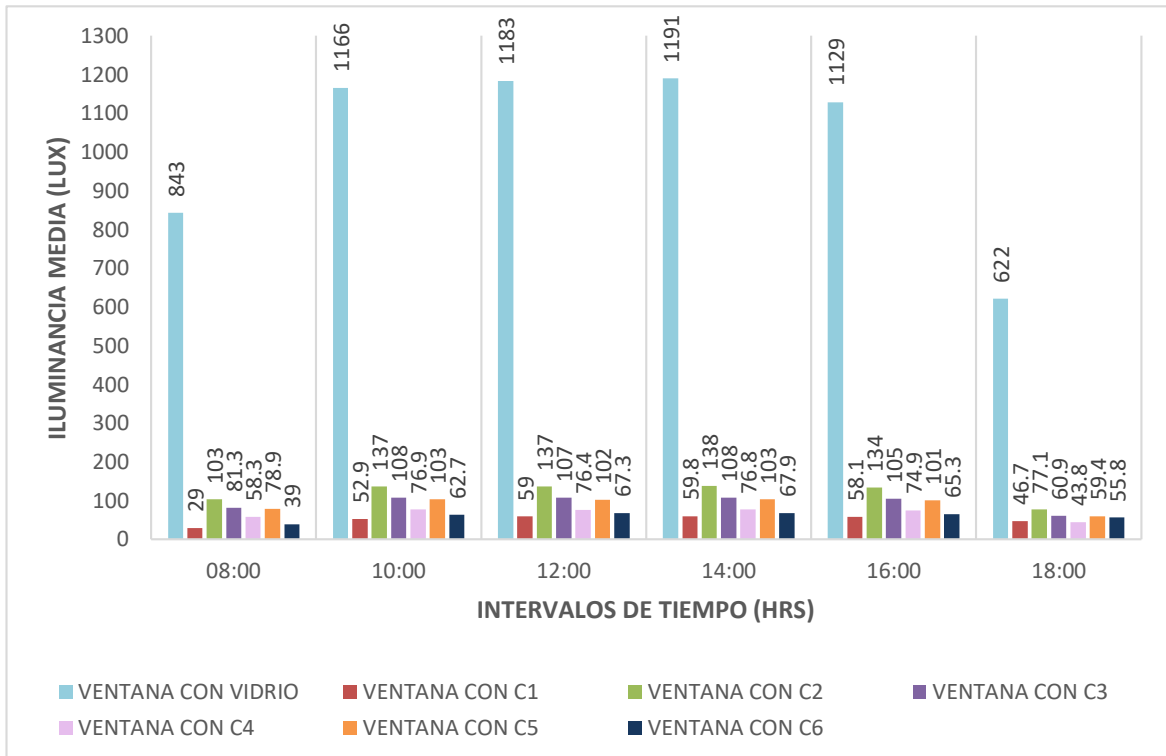
#### 5.10.1.1 Orientación Norte

La simulación realizada para la ciudad de Vitória da Conquista, en la orientación norte, del solsticio de verano, tal como lo dan a conocer la Figura 215 y Tabla 86, demostrando que el caso CR, presenta niveles elevados de iluminancia en todos los horarios establecidos para este análisis.

Analizando las simulaciones referentes a los modelos de cobogó, estas revelan que los casos C1, C4 y C6, no presentan en ninguno de los horarios simulados, niveles de iluminancia adecuados y con relación a lo establecido por norma. Por otra parte, los modelos C3 y C5, presentan adecuados niveles de iluminancia solamente en los horarios de 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, mientras que en los horarios de 8:00 de la mañana y 18:00 de la tarde, los niveles de iluminancia son inferiores a los 100 lux.

Por último, el modelo C2, presenta niveles adecuados de iluminancia de 8:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, ya en el horario de las 18:00 horas los valores de iluminancia disminuyen notablemente, no llegando a los 100 lux. Es así que este modelo de cobogó se convierte en el adecuado para esta orientación.

**Figura 215-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.



Fuente: El autor.

**Tabla 86-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Norte

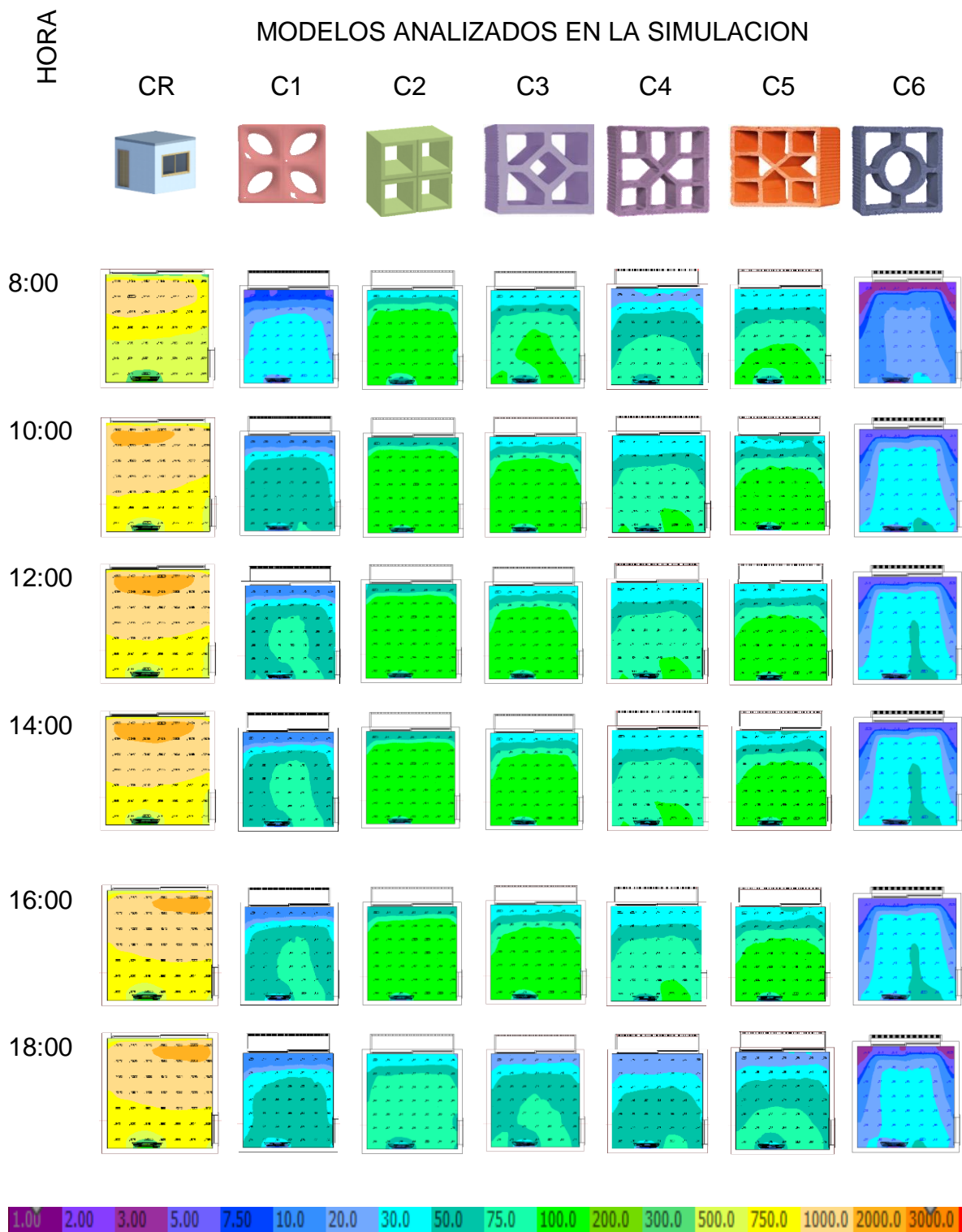
HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖

● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Con relación a la uniformidad, la Figura 216, representa la intensidad luminosa y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación norte y como puede visualizarse, el caso C2 es el que mejor distribución y uniformidad presenta de iluminación en el ambiente analizado.

**Figura 216-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.



5.10.1.2 Orientación Sur

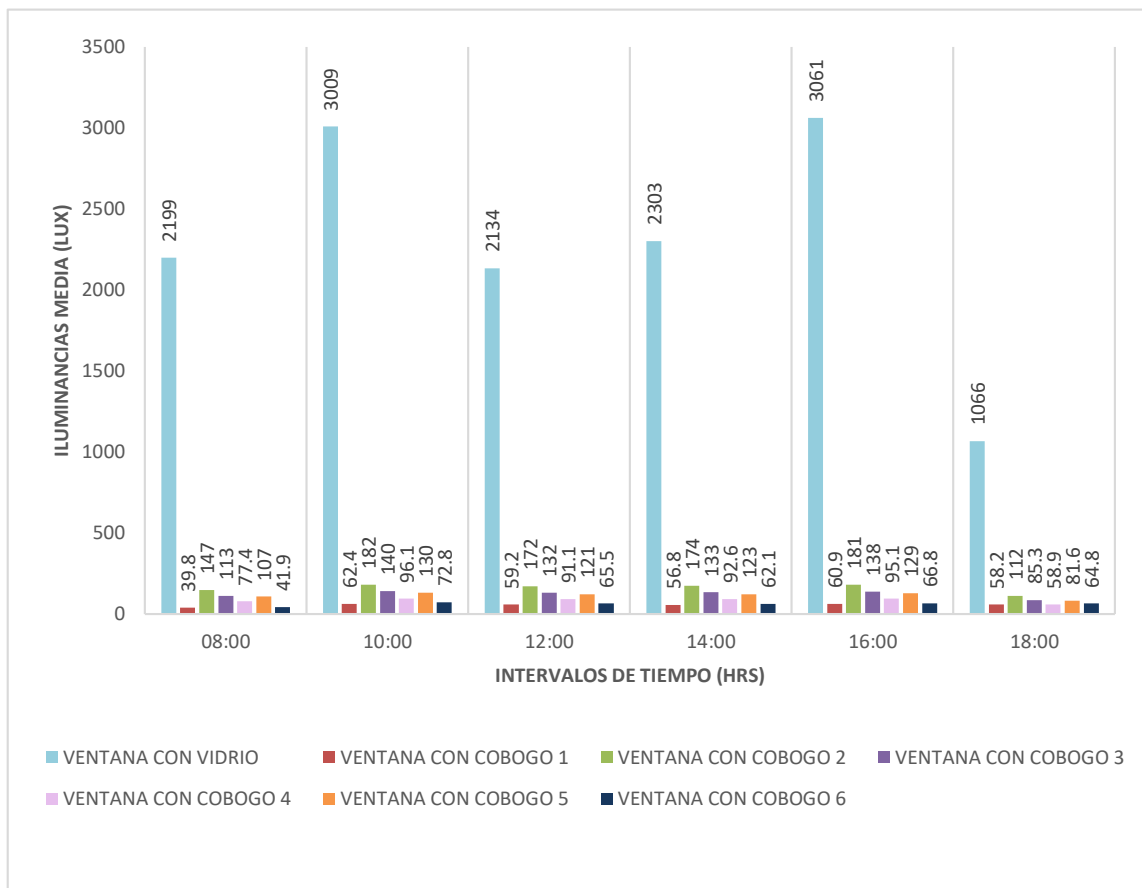
Al analizar las simulaciones computacionales, en la orientación sur, para la ciudad de Vitória da Conquista, estas nos reflejan, como se observa en la Figura 217 y Tabla 87, que el caso CR, presenta niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, esto hará que el usuario del ambiente, presente síntomas de ofuscamiento y malestar.

Con relación a los modelos con cobogó simulados, estos, nos dan a conocer que, los casos C1, C4 y C6, arrojan niveles de iluminancia inferiores a los requeridos, en todos los horarios definidos para las simulaciones realizadas.

Siguiendo con el análisis de los casos con cobogó, observamos que los modelos C3 y C5, presentan niveles de iluminancia adecuados a los requeridos por norma, a partir de las 10.00 de la mañana hasta las 16:00 horas, ya que a las 18:00 horas el nivel de iluminancia es inferior a los 100 lux.

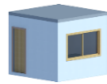
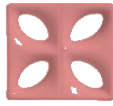




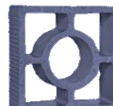
Por último, el caso C2, presenta en todos los horarios analizados, niveles de iluminancia adecuados y en relación con los 100 lux, haciendo con que este modelo de cobogó sea el recomendado para esta ciudad y esta orientación.

Figura 217- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

**Tabla 87-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Sur

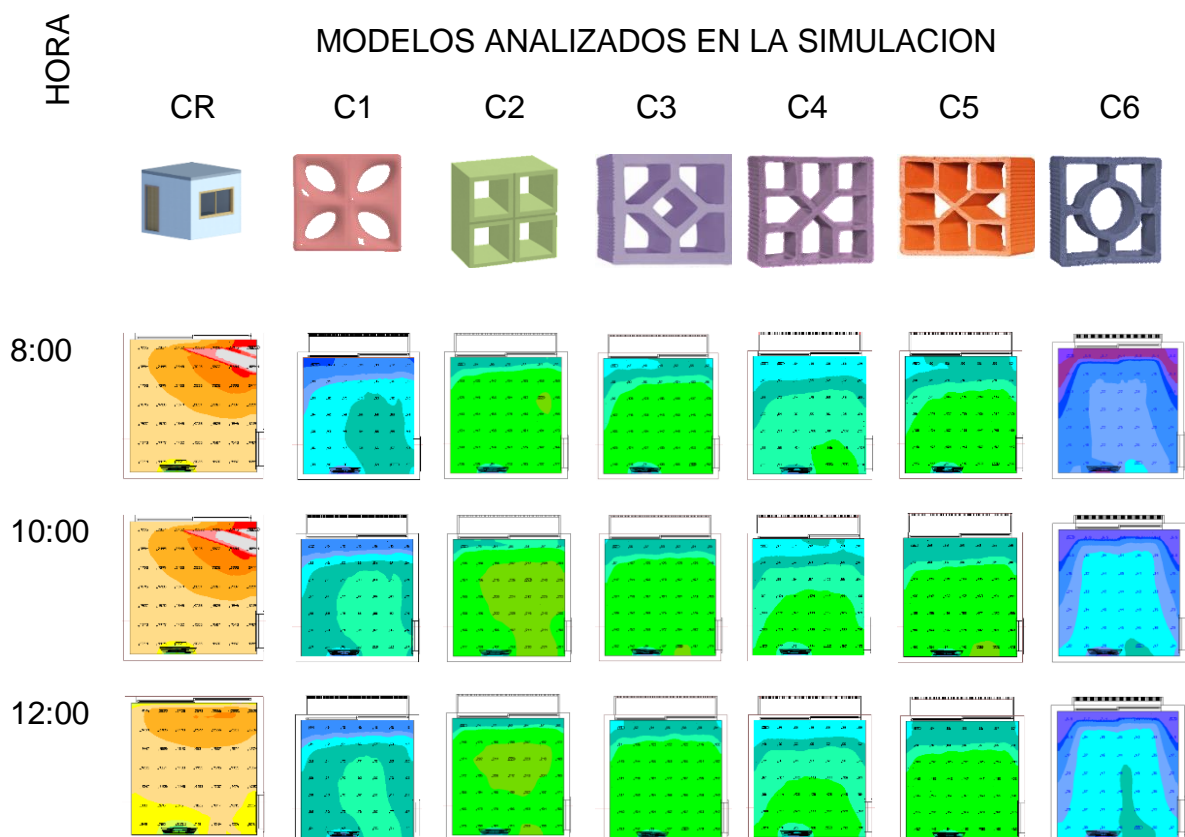
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
18:00	●	❖	✓	❖	❖	❖	❖

