

---

# LA PIEL DE LA ARQUITECTURA MODERNA BRASILEÑA:

**LAS SOLUCIONES DE LA ENVOLVENTE A LA LUZ DE LOS CONCEPTOS DE LA  
ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA**

**ÁMBITOS DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE EN LA ARQUITECTURA DE LA  
UPC - UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA**

**AUTOR: AUGUSTO ALVARENGA**

**DIRECTORES DE LA TESIS: JAUME AVELLANEDA Y JOSE MARÍA GONZÁLEZ**

Barcelona, mayo de 2013

**TERCERA PARTE: APLICACIÓN DE LOS  
CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEFINIDOS  
PREVIAMENTE EN EL ANÁLISIS DE CASOS**



Figura de portada: Las carpinterías de la casa Olivo Gomes, Arquitecto Rino Levi. São José dos Campos, SP

**CAPÍTULO 5 - ESTUDIO DE LAS ENVOLVENTES  
DE OCHO EDIFICIOS MODERNOS**

## 5.1 CRITERIOS DE ELECCIÓN

En la elección de los edificios se han seguido algunos criterios básicos. En primer lugar, han sido elegidas las obras que se caracterizan por la diversidad y la originalidad en el diseño de la envolvente. Además, hemos buscado proyectos reconocidos y presentes en varias publicaciones de gran credibilidad, lo que demuestra la calidad arquitectónica de éstos. Dos de los proyectos son obras construidas en la ciudad natal del autor de la tesis, asumiendo un criterio de reconocimiento regional y de valoración de la arquitectura moderna que ha sido muy importante en la provincia de Espírito Santo. Otro aspecto importante es que las obras estuviesen en distintas zonas de Brasil y que representasen distintas tipologías de uso (residencial, escolar, institucional, etc.).

Los criterios definidos anteriormente, sobre todo el conjunto de recomendaciones propuestas por Armando de Holanda, serán los parámetros clave para describir estos edificios. Se describirá la eficacia de cada solución, tomando el ejemplo de estos ocho edificios que son caracterizados principalmente por la utilización de varias soluciones de la envolvente, armonizando estas pieles con la composición plástica de la obra en general.

Para facilitar el entendimiento de cada una de las obras y para hacer viable la evaluación de la orientación solar y de la penetración del viento, ha sido creado un modelo virtual (fig. 5.1) de cada una de las obras elegidas, como forma de contribuir a la comprensión y evaluación de la envolvente en relación con el clima de cada

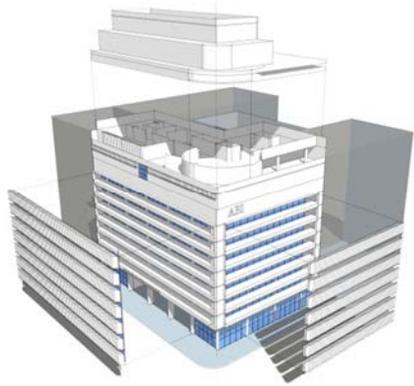
lugar. Estos modelos están basados en la literatura, en los proyectos y en visitas que fueron realizadas a todas las obras. Las obras elegidas en orden cronológica son:

1. El edificio de la sede de la Asociación Brasileña de Prensa - ABI, los hermanos Roberto, 1936. Río de Janeiro, RJ.
2. Ministerio de la Educación y Salud - MES, Carlos Leão, Oscar Niemeyer, Affonso Reidy, Ernani Vasconcellos y Jorge Machado Moreira, 1936. Río de Janeiro, RJ.
3. Residencia Olivo Gomes, Rino Levi, 1940. São José dos Campos, SP.
4. Residencia del Barón de Saavedra, Lucio Costa, 1942. Corrêas, Petrópolis, RJ.
5. Edificio Bristol – Parque Guinle, Lucio Costa, 1948. Rio de Janeiro, RJ.
6. Guardería Ernestina Pessoa, Francisco Bolonha, 1952. Vitória, ES.
7. Escuela Estatal de Espírito Santo, Élio de Almeida Vianna, 1954. Vitória, ES.
8. Edificio Concórdia, Rino Levi, 1955. São Paulo, SP.