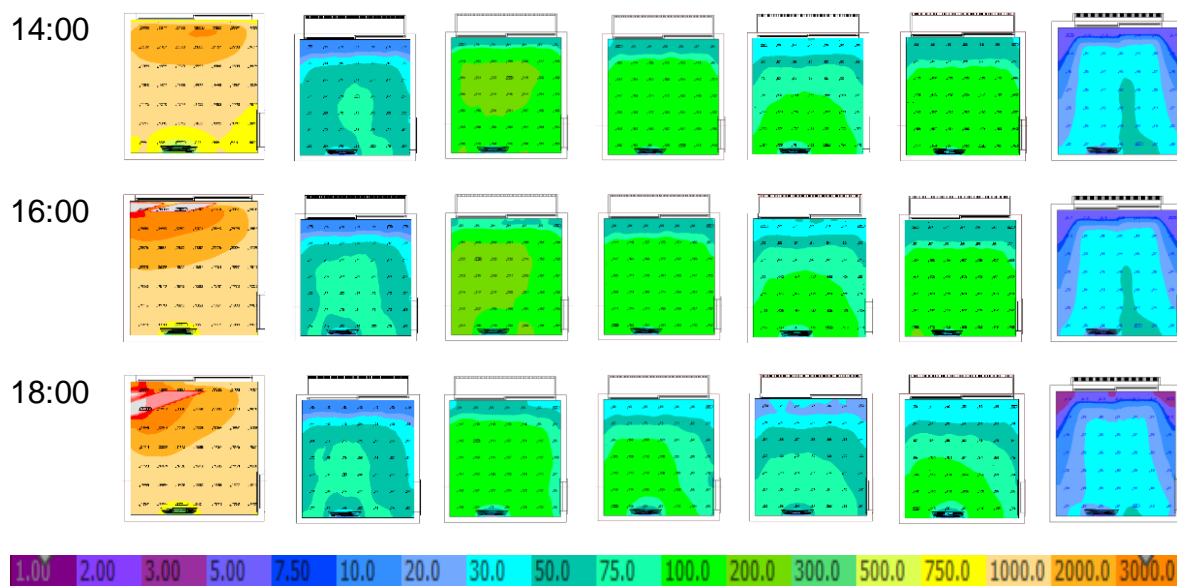
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Para la uniformidad y distribución del ambiente, la Figura 218, da a conocer que el caso C2, presenta una uniformidad homogénea en todo el ambiente interno, seguido están los casos C3 y C5; esto hace que los usuarios obtengan confort en toda la sala, mientras que si analizamos el caso CR, este presentan una distribución de iluminación no uniforme, haciendo con que los niveles superiores de iluminancia, se encuentren en el espacio cerca de la pared donde está proyectada la ventana, ocasionando de esta manera malestar y ofuscamiento en el usuario.

**Figura 218-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.





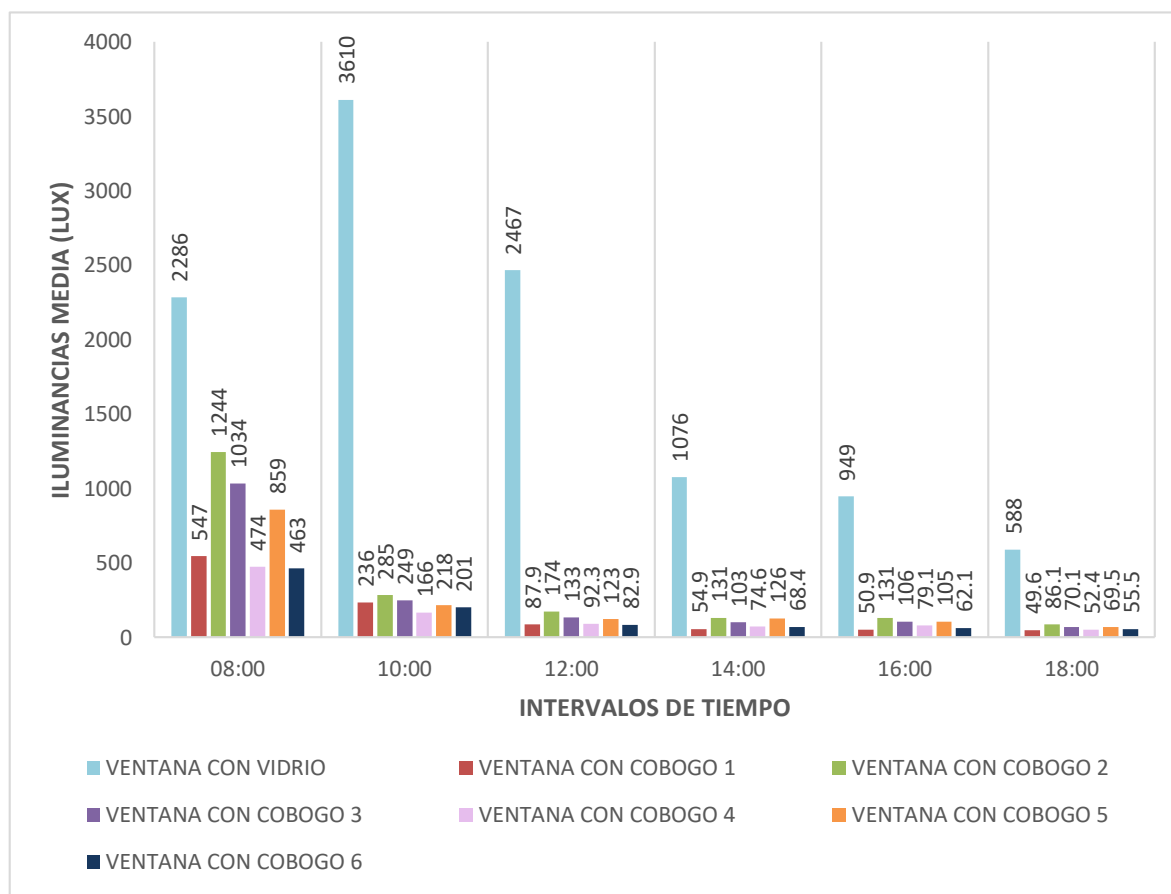
Fuente: El autor.

### 5.10.1.3 Orientación Este

Al analizar la Figura 219 y la Tabla 88, podemos observar que el modelo CR, presenta niveles de iluminancia superiores a los 100 lux, niveles superiores especialmente en el horario de la mañana de 8:00 a 12:00 del mediodía.

Para contrarrestar estos niveles, fueron simulados casos con la utilización de modelos de cobogós, de tal forma, las simulaciones dan a conocer que en el horario de las 8:00 de la mañana, todos los modelos simulados, presentan niveles de iluminancia, superiores a los 100 lux. A partir de las 10:00 de la mañana, los niveles de iluminancia varían con respecto al tipo de cobogó simulado, por ejemplo, los modelos C1, C4 y C6, solo presenta niveles de iluminancia adecuados con relación a los 100 lux a las 10:00 de la mañana, pues de 12:00 de medio día a las 18:00 horas los niveles de iluminancia son inferiores a los establecidos por norma.

Contrariamente se encuentran los casos, C2, C3 y C5 que, al ser simulados, estos presentan en los horarios de 10:00 de la mañana hasta las 18:00 horas, niveles de iluminancia adecuados a los establecidos por norma.

**Figura 219-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación este.

**Fuente:** El autor.

**Tabla 88-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación Este

HRS	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	✓	●	●	●	●	●
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
18:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆

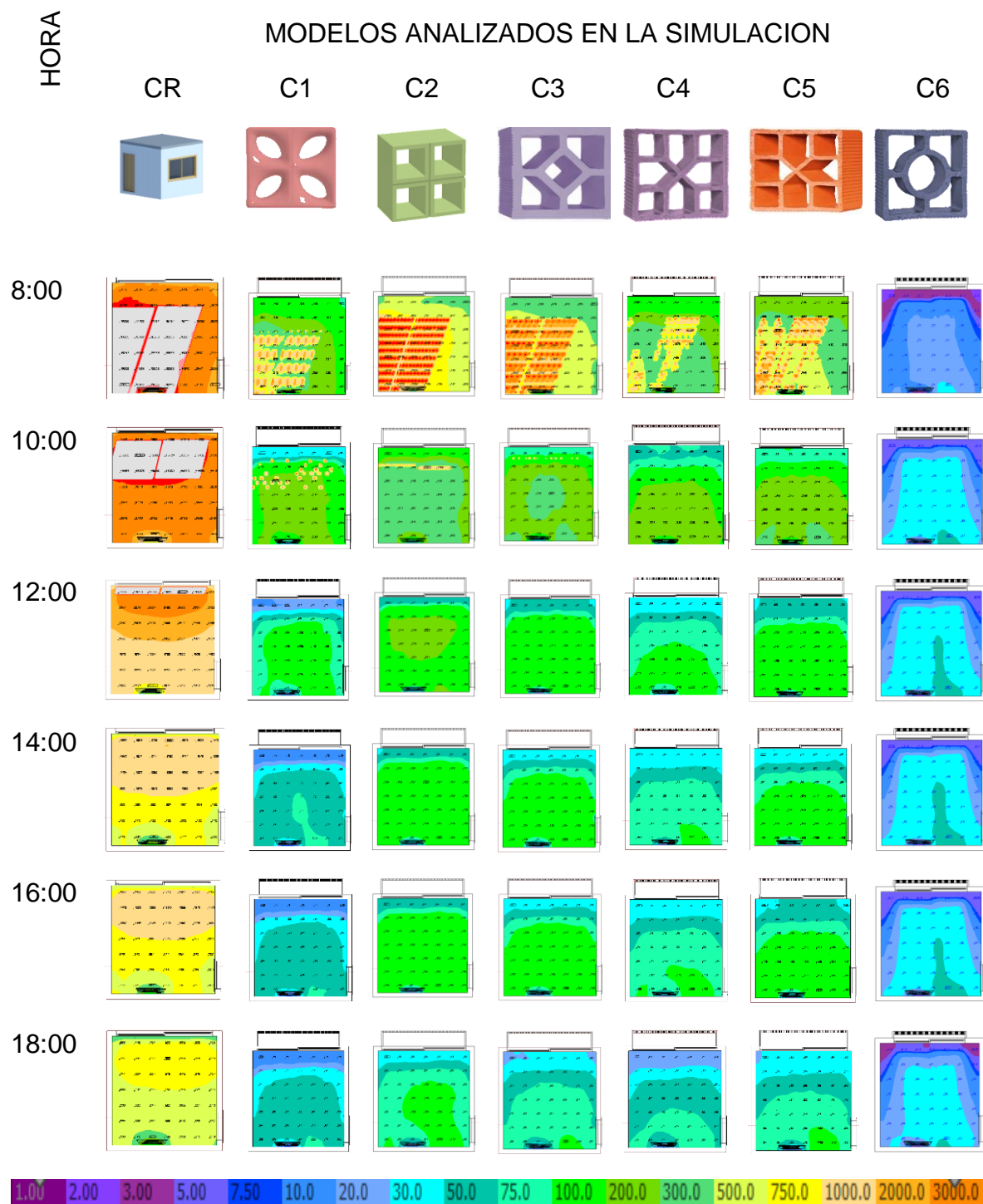
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Analizando la uniformidad y distribución de la iluminación natural dentro del ambiente, en la Figura 220, se observa que efectivamente, el caso CR, la distribución de la luz dentro del ambiente no es adecuada, haciendo con que en el espacio donde se encuentra proyectada la ventana, los niveles de iluminancia sean superiores y por consiguiente el nivel de ofuscamiento también.

Sim embargo si visualizamos la distribución de los modelos C2, C3 y C5, la distribución de la luz es homogénea haciendo con que en todo el ambiente interno la luz llegue de manera uniforme sin ocasionar malestar alguno en el usuario.

**Figura 220-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.



Fuente: El autor.

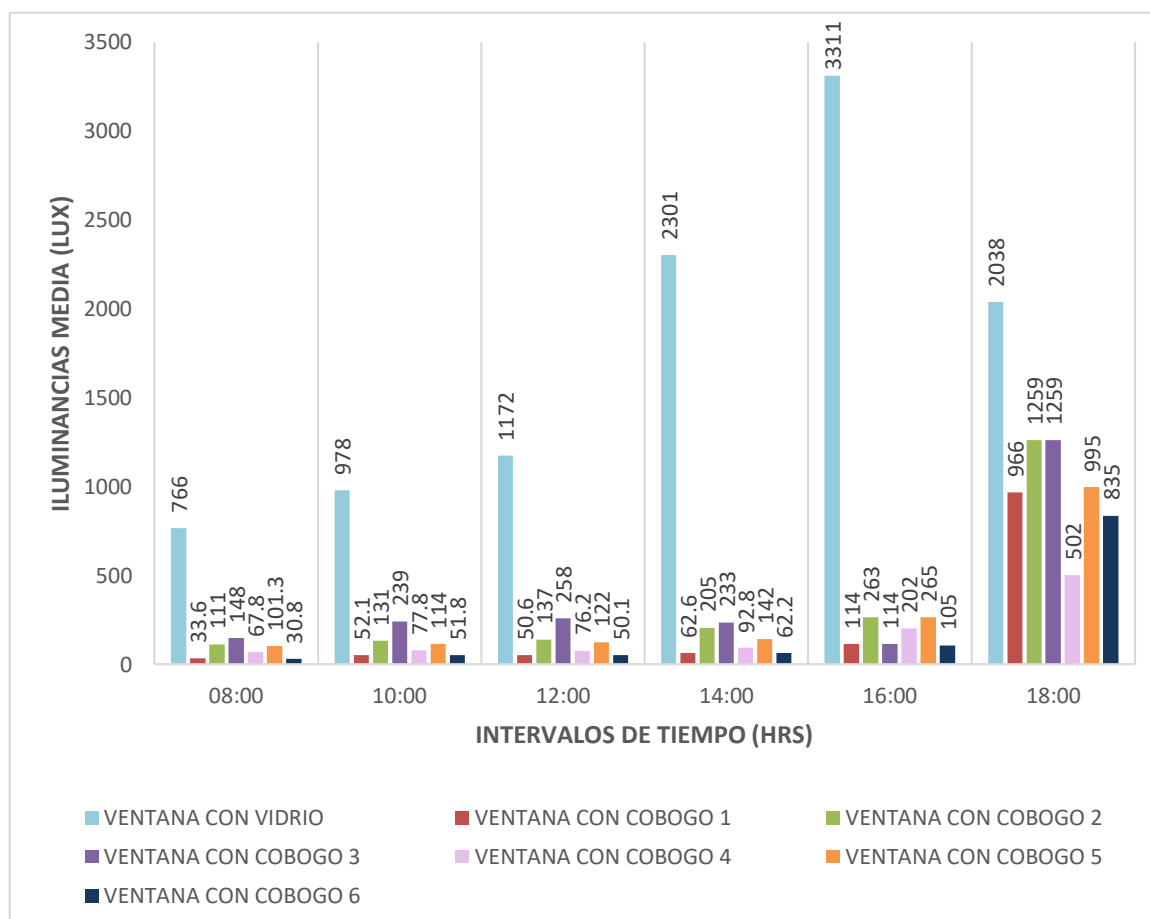
#### 5.10.1.4 Orientación Oeste

Al evaluar la orientación oeste, en el verano, la Figura 221 y la Tabla 89, da a conocer que el caso de referencia CR, presenta niveles muy elevados de iluminancia, especialmente en el horario de las 14:00 hasta las 18:00 horas.