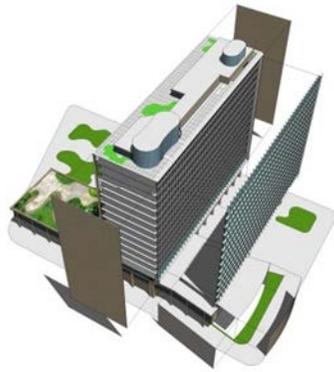
## 5.2 SECUENCIA DE EVALUACIÓN

Para la evaluación de los edificios ha sido adoptada la siguiente secuencia: En primer lugar, se presenta la ubicación del edificio en el país y un resumen de los datos climáticos del sitio donde está insertado. Los datos completos están en el anexo 1 de la tesis. A continuación, se ha hecho una descripción histórica y morfológica de los edificios. Sólo entonces se presenta la evaluación propiamente dicha, con un análisis cualitativo inicial, la evaluación del edificio en relación con los dispositivos de protección o aprovechamiento de la energía del sol (la piel para la sombra), sus

dispositivos y estrategias para garantizar la ventilación (la piel para el viento) y una descripción de los procesos constructivos utilizados en la construcción de la envolvente del objeto estudiado (la construcción de la piel).



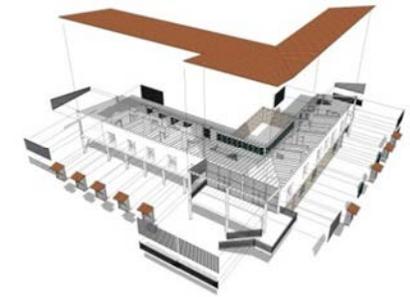
a)



b)



c)



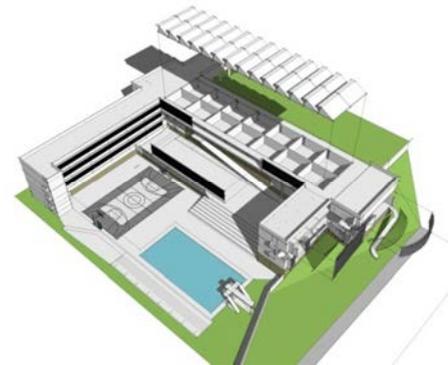
d)



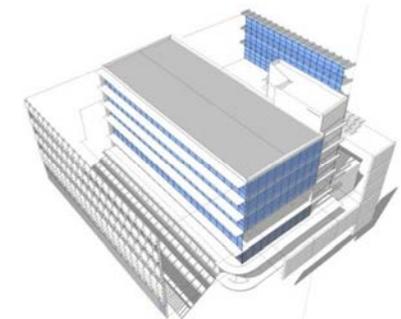
e)



f)