Al simular el mismo ambiente, pero ya con la utilización de elementos de protección solar, como es el caso de los cobogós, podemos observar que todos los modelos analizados (C1, C2, C3, C4, C5, C6), reducen los niveles de iluminancia en relación al caso CR, sin embargo, en el horario de las 6:00 de la tarde todos presentan niveles de iluminancia superiores a los 100 lux. Del mismo modo, los modelos C1, C4 y C6, de 8:00 de la mañana a 2:00 de la tarde, presentan niveles de iluminancia inferiores a los 100 lux.

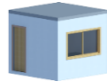
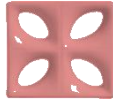




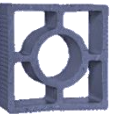
Sim embargo los modelos, C2, C3 y C5, son los que presentan mejores niveles de iluminancia, en relación a los 100 lux, que se requiere para obtener una buena iluminación en una sala estar, pues de 8:00 de la mañana a 4:00 de la tarde, presentan niveles de iluminancia adecuados y en relación a lo establecido por norma para este tipo de ambiente.

**Figura 221-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



**Fuente:** El autor.

**Tabla 89-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

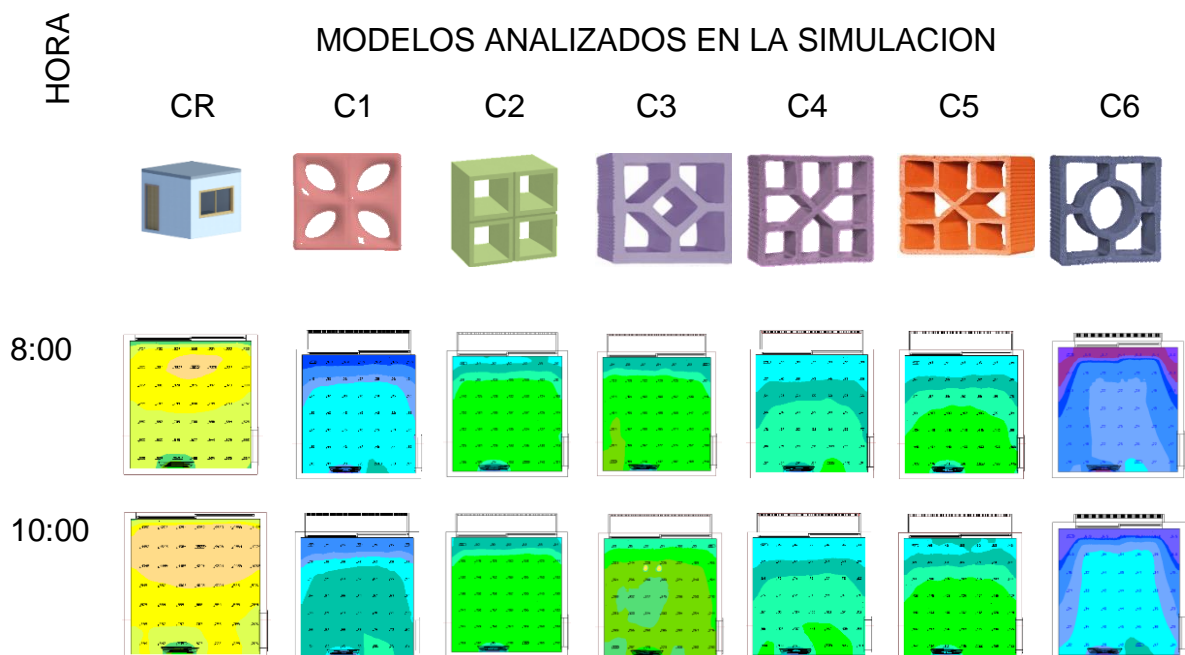
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18:00	●	●	●	●	●	●	●

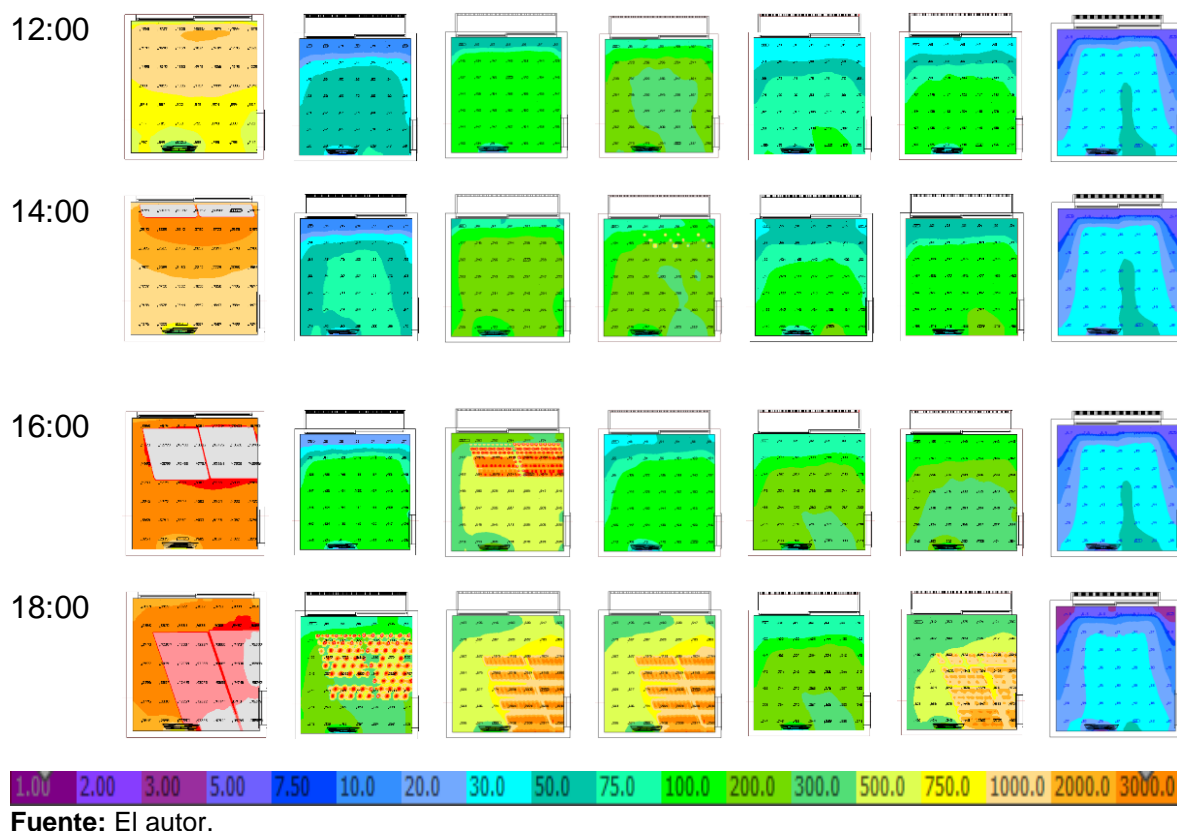
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 222, es un resumen utilizando la técnica de colores, estas representan la uniformidad y la distribución del nivel de iluminancia en el ambiente interno, en el solsticio de verano, en la orientación oeste. En consecuencia, como los demuestran los análisis presentados, en la ciudad de Vitória da Conquista, en la orientación oeste, es recomendable utilizar el tipo de cobogó C2, C3 y C5, ya que estos presentan adecuados niveles de iluminancia, acordes con lo establecido por las normas consultadas. Además de presentar en todo el ambiente interno una adecuada distribución y uniformidad de la iluminación natural.

**Figura 222-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.





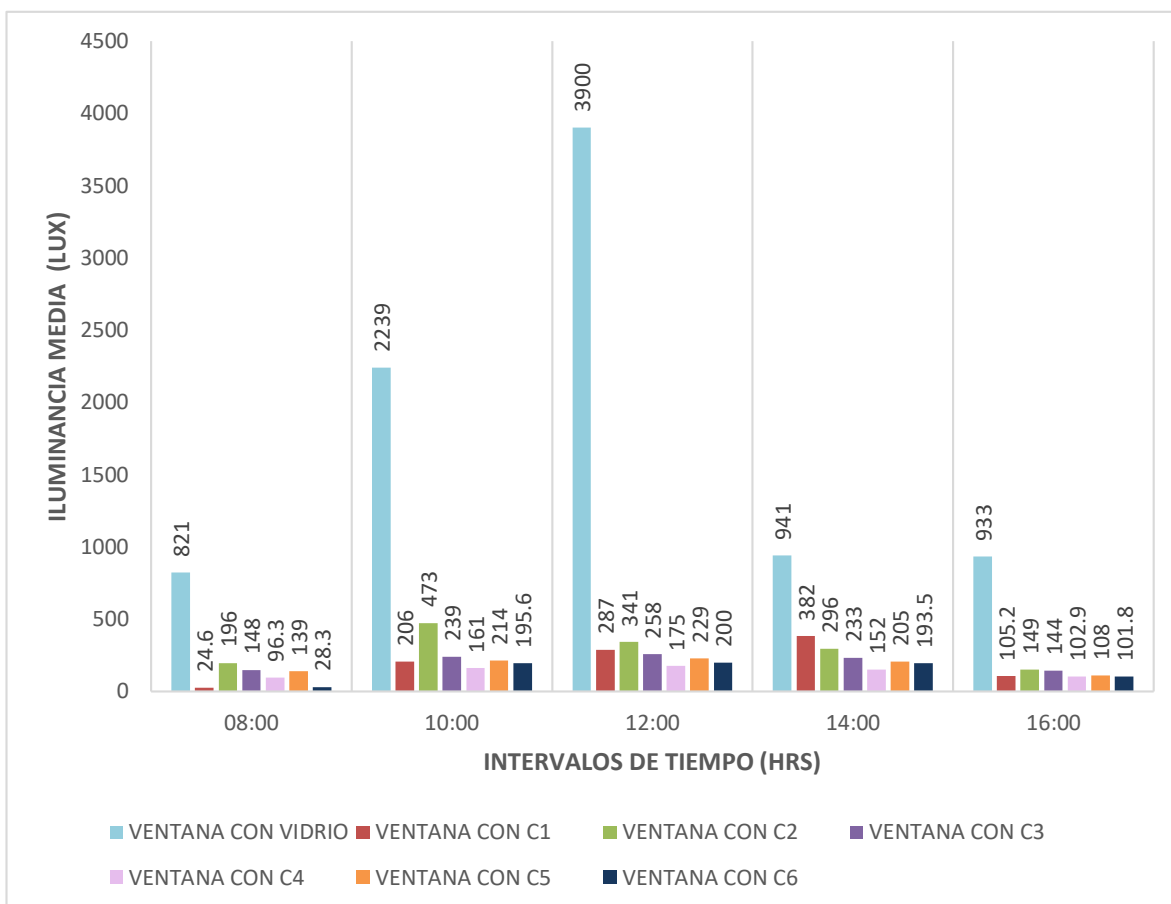
## 5.10.2 Solsticio de Invierno + 1 día = 22/06/2018

### 5.10.2.1 Orientación Norte

En la ciudad de Vitória da Conquista, las simulaciones realizadas, tal como lo demuestra la Figura 223 y Tabla 90, dan a conocer que el caso CR, en todos los horarios simulados, presenta niveles superiores a los establecidos por norma.

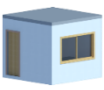






Por otra parte, las simulaciones realizadas para los casos con la utilización de cobogós, demuestran que los casos C1, C4 y C6, presentan niveles inferiores a los requeridos por norma (100 lux), en el horario de las 8:00 de la mañana, ya a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas, presenta niveles de iluminancia adecuados a los establecidos por norma.

Por último, los casos, C2, C3 y C5, presentan en todos los horarios simulados, niveles de iluminancias adecuadas (100 lux) y en concordancia con lo establecido por norma, para ambientes destinados a una sala estar.

**Figura 223-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Norte.

Fuente: El autor.

**Tabla 90-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación norte

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓

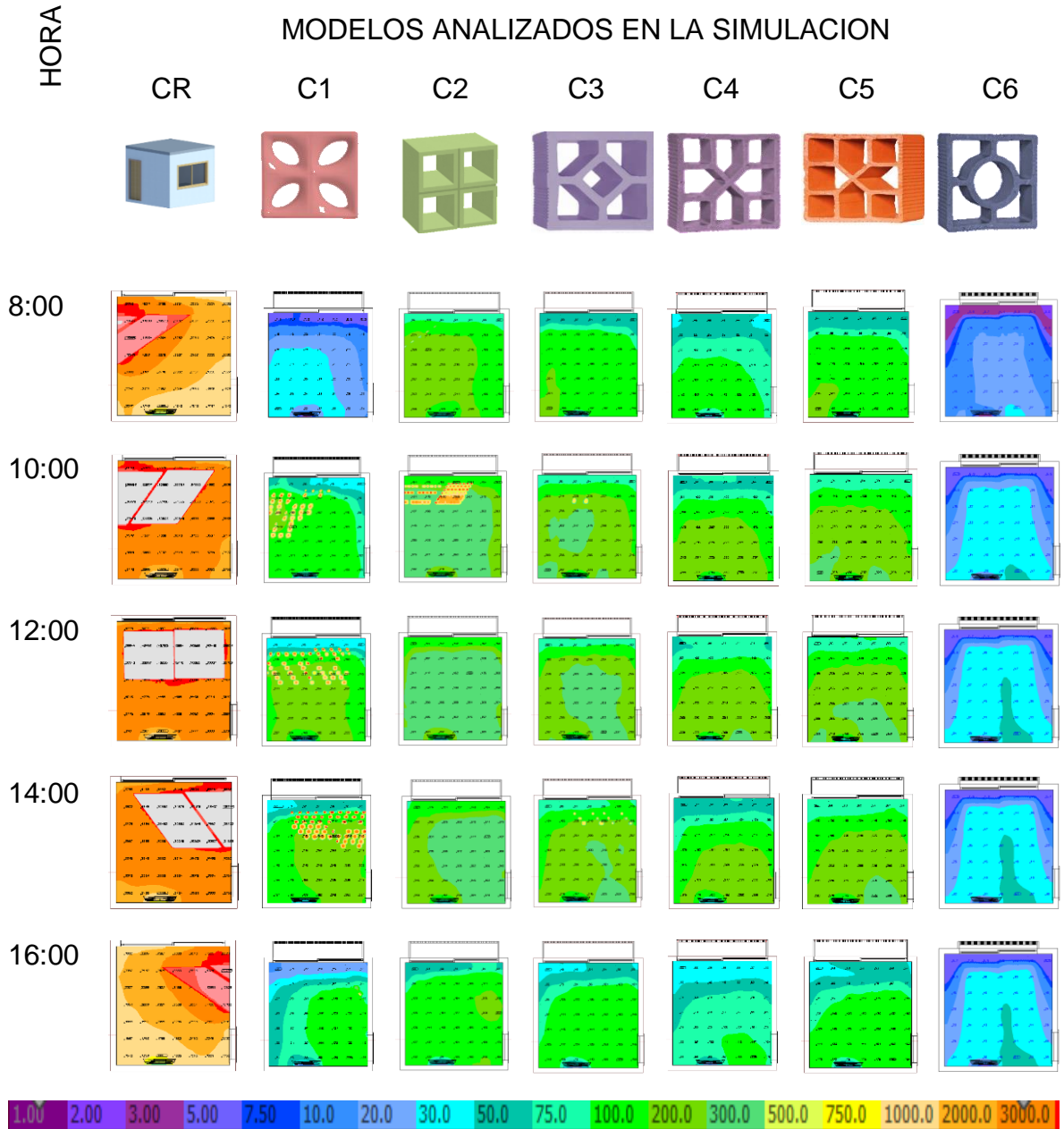
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

Con respecto a la distribución y uniformidad de la iluminación, la Figura 224, nos da a conocer que el caso CR, presenta una uniformidad dispersa y no homogénea en el ambiente interno, sobre todo en el espacio donde está proyectada la ventana, ocasionando de esta forma ofuscamiento y malestar en el usuario.

Por otra parte, al evaluar la uniformidad de los modelos con cobogó, podemos percibir que, los que mejor presentan una uniformidad homogénea, son el caso C2, C5 y C6, pues estos modelos distribuyen, adecuadamente la iluminación natural dentro del ambiente, haciendo con que los usuarios se encuentren adecuadamente confortables en la sala de estar.

**Figura 224-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación norte.



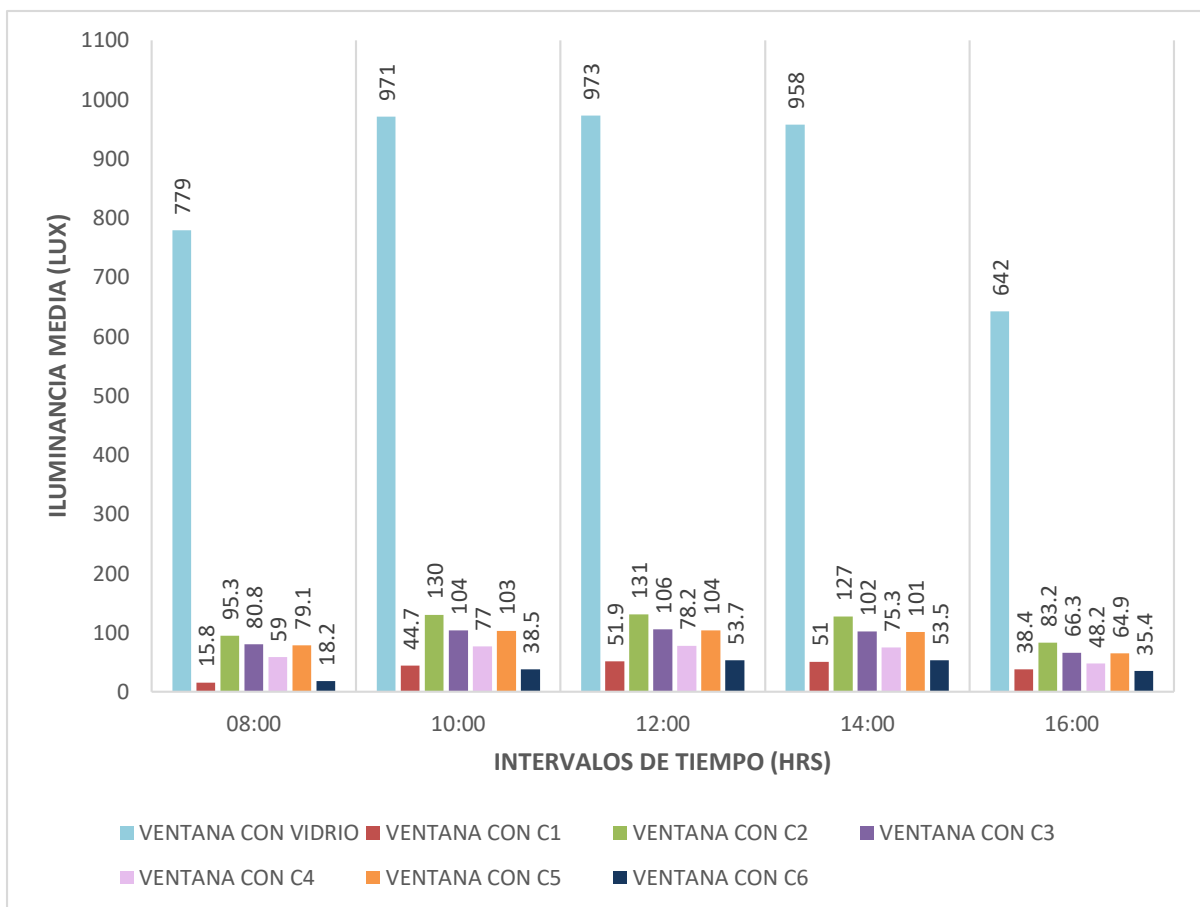
Fuente: El autor.

### 5.10.2.2 Orientación Sur

La Figura 225 y la Tabla 91, nos dan a conocer que el modelo de referencia CR, presenta niveles de iluminación superiores a los 100 lux, haciendo que en todo el día puede ocasionar ofuscamiento.

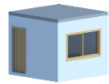
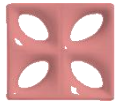


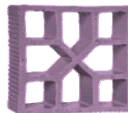
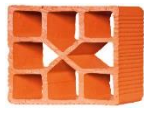

Analizando los modelos de cobogó se concluye que los modelos C1, C4 y C6, presentan niveles de iluminancia muy por debajo de lo establecido por norma, sin embargo los modelos de cobogó C2, C3 y C5 a partir de las 10:00 hasta las 14:00 horas, presentan niveles adecuados de iluminancia. Pues en los horarios de 8:00 de la mañana y 4:00 de la tarde, presentan niveles inferiores a lo establecido por norma.

**Figura 225-** Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Sur.



Fuente: El autor.

**Tabla 91-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación sur

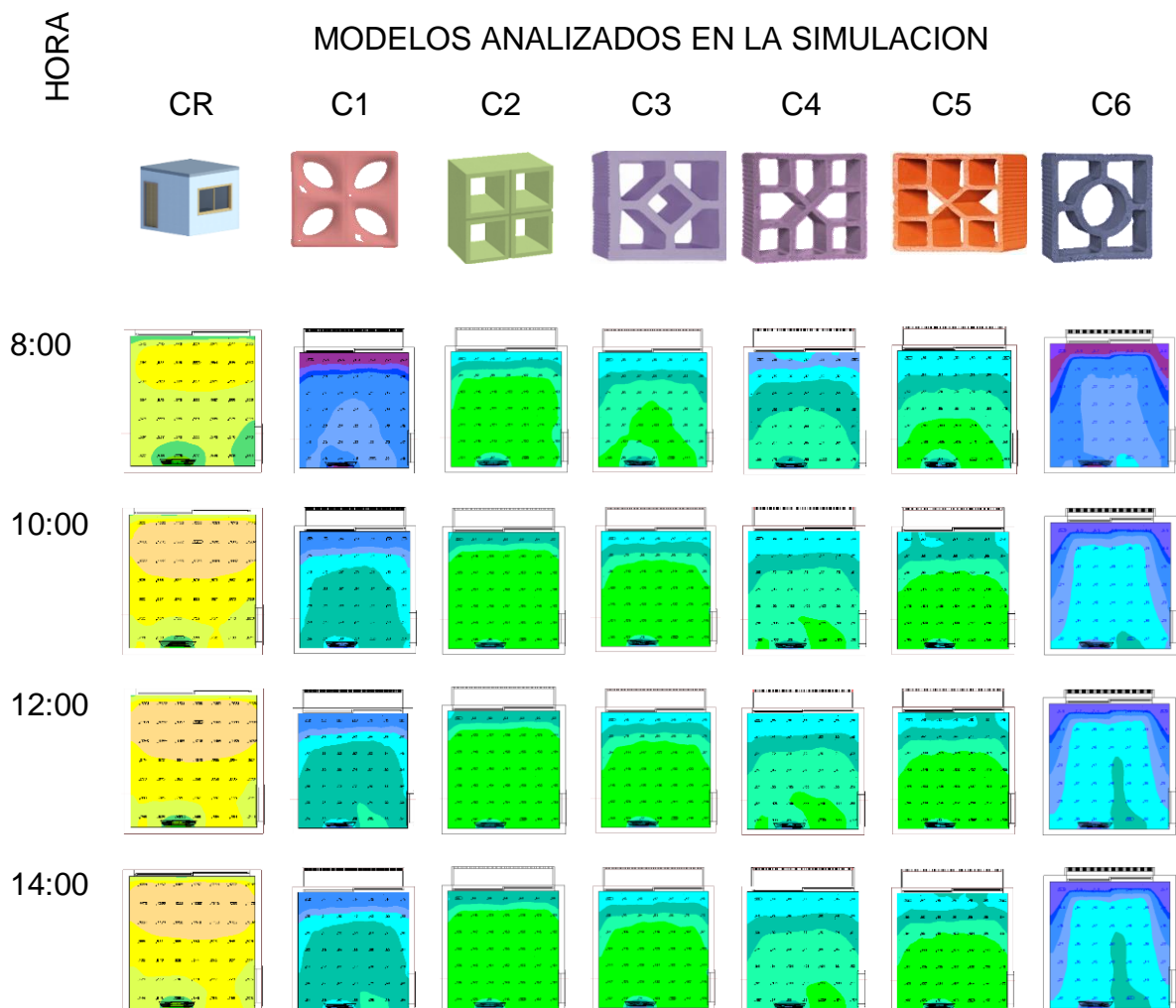
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆
10:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
12:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
14:00	●	◆	✓	✓	◆	✓	◆
16:00	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆

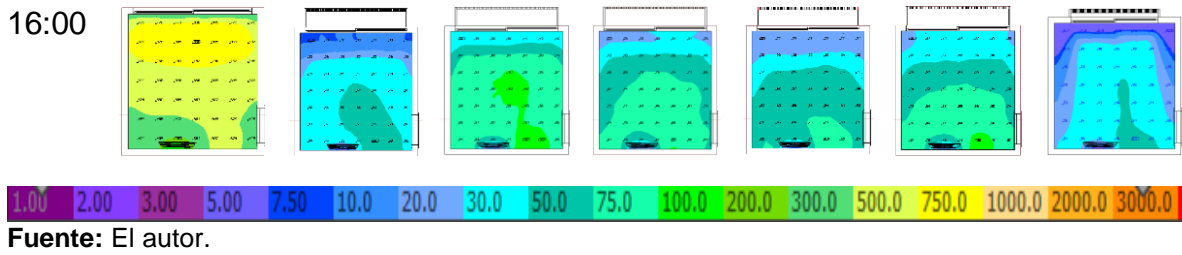
● Nivel superior al deseado    ◆ Nivel por debajo del deseado    ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

La Figura 226, representa la utilización de colores en el ambiente, para determinar el nivel de iluminancia, la uniformidad y la distribución de la iluminación en la sala estar. De esta forma, se observa que los modelos de cobogó C2, C3 y C5 presentan una buena distribución de iluminación en la sala, ya los otros modelos la uniformidad no es constante.

**Figura 226-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación sur.





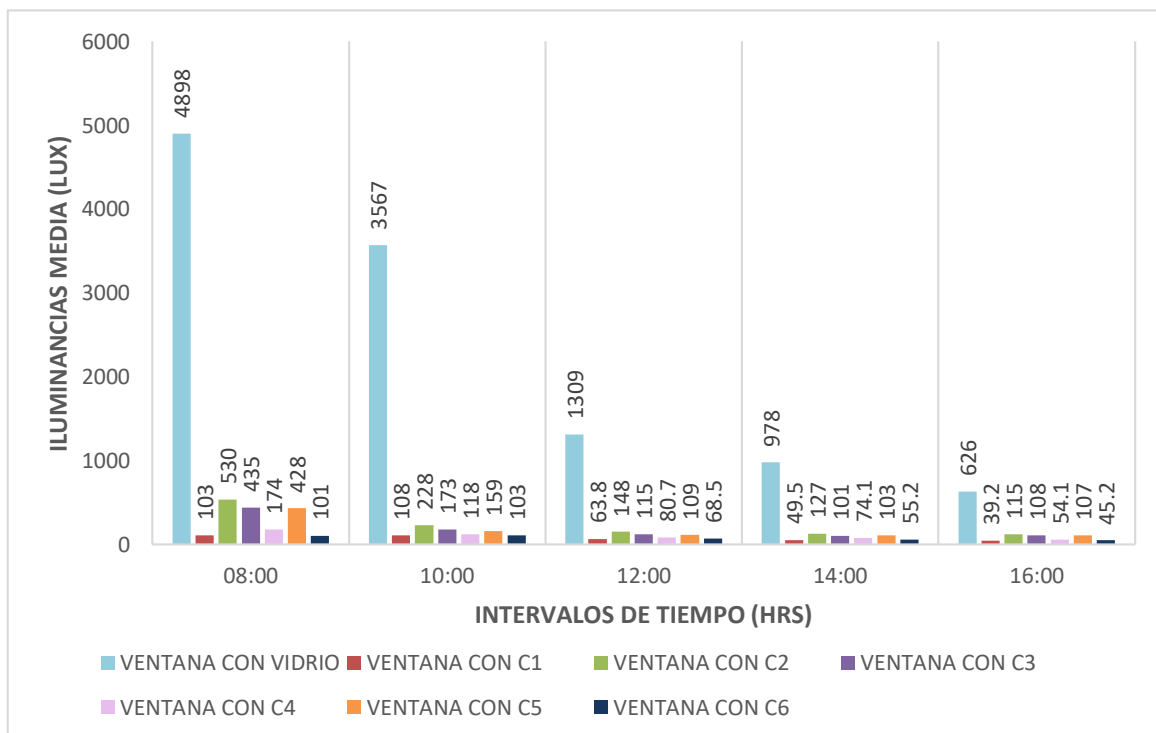
5.10.2.3 Orientación Este

Según la Figura 227 y la Tabla 92, las simulaciones computacionales para el solsticio de invierno con respecto a la orientación este, demuestran que los niveles de iluminancia analizados en los horarios determinados del caso CR, son elevados, comparándolos con los niveles medios establecidos por norma, especialmente en los horarios de 8.00 de la mañana a 12:00 del día.