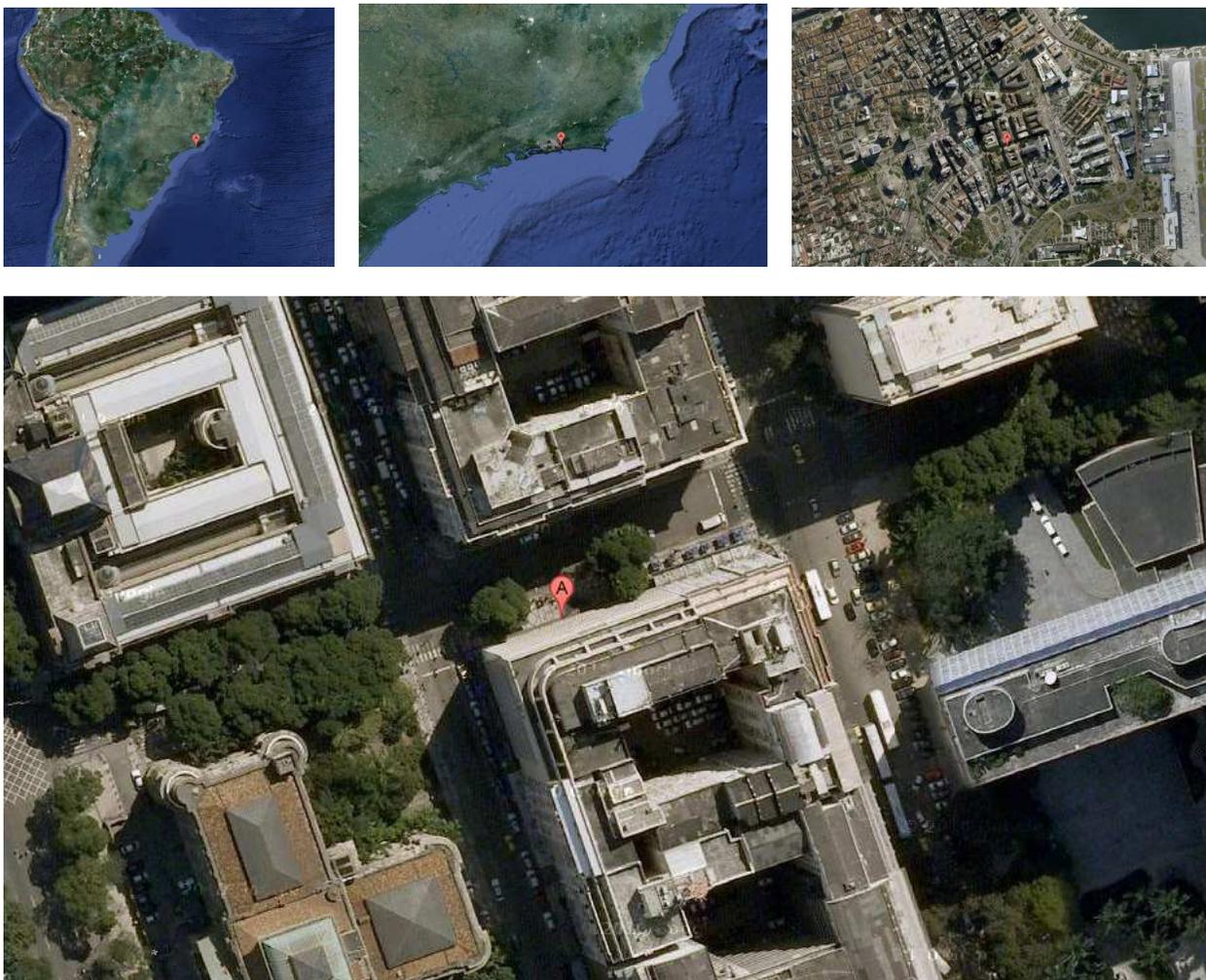
g)



h)

5.1 – Modelos 3d de los ocho edificios: a: ABI, b: MES, c: Residencia Olivo Gomes, d: Residencia del Barão de Saavedra, e: Edifício Bristol, f: Guardería Ernestina Pessoa, g: Escola Estadual. h: Edifício Concórdia (Imágenes producidas por el autor).

## 5.2 EDIFICIO SEDE DE LA ABI – LOS HERMANOS ROBERTO, 1936. RÍO DE JANEIRO, RJ



### **Clima** tropical atlántico

- Media anual de las temperaturas: 23,1° C
- Medias máximas mensuales: 26,1° C
- Medias mínimas mensuales: 20° C
- Medias anuales de las temperaturas máximas: 36,2° C
- Medias anuales de las temperaturas mínimas: 13,8° C
- Mes más frío: junio
- Meses con más lluvias: diciembre, enero, febrero y marzo
- Humedad relativa del aire, media anual: 84,6%

**Latitud:** 22,90° Sur

**Longitud:** 43,18° Oeste

5.2 – La ubicación del edificio ([www.google.com.br/maps](http://www.google.com.br/maps). Acceso en noviembre de 2011).