Con respecto a las simulaciones realizadas a los modelos con cobogó, se concluye que los modelos C1, C4 y C6, presentan niveles adecuados de iluminancia solo a partir de las 8: 00 de la mañana hasta las 10:00 de la mañana, pues a partir de las 12:00 del mediodía hasta las 16:00 horas, los niveles de iluminancia son inferiores a los establecidos por norma.

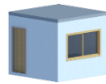
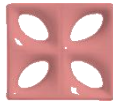


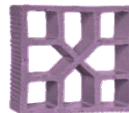
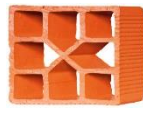

Los casos C2, C3 y C5, dan a conocer que, en el horario de las 8.00 de la mañana, los niveles de iluminancia son superiores a los 100 lux, mientras que a partir de las 10: 00 de la mañana hasta las 16:00 horas, los niveles de iluminancia son adecuados, permitiendo de esta manera la distribución de la luz en todo el ambiente.

Figura 227- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación Este.



Fuente: El autor

**Tabla 92-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación este

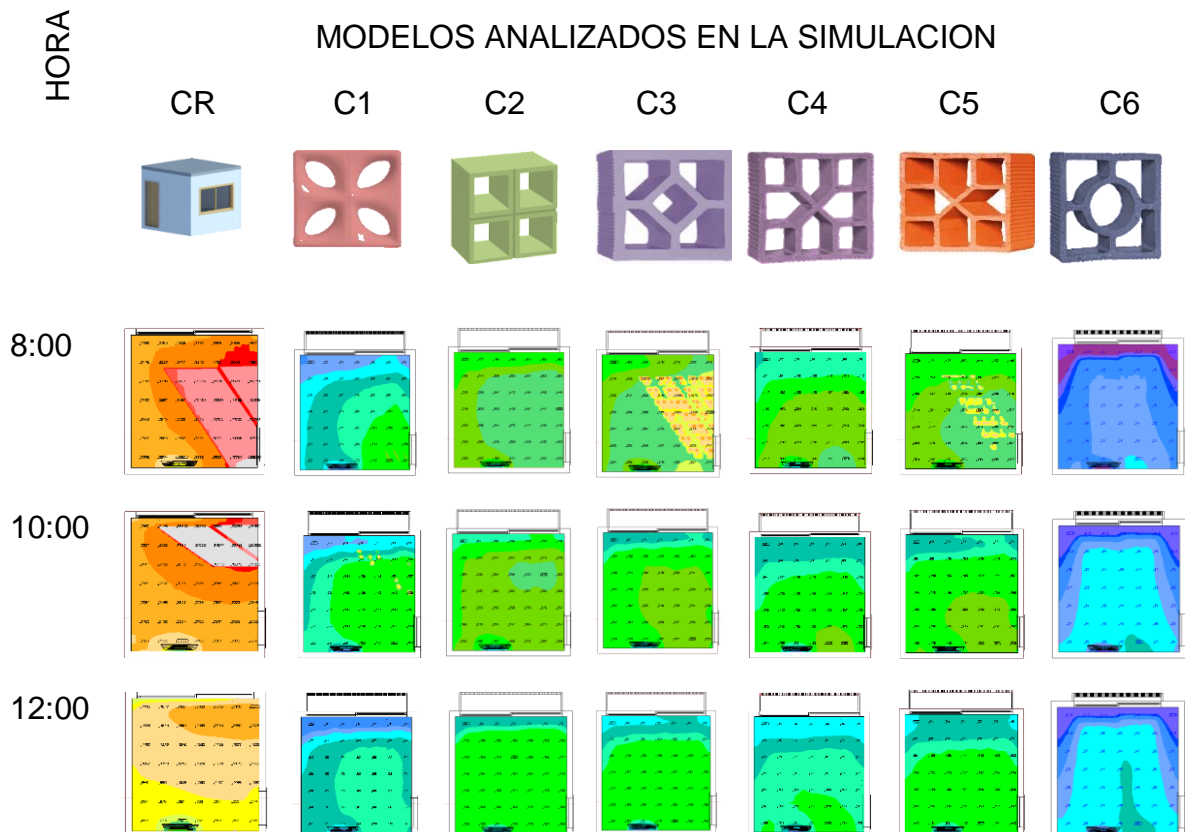
HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	✓	●	●	✓	●	✓
10:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖

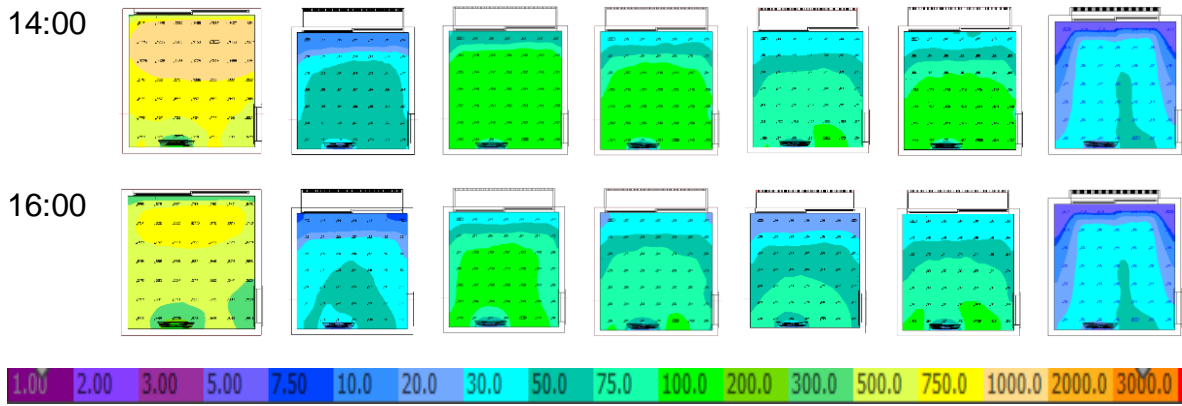
● Nivel superior al deseado ❖ Nivel por debajo del deseado ✓ Nivel deseado

**Fuente:** El autor.

Con respecto a la uniformidad, la Figura 228, representa una visualización por medio de colores, estas a su vez dan a conocer que los modelos C2, C3 y C5, presentan una adecuada distribución, de la iluminación natural en el ambiente interno, pues el caso CR, presenta una distribución inadecuada de la iluminación, pues como se percibe en la Figura 228, la concentración de luz está en el espacio donde se ha proyectado la ventana, haciendo con que el ambiente interno se genere ofuscamiento en el usuario.

**Figura 228-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación este.





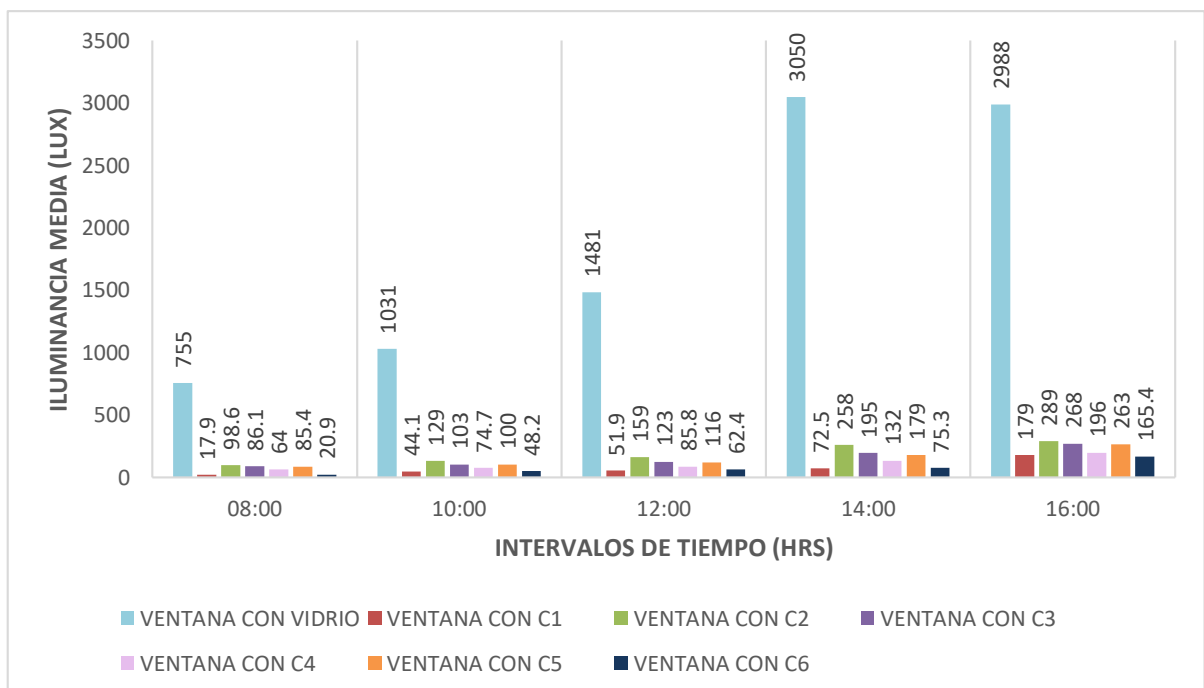
Fuente: El autor.

14.1.2.4 Orientación Oeste

Las simulaciones computacionales, para la orientación oeste en la ciudad de Vitória da Conquista, tal como se observa en la Figura 229 y Tabla 93, dan a conocer que el caso CR en todos los horarios analizados el nivel de iluminancia media es elevado en consideración con los niveles recomendados, más aún en los horarios de 14:00 a 16:00 horas.

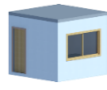
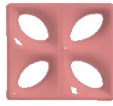


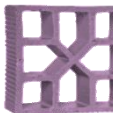
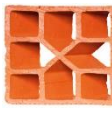
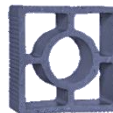
Sin embargo, analizando los modelos con cobogó, se observa que el caso C2, C3 y C5, presenta niveles adecuados de iluminancia, a partir de las 10:00 de la mañana hasta las 16:00 horas. Ya los demás casos (C1, C4 y C6), los niveles de iluminancia son inferiores a los requeridos por norma, en los horarios de 8:00 de la mañana hasta las 14:00 horas, pues solo en el horario de las 16:00 horas los niveles son adecuados.

Figura 229- Nivel medio de iluminancias para CR, C1, C2, C3, C4, C5, C6 – Orientación oeste.



Fuente: El autor.

**Tabla 93-** Resumen de la iluminancia de los modelos analizados – Orientación oeste

HRS							
	CR	C1	C2	C3	C4	C5	C6
8:00	●	❖	❖	❖	❖	❖	❖
10:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
12:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
14:00	●	❖	✓	✓	❖	✓	❖
16:00	●	✓	✓	✓	✓	✓	✓

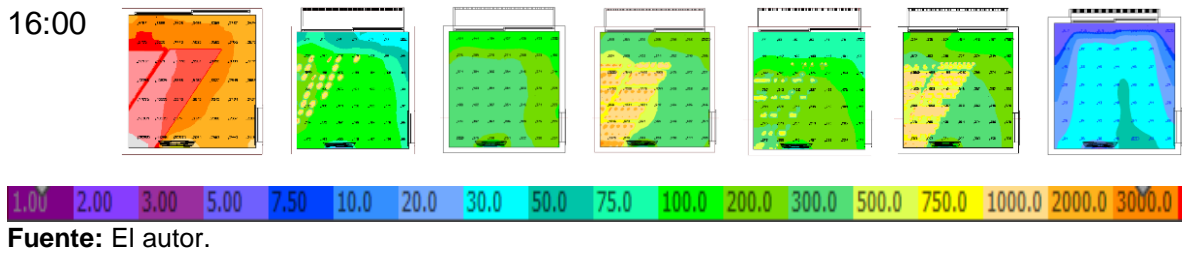
● Nivel superior al deseado   ❖ Nivel por debajo del deseado   ✓ Nivel deseado

Fuente: El autor.

De la misma manera, en la Figura 230, se observa que efectivamente los modelos de cobogó C2, C3 y C5, son los que presentan, una mejor uniformidad de iluminación, dentro del ambiente interno, pues estos modelos arquitectónicos distribuyen homogéneamente la iluminación haciendo con que el usuario que este en el interior sienta niveles de confort adecuados.

**Figura 230-** Resultado de simulación por medio de colores falsas orientación oeste.



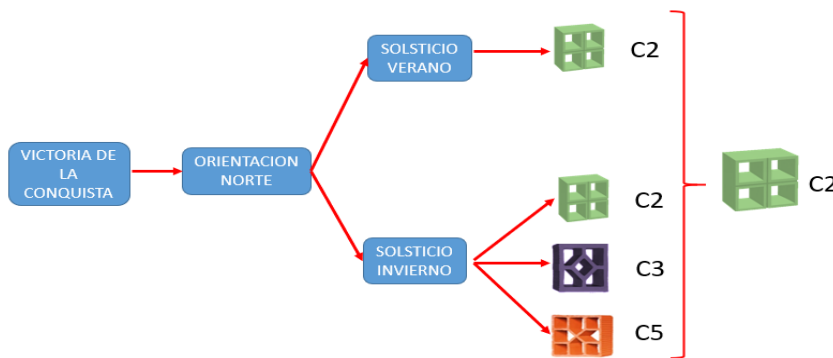


5.10.3 Resumen del análisis para la ciudad de Vitória da Conquista (lat. 14° 51´ - Sur, ZB 5)

Después de haber analizado cada una de las simulaciones se concluye que:

En la orientación norte, tanto para el invierno como para el verano, tal como lo demuestra la Figura 231, el modelo de cobogó que más se adecúa en este tipo de clima, es el modelo de cobogó C2.

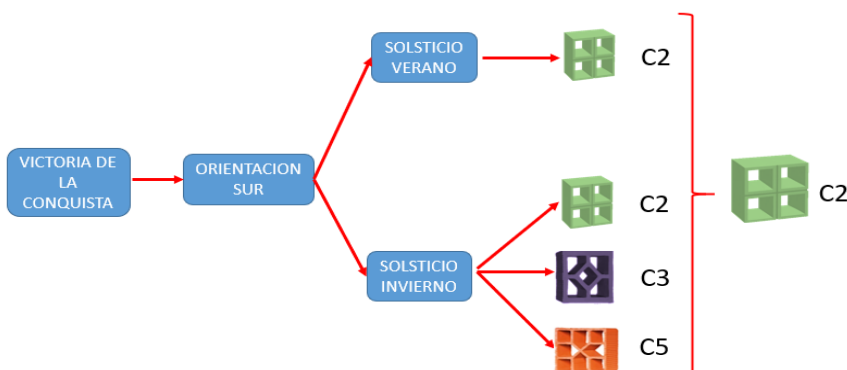
Figura 231- Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Norte.



Fuente: El autor.

En la orientación sur, los modelos recomendados (Figura 232) después de haber analizado cada una de las simulaciones, son el modelo de cobogó C2, pues este, tanto en el solsticio de invierno como en el verano es el adecuado para esta ciudad.

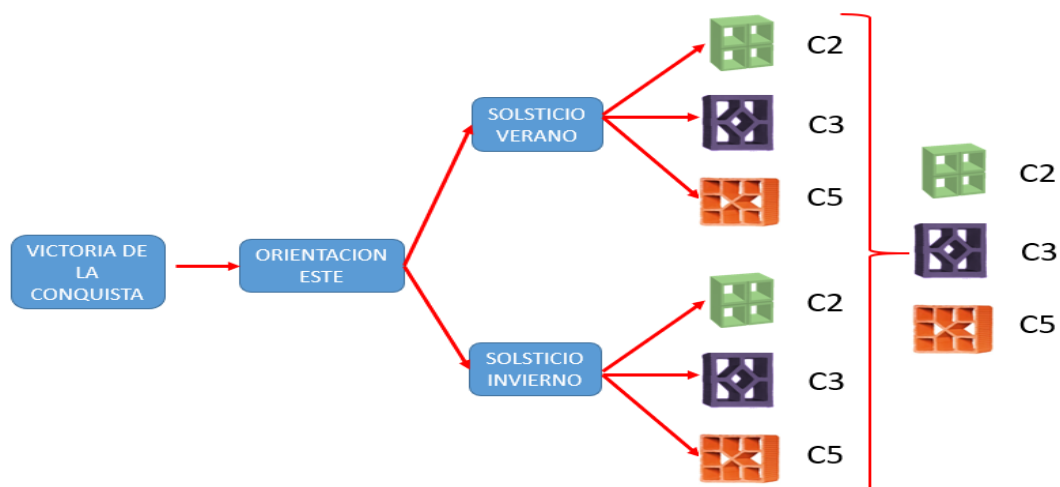
Figura 232- Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Sur.



Fuente: El autor.

Para la orientación este, como lo da a conocer la Figura 233, los modelos más recomendados son el C2, C3 y C5.

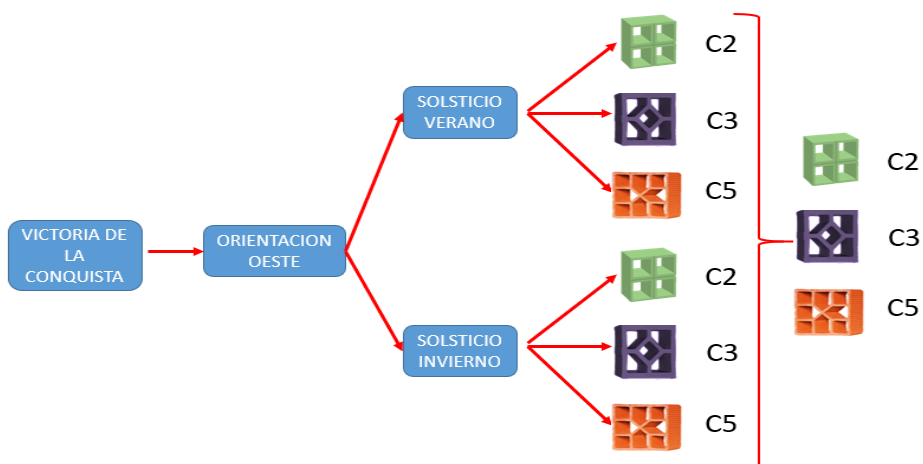
**Figura 233-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Este.



**Fuente:** El autor.

Para la orientación oeste, como lo da a conocer la Figura 234, los modelos más recomendados son el C2, C3 y C5.

**Figura 234-** Modelo de cobogó más recomendado para la orientación Oeste.

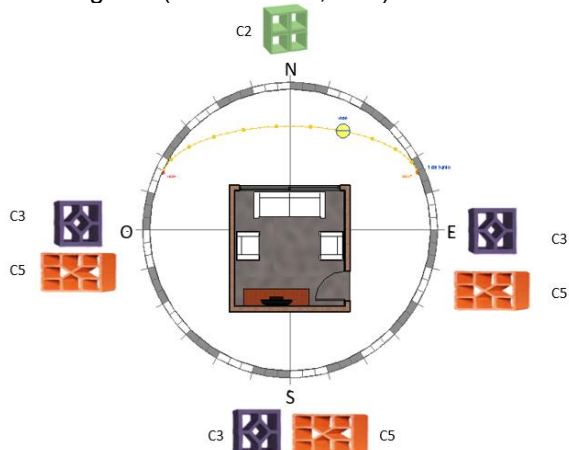


**Fuente:** El autor.

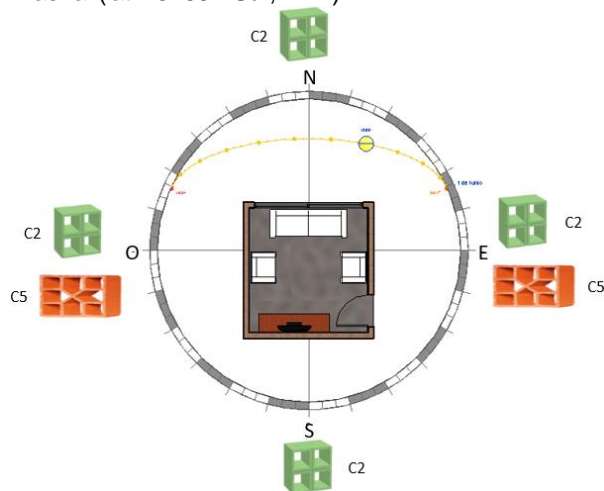
## 6 SÍNTESIS FINAL DE LOS RESULTADOS

Cada modelo de cobogó tienen sus peculiaridades, y estos deben ser analizados para cada ciudad donde serán implantados, pues como lo demuestran las Figuras 235 al 245, cada ciudad requiere de modelos distintos en orientaciones distintas, es así que la figuras resumen que tanto en el solsticio de verano como el de invierno se pueden utilizar los diferentes modelos de cobogós establecidos en cada simulación computacional.

**Figura 235-** Modelos de cobogó recomendados para Foz de Iguazú (lat. 25° 32' Sur, ZB 3)

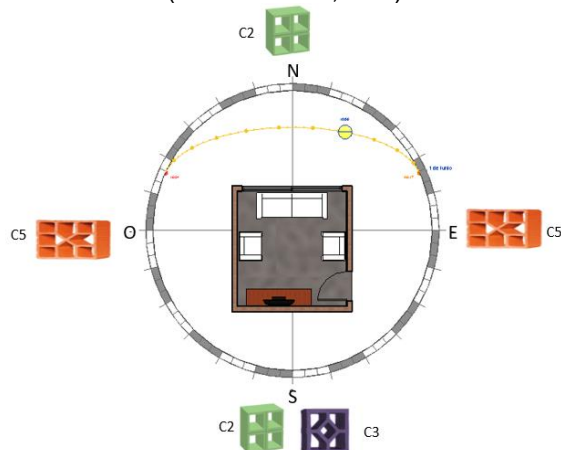


**Figura 237-** Modelos de cobogó recomendados para Brasilia (lat. 15° 55' - Sur, ZB 4)

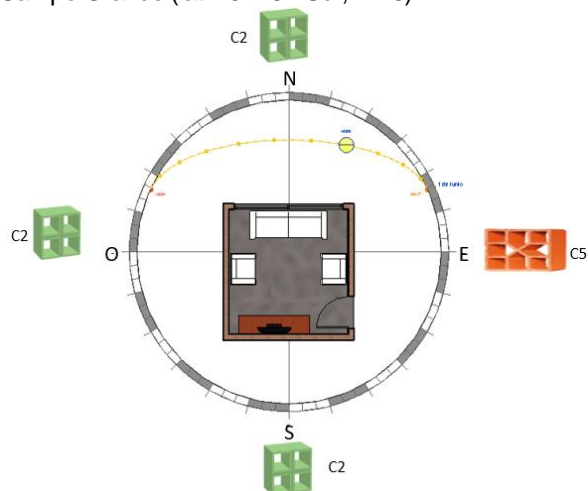


**Figura 239-** Modelos de cobogó recomendados para Curitiba (lat. 25° 25' - Sur, ZB 1)

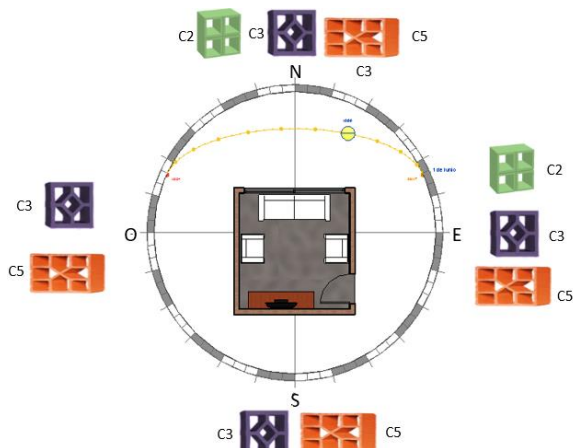
**Figura 236-** Modelos de cobogó recomendados para Belo Horizonte (lat. 19° 55' - Sur, ZB 3)



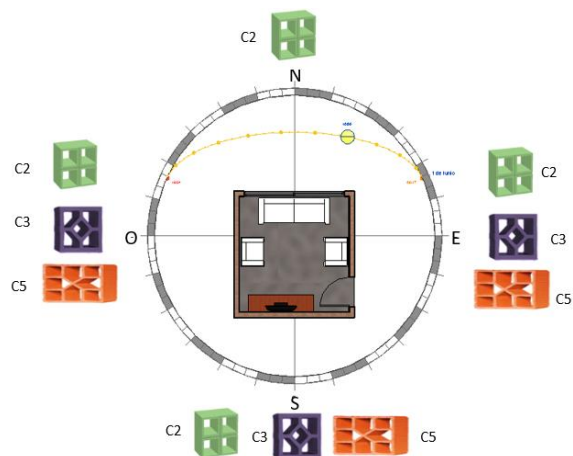
**Figura 238-** Modelos de cobogó recomendados para Campo Grande (lat. 20° 26' - Sur, ZB 6)



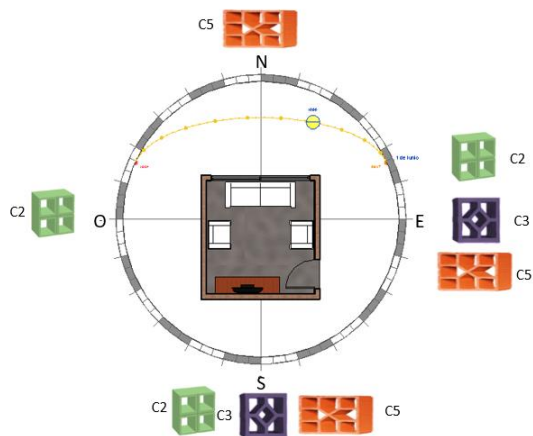
**Figura 240-** Modelos de cobogó recomendados para Manaus (lat. 03° 6' - Sur, ZB 8)



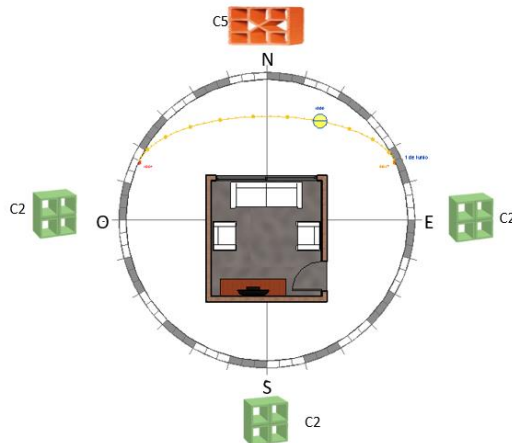
**Figura 241-** Modelos de cobogó recomendados para Ponta Grossa (lat. 25° 05' - Sur, ZB 2)



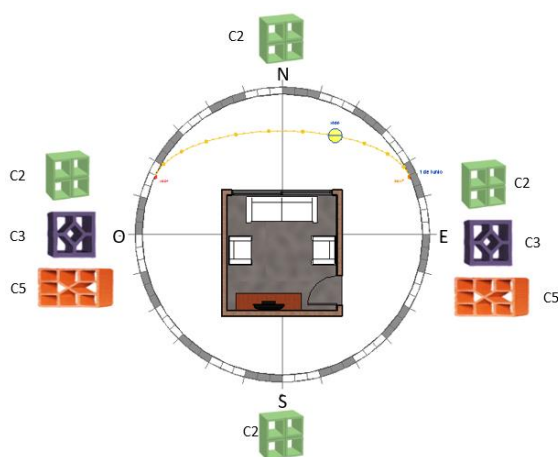
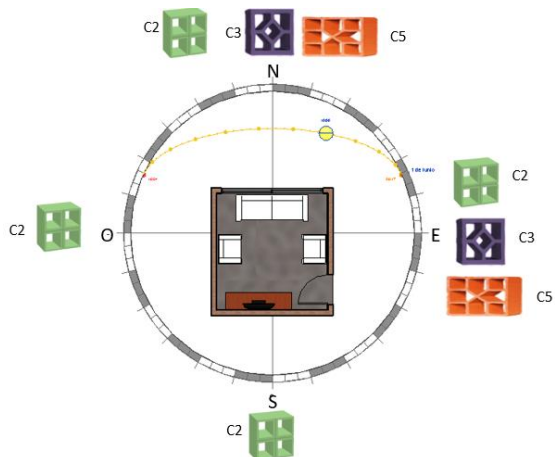
**Figura 242-** Modelos de cobogó recomendados para Sao Paulo (lat. 23° 32' - Sur, ZB 3)



**Figura 243-** Modelos de cobogó recomendados para Teresina (lat. 05° 05' - Sur, ZB 7)



**Figura 244-** Modelos de cobogó recomendados para Victoria de la Conquista (lat. 14° 51' - Sur, ZB 5)



**Fuente:** El autor

Se comprueba, además, que el área de aberturas de los cobogós, influye de manera significativa en la entrada de iluminación natural, tal como lo demuestra la Tabla 94, pues los cobogós, más recomendados, después de las

simulaciones y el análisis realizados, son aquellos que presentan más porcentaje de área perforada en relación al área basada. Por tal motivo se recomienda en primer lugar analizar el área de aberturas del cobogó antes que su forma o diseño; esto hará que el cobogó cumpla un propósito funcional antes que formal.