5.3 - La implantación del edificio del ABI en la manzana. (ABI, 2011)

Construido en tres años, de 1936 a 1939, el edificio se destaca porque fue donde se utilizó por primera vez el brise-soleil y otros elementos que marcan la evolución de la arquitectura moderna, como la estructura independiente, la terraza jardín, la fachada libre y la planta libre.

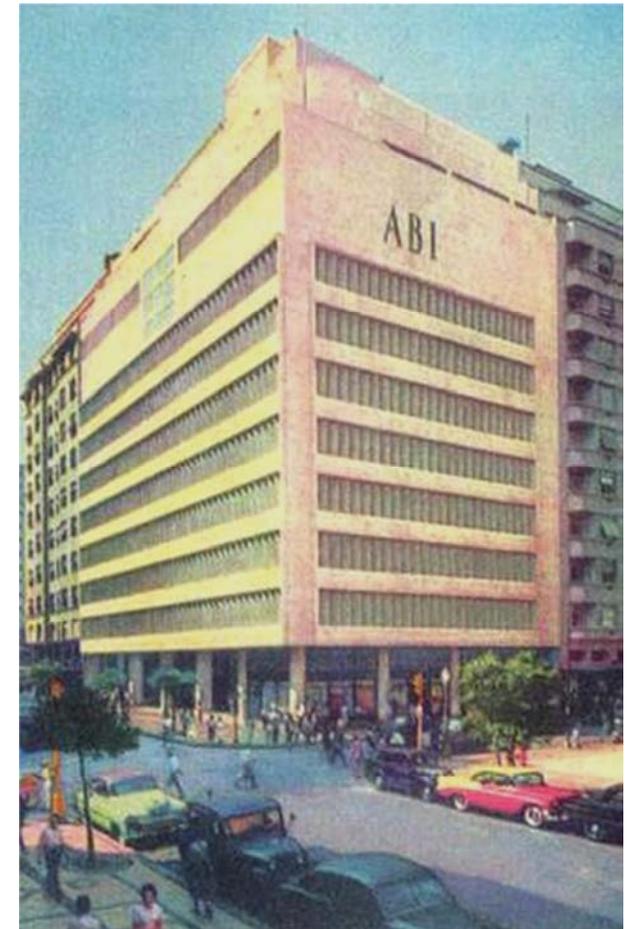
El terreno se encuentra en la zona plana procedente del desmantelamiento de la Colina del Castillo. La ocupación de esta zona de expansión del centro de Río de Janeiro formó parte del plan urbanístico elaborado por el urbanista francés Alfred Agache<sup>1</sup> entre 1928 y 1930. El sitio, por lo tanto, tenía normativas urbanas definidas, pero pocos edificios habían sido concluidos hasta entonces. El terreno está ubicado en la esquina de la calle del México con la calle Araújo Porto Alegre, donde su ocupación es particular en el contexto del barrio urbano tradicional y los códigos urbanos con las condicionantes del Plan Agache. Tales códigos establecían una estructura de bloques periféricos para el centro de Río de Janeiro, proporcionando fachadas en línea y volúmenes uniformes con patios internos amplios para la iluminación, ventilación y aparcamiento. Debido a su ubicación, el solar de la ABI tenía que ser un bloque uniforme e indiferenciado en la manzana periférica, pero

---

<sup>1</sup> Alfred Agache fue un arquitecto francés, conocido por haber planeado la urbanización de las ciudades brasileñas como Río de Janeiro, Recife, Porto Alegre y Curitiba entre los años 1940 y 1950. En Río de Janeiro el proyecto se llamó el Plan Agache. El plan de renovación urbana de la ciudad de Río de Janeiro se preparó al final de la década de 1920, a petición del entonces alcalde Antonio Prado Junior.

estaba en la posición privilegiada de la esquina (fig. 5.3). Por otra parte, el tema de un edificio para una institución privada conllevaba la cuestión del carácter arquitectónico adecuado a la nueva sede de la ABI, un factor que debería distinguirlo de los componentes más convencionales de las manzanas centrales de la ciudad, tales como edificios de viviendas u oficinas (PEREIRA, 1993).

El edificio se construye en un bloque purista, monocromo y unitario (fig. 5.4). La ocultación total de las ventanas longitudinales por los quiebrasoles subraya la unidad del volumen. La plasticidad sin precedentes del edificio, responsable de su repercusión internacional, no es una mera formalidad: es la solución a un problema de confort térmico y de pensamiento estético, no sólo técnico. Además, los quiebrasoles pioneros de Le Corbusier quedaron sólo en el dibujo, mientras que la ABI representa el primer uso sistemático de los brises a nivel mundial en un proyecto ejecutado. El uso de este sistema a lo largo de las dos fachadas oculta las ventanas empotradas para formar un pasillo de dispersión del calor, creando una fachada absolutamente única en su modernidad abstracta, además de la eficiencia como elemento de protección ambiental (PEREIRA, 1993).



5.4 – Foto coloreada de la ABI en finales de los 50 (DECOUT, 2011).

El partido del edificio destaca la solución de la planta baja, donde el acceso obligatorio al aparcamiento se combina con el acceso al vestíbulo de entrada, formando un único espacio abierto a la calle, estructurado sobre pilotes. El carácter público, permeable y fluido lo convierte en un verdadero portal de entrada del vestíbulo del edificio, que alberga la llegada y salida de peatones y automóviles. Por lo tanto, el uso de los "pilotis" no conforma una planta baja con énfasis en la permeabilidad, sino que establece un pórtico de naturaleza clásica para proporcionar un vacío entre dos volúmenes llenos. Los dos extremos cerrados de la planta baja, encierran los espacios comerciales para alquiler (fig. 5.5). En los pisos superiores, las partes con la división fija (circulación vertical y aseos) se concentran a lo largo



5.5 – El nuevo edificio y la relación con el espacio público: los "pilotis". (GUTIERREZ & LABAKI, 2005)

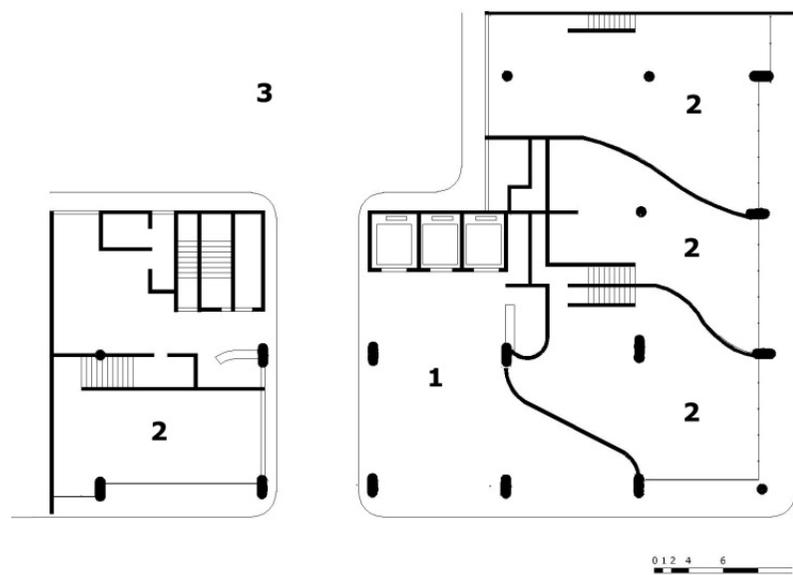


5.6 – Vista interna del acceso al auditorio. (ABI, 2011)