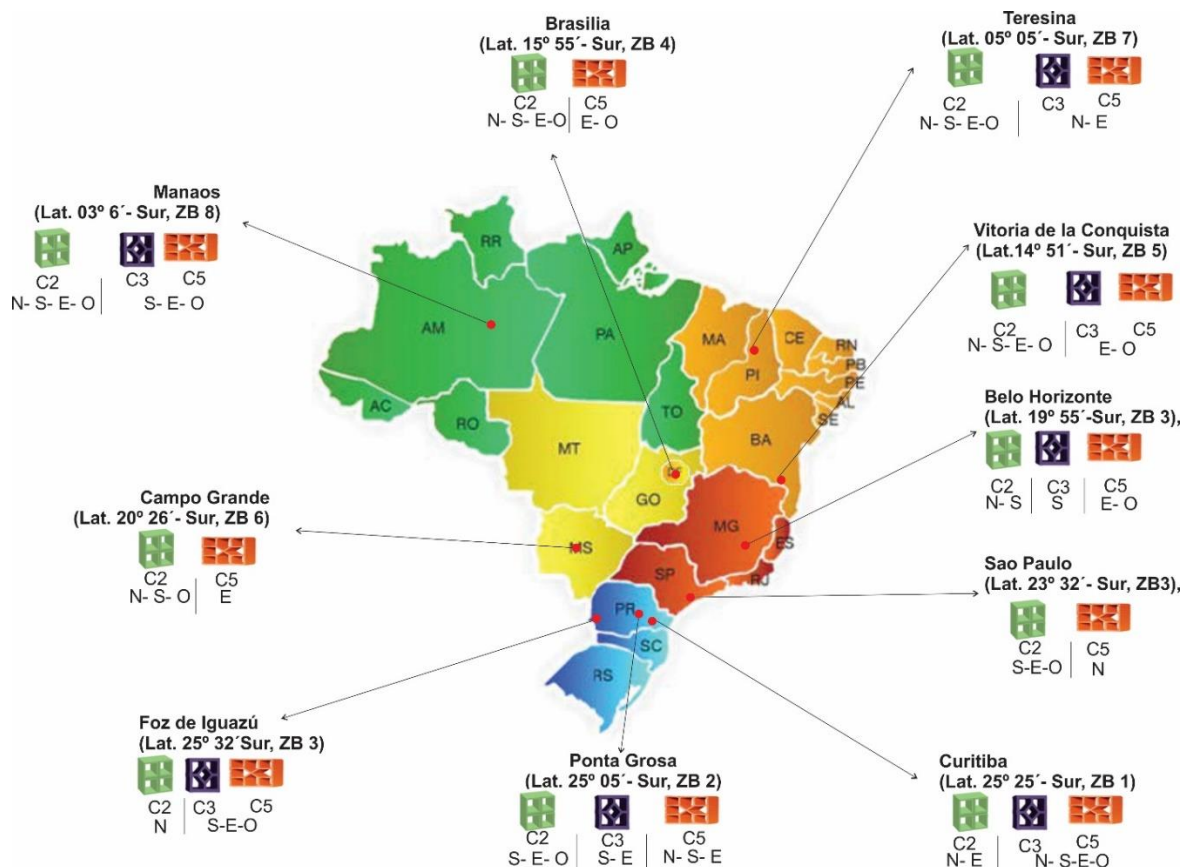
**Tabla 94-** Porcentaje de áreas opacas y perforadas de cobogós.

NÚMERO DE COBOGÓ	CANTIDAD DE TIENDAS QUE ABASTECEN	MODELO MÁS VENDIDO	MATERIAL	DISEÑO	MEDIDAS COMERCIALES			AREA DEL DEL ELEMENTO	AREA PERFORADA	AREA OPACA	PORCENTAJE DE AREA PERFORADA %	PORCENTAJE DE AREA OPACA %
					LARGO	ANCHO	ESPELURA					
C1	3	Folha	cerámica esmaltada		0.25	0.245	0.075	0.060	0.018	0.042	30.0	70.0
C2	2	Cuadrado	cerámica		0.24	0.24	0.1	0.058	0.031	0.027	53.8	46.2
C3	8	Diagonal	cerámica		0.18	0.18	0.09	0.032	0.018	0.014	55.56	44.44
C4	6	Recto XIS	cerámica		0.18	0.18	0.068	0.0324	0.015	0.0174	46.30	53.70
C5	15	Diagonal XIS	cerámica		0.25	0.18	0.068	0.045	0.03	0.015	66.67	33.33
C6	1	cuadrado redondo	cerámica		0.18	0.18	0.09	0.0324	0.016	0.0164	49.38	50.62
<b>MEDIA DE AREA PERFORADA</b>								<b>0.021333</b>				

**Fuente:** El autor.

De tal forma, en todas las ciudades analizadas (Figura 245), tanto en el invierno como en el verano, en todas las orientaciones, todos los modelos de cobogós permitieron la entrada de la luz indirecta, sin embargo los modelos que presentaron el mejor desempeño lumínico fueron los modelos C2, C3 y C5.

**Figura 245-** Modelos de cobogó más recomendados para las ciudades analizadas.



**Fuente:** El autor

## 7 CONCLUSIONES

Con relación a la investigación realizada, para el referencial teórico, mediante el análisis de la bibliografía escogida, se comprueba que el cobogó es de mucha importancia para la arquitectura e ingeniería civil, por ser un elemento que aporta iluminación natural, así como protección solar y privacidad en el ambiente interno. Un elemento arquitectónico que nace en la arquitectura brasilera gracias a la influencia de muxarabís, rótulas y celosías.

Con esta investigación se comprueba que, a pesar de todos los cambios culturales en este periodo, de modos de vida, de patrones, tecnologías y técnicas constructivas, los elementos perforados nunca fueron olvidados, por el contrario, se fueron adaptando y modernizando, adquiriendo nuevos formatos y fabricados de nuevos materiales. En este contexto, uno de los grandes avances, fue el desarrollo del cobogó a finales de la década de 1920. A través del uso de materiales

modernos como el cemento, integrado a las necesidades actuales de racionalidad constructiva, modulación y fabricación en serie.

Además, se comprueba que con el pasar del tiempo, este elemento también se fue modificando, de una geometría simple, pasó a ser elaborado con geometrías más complejas, del cemento pasó a la cerámica cocida y posteriormente realizado con mayores acabados y por consecuencia convirtiéndose en un elemento muchas veces costoso. Su forma de utilización también sufrió alteración a lo largo de su existencia, pasando de su uso únicamente en fachadas externas de la edificación a ser insertado o integrar también los espacios internos de los ambientes de una edificación.

Por último, refiriéndose al análisis de las simulaciones realizadas, se comprueba que efectivamente esta estrategia arquitectónica (cobogó), puede ser usada para adquirir iluminación natural adecuada dentro de un ambiente interno, ya que como se observa en los diferentes análisis, puede reducir significativamente los niveles de iluminación natural dentro de un ambiente, comparándolo este, con una ventana convencional.

También se comprueba, tal como lo demuestran los análisis realizados, que la geometría del elemento es muy importante, pues esto direccionará la iluminación natural y será distribuida de manera uniforme dentro del ambiente, esto hará que la iluminación sea homogenizada, permitiendo que el usuario no sufra problemas de salud por deslumbramiento en determinadas áreas, especialmente cerca de las aberturas.

En consecuencia y como ya fue mencionado, es posible percibir que la geometría del cobogó influye directamente en la cantidad de luz natural en el interior del ambiente, variando su desempeño con la época del año, hora del día y orientación solar. Por tal motivo cada geometría presenta un desempeño diferente en cada orientación solar, siendo necesario un análisis criterioso para escoger aquel que mejor se adecúa a las necesidades lumínicas. De forma general, es posible afirmar que, para cada diferente fachada, una diferente geometría de cobogó es aconsejable.

## 8 SUGESTIONES PARA TRABAJOS

Actualmente, existe una reducida bibliografía actualizada sobre datos técnicos precisos, que den a conocer la relación que existe entre la geometría y la función del elemento, las investigaciones muchas veces, se resumen a dar a conocer el uso de los elementos perforados en proyectos de arquitectura de una manera general, resaltando la forma estética que el elemento en cuanto a su diseño presenta.

En los estudios realizados, no se analiza si el diseño propuesto o escogido dentro de los existentes en el mercado, proporciona un adecuado desempeño con relación a la iluminación natural, tomando como referencia normas técnicas, que presenten parámetros de iluminación, en los ambientes internos de una edificación. Este tipo de dificultades ocurre muchas veces, porque no se le toma la debida importancia a este elemento de origen brasileño, que surgió en la arquitectura moderna. En tal sentido se sugiere a los investigadores realizar estudios sobre análisis técnicos de este tipo de elementos arquitectónicos.

Con relación a la metodología usada, especialmente a la utilización de programas computacionales para calcular iluminación natural, es necesario mencionar que actualmente existe un reducido número de programas que puedan desarrollar modelos con geometrías complejas, como es el caso de los cobogós, elementos arquitectónicos compuesto por una gama de modelos con geometrías distintas, estas muchas veces no pueden ser realizadas o diseñadas dentro de las plataformas de diseño de los programas de simulación natural, recurriendo de esta forma a programas de diseño como es el caso del Revit, SketchUp, etc., para luego ser importados a las plataformas de los programas de simulación natural. Este tipo de importación muchas veces no es reconocida por el programa, generando de esta manera errores y/o distorsión de la geometría, esto es una dificultad encontrada que muchas veces imposibilita la realización de análisis de iluminación de geometrías complejas como es el caso del cobogó.

Por tal razón se recomienda a los investigadores y o desenvolvedores de programas de diseño y simulación computacional a la búsqueda de parámetros y/o variables que permitan el diseño y/o importación de geometrías complejas; esto ayudará con la realización de un buen análisis y sobre todo arrojará resultados allegados o con relación a la realidad estudiada.

## 9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 15575-1: **Edifícios habitacionais até 5 pavimentos** – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2008.

ABNT. NBR 15220: **Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. NBR. 8995-1-**Iluminação de ambientes de trabalho**. Rio de Janeiro, 2013.

AFONSO, A. **Revolução na arquitetura**: Recife, década de Trinta. Teresina: EDUFPI, 2001.

ALTOMONTE. S. Daylight for energy savings and psycho-physiological well-being in sustainable built environments. JOURNAL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT. 2008.

AMORIM, C. N. D. **Desempenho Térmico de Edificações e Simulação Computacional no Contexto da Arquitetura Bioclimática**: Estudo de Caso na Região de Brasília. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB, Brasília, 1997.

ANAMACO. Revista: Ranking Nacional das Lojas de Material de Construção 2016. Publicado em 2017. Disponível em: <http://www.revistaanamaco.com.br/o-que-e> . Acessado em: 03 Agosto. 2019.

ALZOUBI, H.H.; AL-ZOUBI, A.H. Assessment of building façade performance in terms of daylighting and the associated energy consumption in architectural spaces: Vertical and horizontal shading devices for southern exposure facades. ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT, v. 51, p. 1592–1599, 2010.

ARAUJO, V. M. D. **Propostas de elementos vazados para condições bioclimáticas na cidade de Natal**. In: Congresso de Iniciação científica da UFRN, 1999.

ARAÚJO, M.R.; GONÇALVES, V.; CABÚS, R. **Análise da iluminação natural a partir de elementos vazados**. 2007. ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. Anais..., 2007. Disponível en:

<http://www.ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/Artigos/An%C3%A1lise%20da%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20Natural%20a%20Partir%20de%20Elementos%20Vazados.pdf>. Acesso em: 03 Agosto. 2019.

ARAÚJO, C. V. de A. **Análise de componentes arquitetônicos para potencialização da ventilação natural com ênfase em captadores de vento.** Dissertação (Mestrado em Conforto no Ambiente Construído; Forma Urbana e Habitação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STTEMERS, K. **Daylighting in architecture: a European reference book.** London: Routledge, 1993.

BAKER et al. **Daylighting in Architecture.** A European Reference Book. Bruxelas: James & James Editors, 1998.

BAKER, N.; STEEMERS, K. **Daylight design of buildings: a handbook for architects and engineers.** London: Routledge, 2002. 260 p.

BITTENCOURT, L. **Efeito da Forma dos Elementos Vazados na Resistência Oferecida à Passagem da Ventilação Natural.** In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3 Gramado, 1995. Anais... Disponível em: <http://www.infohab.org.br/acervos/buscaautor/codigoAutor/3979> Acesso em: 03 Agosto. 2019.

BITTENCOURT, L. S.; OITICICA, M.L.G.R.; PADUA, A.; FONTAN, R. **Influência da Localização, dimensão e forma das janelas nos níveis de iluminação natural produzidos por céus encobertos.** In: Encontro Nacional Sobre Conforto No Ambiente Construído, 3; 1995, Gramado. Anais... Gramado: ANTAC, 1995.

BITTENCOURT, L. S. **Uso das cartas solares. Diretrizes para arquitetos.** 4ª Edição, EDUFAL, Maceió, 2004. 109 p.

BOGO, Amílcar José; PEREIRA, Fernando O. R.; CLARO, Anderson. **Controle solar e admissão de luz natural em aberturas com proteção solar.** In: X Encontro Nacional e VII Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, Anais. Natal: 2009. CD-ROM 1990-2009.

BUTERA, F. M. **Da caverna à casa ecológica. História do conforto e da energia.**

Tradução de Elza Bassetto. São Paulo: Nova Técnica, 2009.