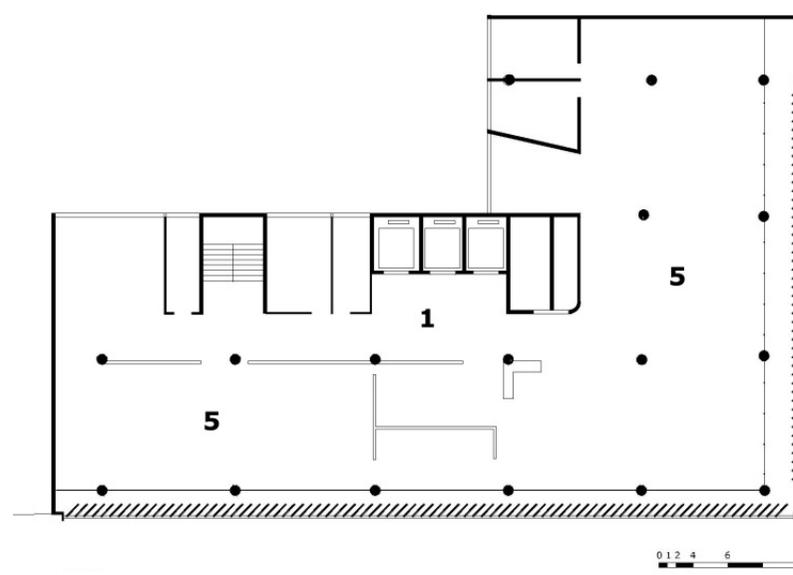


5.7 – Vista interna de los espacios de trabajo con las carpinterías que permiten el cruce del aire por los cuadros superiores y con las puertas correderas de integración con los pasillos externos. (ABI, 2011)

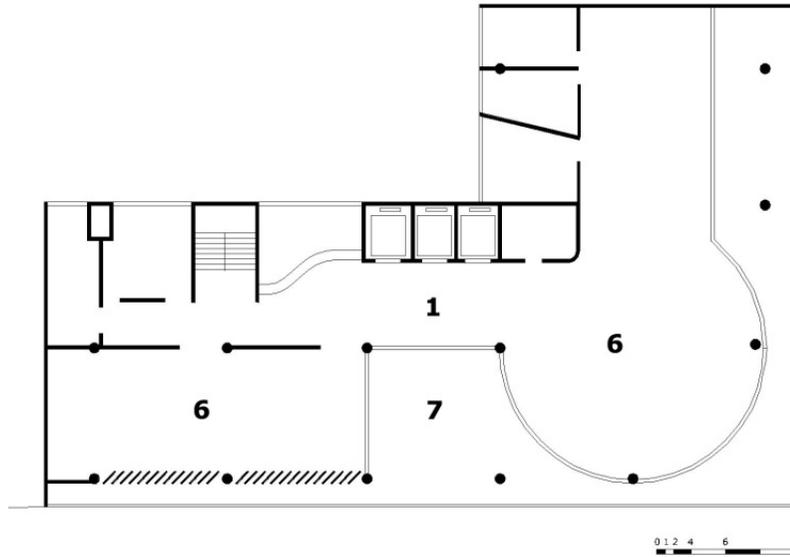
del ala Sur, hacia el interior del bloque, permitiendo que el resto del piso esté ocupado por el gran salón abierto, de compartimentos flexibles. Los pisos siguen la modulación estructural de los "pilotis", con el uso del forjado reticular, por lo tanto, sin vigas aparentes. El octavo piso tiene doble altura, destinado a los grandes eventos: en la parte inferior (octava planta) se encuentra la sala de exposiciones y las sillas del auditorio, mientras que el último piso (noveno piso) tiene el entrepiso y el salón del auditorio. En este piso de doble altura, se retira el pasillo externo (fig. 5.6), el espacio interno va hasta la cara externa del edificio y el sistema de fenestración es diferente.