BRAGA, M. **O concurso de Brasília: sete projetos para uma capital.** São Paulo, 2010.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia – MME. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. **Balço Energético Nacional 2017 (ano base 2016)** – Relatório Final 2017.

Disponível em: [https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2017.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf)

Acesso em: 03 Agosto. 2019.

BRUAND, Y. **Arquitetura contemporânea no Brasil.** Ed. Perspectiva. São Paulo. 2010.

CARAM, Rosana M.; et al. **Estudo da refletância de diferentes cores de tinta considerando seus efeitos para iluminação natural.** In: VI Encontro Nacional e III Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, Anais. São Paulo: 2001. CD-ROM 1990-2009.

CABÚS, R. **Validação do programa Troplux.** In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8. ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6. 2005, Maceió. Anais... Alagoas, 2005.

Disponível

em:

<http://www.ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/Artigos/Valida%C3%A7%C3%A3o%20do%20Programa%20Troplux.pdf> Acesso em: 03 Agosto. 2019.

CASTELLAN, Marina. **Revista LUME, 2007, Ed 26.** Disponível em: [http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed26/ed\\_26\\_Aula\\_Rapida.pdf](http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed26/ed_26_Aula_Rapida.pdf) . Acesso em: 03 Agosto. 2019.

CERVO, L.; BERVIAN, P. **Metodología Científica.** 5º. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

CINTRA, M. S. **Arquitetura e luz natural-A influência da profundidade de ambientes em edificações residenciais.** 2011. Universidade de Brasília-UNB, Brasília, 2011.

COLIN, S. **Técnicas construtivas do período colonial. Coisas da Arquitetura.**

Disponível em: <https://coisasdaarquitectura.wordpress.com/2010/09/06/tecnicas-construtivas-do-periodo-colonial-ii/> Acesso em: 03 Agosto. 2019.

CORBELLA, O. D.; CASTANHEIRA, R. G. **Sobre a necessidade de proteção da radiação solar incidente nas fachadas Sul, para edifícios situados entre as latitudes 10° e 35°.** In: VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano Sobre Conforto no Ambiente Construído. Anais. São Pedro, SP. CD-ROM 1990-2009.

CORDEIRO, A.C. **O Uso De Cobogós Como Uma Segunda Pele: Análise Do Desempenho Lumínico De Diferentes Geometrias Em Edifícios De Escritório.**

COTRIM, M. Fotografia do Reservatório d'Água de Olinda. In: Eu vi o modernismo nascer... foi no Recife. REVISTA VITRUVIUS, nº 131. 02. 2011.

CHING, D. K. **Dicionário visual de arquitetura.** São Paulo: Martins Fontes, 2000.

DE MASCARO, Lucia Raffo. Energia na edificação: estratégia para minimizar seu consumo. Projeto, 1991.

DORNELLES, K. A. Absortância Solar de Superfícies Opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílicos e PVA. Campinas, 2008. 160 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257698/1/Dornelles\\_KelenAlmeida\\_D.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257698/1/Dornelles_KelenAlmeida_D.pdf) Acesso em: 03 Agosto. 2019.

EKREN, N.; DURSUN, B.; AYKUT, E. Lighting computer programs in lighting technology. Gazi University Journal of Science, v. 21, n. 1, p. 15-20, 2008.

ELLA NETWORK. **Adaptación y mitigación del cambio climático en zonas urbanas.** 2013. Disponível em: <http://ella.practicalaction.org/es/knowledge-guide/city-level-climate-change-mitigation-and-adaptation/>. Acesso em: 03 Agosto. 2019.

EL-SHORBAGY, A. M. Traditional Islamic-Arab house: vocabulary and syntax. INTERNATIONAL JOURNAL OF CIVIL & ENVIRONMENTAL ENGINEERING IJCEE-IJENS, 2010.

EPE- Empresa de Pesquisa Energética. **Balanzo Energético Nacional 2017 (año base 2016)** – Relatório Final 2017. Disponible en: [https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2017.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf). Acceso en: 03 Agosto. 2019.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

FATHY, H. **Architecture for the poor: an experiment in rural Egypt**. University of Chicago, 2010.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 3. ed. São Paulo: Positivo, 2004.

FICARELLI, L. **The Domestic Architecture in Egypt between Past and Present: The Passive Cooling in Traditional Construction**. En THIRD INTERNATIONAL CONGRESS ON CONSTRUCTION HISTORY. Proceedings... Berlin Neunplus1, 2009.

FIGUEIRÓ, Mariana. **A Luz e a sua relação com a saúde**. LUME, São Paulo, Ano VIII, nº 44, junho de 2010.

FINOTTI, L. **Escola Est. Professora Júlia Kubitschek in: fotografia**, Revista Projeto Design na Edição. 334. São Paulo. Acceso en: 26 abril. 2018.

FOZ DO IGUAÇU. **Código de Obras e Edificações do município**. Leis complementar nº 3 data 16 de julho de 1991 [Internet]. 1991 Disponible en: <http://www.pmfi.pr.gov.br/Portal/VisualizaObj.aspx?IDObj=1218> Acceso en: 03 Agosto. 2019.

FREEWAN, A. A. Y. **Impact of external shading devices on termal and daylighting performance of offices in hot climate regions**. Solar Energy, v.102, 2014.

FREEWAN, A. A. **Developing daylight devices matrix with special integration with building design process**. Sustainable Cities and Society, v. 15, p. 144–152, jul. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2014.11.003> Acceso en: 03 Agosto. 2019.

- FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. Studio Nobel, 1995.
- GARROCHO, J. S. **Luz natural e projeto de arquitetura: estratégias para iluminação zenital em centros de compras**. 2005. 129f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.
- GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. Sao Paulo: Editora Atlas, 2002.
- GOMES, R. V. **O Magrebe e o Gharb al-Andaluz: testemunhos arqueológicos e simetrias culturais (séculos VIII-XIII)**. Camões Revista de Letras e Culturas Lusófonas. v. 17-18, p. 110-124. 2004. ISSN 0874-3029.
- GOODWIN, P. L. **Brazil builds: architecture old and new: 1652-1942**. Nova York: The Museum of Modern Art, 1943.
- GUERRA, M. R. **Arquitectura Bioclimática como parte fundamental para el ahorro de energía en edificaciones**. Ed., Don Bosco, El Salvador, 2013.
- HANDBOOK, ASHRAE. **Fundamentals 2001**. ASHRAE, Atlanta, USA, 2001.
- HENSEL, M. **Performance-Oriented Design: Precursors and Potentials**. Londres: Architectural Design, 2008.
- HOLANDA, A de. **Roteiro para construir no Nordeste**. Arquitetura como lugar ameno nos trópicos ensolarados. Recife: UFPE, 1976.
- HOPKINSON, R. G.; PETHERBRIDGE, P.; LONGMORE, J. **Iluminação Natural**. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 1975. Tradução do original inglês intitulado: Daylighting. London 1966.
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia y Estadística. In: Mapa de climas de Brasil. Disponible en: <http://mapas.ibge.gov.br/tematicos> . Acceso en: 03 Agosto. 2019.
- IEA – INTERNATIONAL AGENCY ENERGY. **Atlas of Energy In: Atlas: Energy Balance**. Disponible en: <http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/-1002896040> Acceso en: 03 Agosto. 2019.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Regulamento técnico de qualidade (RTQ – R) do nível de eficiência energética de edificações residenciais.** 2012. Disponível en: <http://www.inmetro.gov.br> Acceso en: 03 Agosto. 2019.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Calentamiento global de 1.5 ° C. Un informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1.5 ° C por encima de los niveles preindustriales y las vías de emisión de gases de efecto invernadero globales relacionadas, en el contexto de fortalecer la respuesta global a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos para erradicar la pobreza [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, PR Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, JBR Matthews, Y. Chen, X. Zhou, MI Gomis, E Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 2018. 32 pp. Disponível en: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/> Acceso en: 03 Agosto. 2019.

KARLEN, M. B, J. **Lighting design basics.** Hoboken, New Jersey: John Wiley, 2004.

KON, N. **Imagens de Arquitetura e Cidades** In: Arquiteturas Brasileira Moderna e Contemporânea. São Paulo S/D. Disponível en: <http://www.nelsonkon.com.br/entrada.asp> Acceso en: 03 Agosto. 2019.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: PW, 1997.

LAMBERTS, R., TRIANA, M. A., FOSSATI, M., & BATISTA, J. **Sustentabilidade nas Edificações:** Contexto internacional e algumas referências brasileiras a área. 3º. ed. Florianópolis: Labee, 2014.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura.** 3.ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS PROCEL, 2014. 382 p. Disponível en: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Livro%20%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20na%20Arquitetura.pdf> Acceso en: 03 Agosto. 2019.

LIMA, Manoelita C. **Monografia: A engenharia da produção acadêmica.** São Paulo:

Saraiva, 2004.

MAIOLI, R. N.; ALVAREZ, C.E. **Análise da utilização de prateleiras de luz em Vitória-ES (Brasil)**. Revista Hábitat Sustentable, v. 3, n. 1, p. 37-46, 2013. Disponível em: <http://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/Artigo3421058.pdf> . Acesso em: 03 Agosto. 2019.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed.-São Paulo: Atlas. 2003.

MARIANNO, J. **Influências muçulmanas na arquitetura tradicional brasileira**. Editora A Noite, 1943.

MARTAU, Betina T. **A luz além da visão**. Lume, Ano VII, nº 38. São Paulo: junho de 2009.

MELLO, E. K. de. **A herança mourisca da arquitetura no Brasil**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 1974.

MINDLIN, H. **Arquitetura moderna no Brasil**. Ed. Colibris. Rio de Janeiro, 1956.

MORAES, O.; SCARAZZATO, P. S. **Iluminação natural no meio urbano**: estudo de caso com o método dos indicadores de altura admissíveis aplicado a Campinas, SP. Anais. ENCAC – COTEDI 2003. Curitiba 2003.

NAPIER, J. **Climate based façade design for business buildings with examples from central London**. Buildings, v.5,n.1,p.16–38,jan.2015. <http://dx.doi.org/10.3390/buildings5010016> Acesso em: 03 Agosto. 2019.

NERY, E. **A obra em tempos vários**. Recife, 1999.

NIELSEN, M. V; SVENDSEN, S.; JENSEN, L. B. Quantifying the potential of automated dynamic shading in office through integrated simulations of energy and daylight. SOLAR ENERGY, V. 85, 2011.

OLGYAY, V.; OLGAY, A. **Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism**. New and expanded edition, Princeton University Press,

1963.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças. **Sistemas, organização e métodos: uma abordagem gerencial**. São Paulo: Atlas, 13a Ed, 2002.

PALLONE, S. A arquitetura da felicidade: beleza ou funcionalidade? Um passeio pela história e pela filosofia da arquitetura oferece algumas pistas. 2010.

PAULERT, R. Uso de elementos vazados na arquitetura: Estudo de três obras educacionais contemporâneas. Dissertação de mestrado Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

PEREIRA, F. O. Luminous and termal performance of window shading and sunlighting reflecting devices. Tese (Doctorado en Architectural Studiens). School of Architecture, University of Sheffield, 1992.

PEREIRA, F. O. **Luz solar direta: tecnologia para melhoria do ambiente lumínico e economia de energia na edificação**. In: 2º Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, ANAIS. Florianópolis: ANTAC, ABERGO, SOBRAC, 1993.

PINTO, E.; FREYRE, G. **Muxarabis & balcões**: e outros ensaios. Companhia Editora Nacional. 1958.

RABBAT, R. M. C. Introdução ao desenvolvimento de esquadrias de madeira de eucalipto para habitação de interesse social. São Paulo. 1988.

REINHART, C. F.; MARDALJEVIC, J; ROGERS, Z. **Dynamic Daylight performance metrics for sustainable building design**. NRCC-48669. 2006.

REINHART, C. F. **Tutorial on the Use of Daysim Simulations for Sustainable Design**. Harvard University Graduate School of Design, Cambridge, USA. 2010.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. 2ed. Porto Alegre. D.D. Luzzatto Editores, 1986.

RODRIGUES, J. W. **Documentário arquitetônico: relativo à antiga construção civil no Brasil**. Ed. Itatiaia, 1979.

ROMERO, M.A.B. **Princípios Bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo, PROJETO, 1988.

RORIZ M. **ZBBR - Zoneamento Bioclimático do Brasil** - UFSCar [Internet]. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LABEEE. 2004. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/zbbr>. Acesso em: 03 Agosto. 2019.

RUIZ, João Álvaro. **Metodología científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

SAKARAGUI, D.S.; HARRIS, A.L.N.C. **Método de design de fachadas de cobogós para a filtragem da luz natural**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa & Desenvolvimento em Design, 9., 2010. Anais... Disponível em: [http://www.fec.unicamp.br/~laforma/art/2010\\_P&D-paper-69491.pdf](http://www.fec.unicamp.br/~laforma/art/2010_P&D-paper-69491.pdf) Acesso em: 03 Agosto. 2019.

SANTOS, L.S. **Requisitos de iluminação natural nos sistemas de avaliação de edifícios energéticos em edificações comerciais no Brasil**. 2012. 120f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Civil do Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

SCARAZZATO, Paulo Sergio. **Dia Luminoso Típico: conceituação e aplicação**. In: III Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Gramado, 1995. Anais. ANTAC. CD-ROM 1990-2009.

SEVERINO, Antônio J. **Metodología do trabalho científico**. 23. Ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SACHT, M. H. **Modulos de Fachadas para reabilitaco Eco- Eficiente de Edifícios**. Tesis de Doctorado, Escuela de ingenieria de la Universidad del Minho. Portugal, 2012.

SHEN, H.; TZEMPELIKOS, A. Sensitivity analysis on daylighting and energy performance of perimeter offices with automated shading. *BUILDING AND ENVIROMENT*, [S.1.], v. 59 [S. n.], 2013.

SILVA, G. G. **Marcos da arquitetura moderna em Pernambuco**. In: Revista Projeto. Edição especial. 1988.

SOUZA, M. B. **Potencialidade de aproveitamento da luz natural através da utilização de sistemas automáticos de controle para economia de energia elétrica**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina: 2003.

SZOKOLAY, STEVEN VAJK. Thermal design of buildings. RAlA Education Division, 1987.

VIANNA, Nelson S., GONÇALVES, Joana C. **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: Ed Geros Ltda, 2007.

WISNIK, G. **Lúcio Costa**. Ed. Cosac Naify. São Paulo. 2001.

YILDIZ, Y.; ARSAN, Z. D. Identification of the building parameters that influence heating and cooling energy loads for apartment buildings in hot- humid climates. ENERGY, [S.1.], v. 36 [S.n.], 2011.

## 8 APÉNDICES

### 8.1 APÉNDICE 01