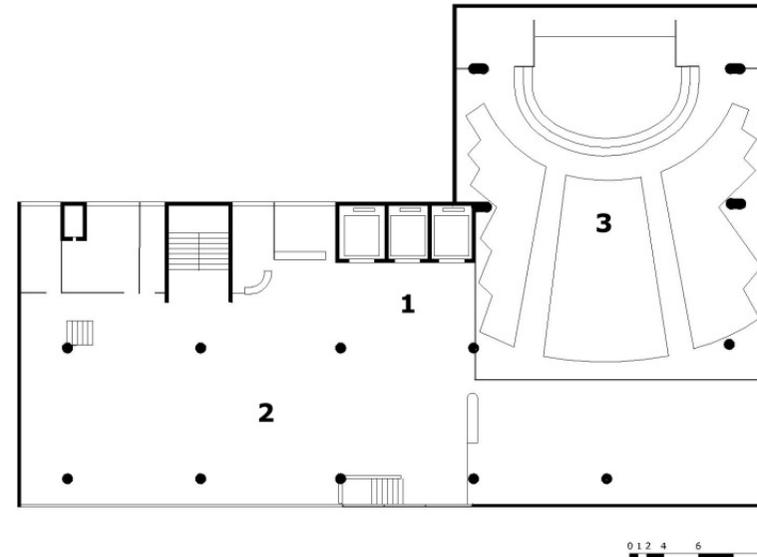
5.8 – Planta baja del edificio de la ABI (1: vestíbulo de acceso; 2: tiendas; 3: plaza interior)



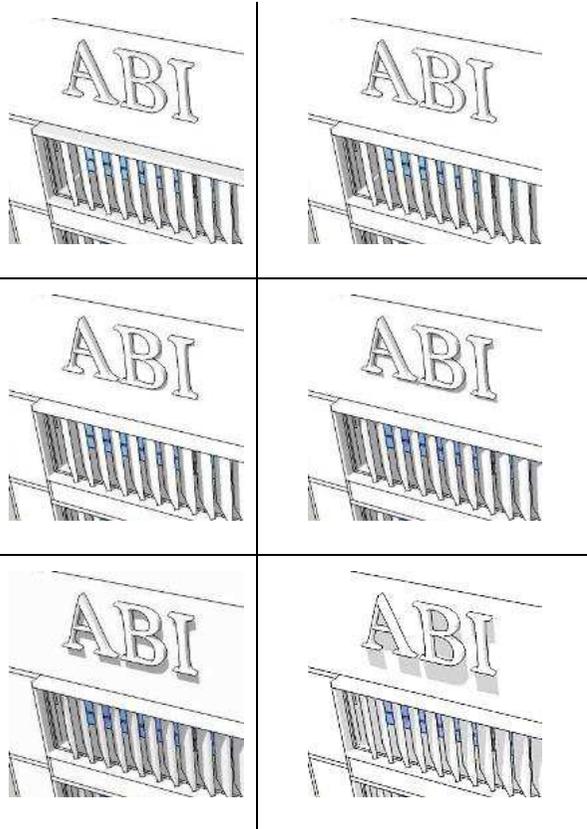
5.9 – Planta de los pavimentos típicos del edificio de la ABI (1: vestíbulo de acceso; 2: oficinas)



5.10 – Planta del pavimento de recreación del edificio de la ABI. (1: vestíbulo de acceso; 6: espacios de ocio; 7: terraza cubierta)



5.11 – Planta del pavimento de reunión del edificio de la ABI (1: vestíbulo de acceso; 2: recibidor; 3: auditorio)



5.12 – ABI – Secuencia de la insolación en el mes de enero comprobando la eficiencia de los brises. (Modelo 3d producido por el autor)

El edificio de la ABI fue incluido como patrimonio por la Oficina de Patrimonio Brasileña en 1965. Su principal característica es la unidad, que le confiere la tónica del conjunto, tanto en la solución plástica como en la estructural. "Sus soluciones continúan siendo adaptadas para otros proyectos y su estilo de construcción nunca ha sido igualado", dijo Roberto Mauricio, en un testimonio en 1948. "La sede de la ABI permanece como un edificio único en la ciudad. Tan necesario para ésta como el Pan de Azúcar y el Corcovado" (ABI, 2011)

#### 5.2.1 EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA ABI

Con relación a los aspectos bioclimáticos, en la ABI se han adoptado un conjunto de soluciones muy sencillas y eficaces, con una gran consistencia en el estilo arquitectónico, frente a un edificio construido en una manzana densa de Río de Janeiro. En cuanto a las recomendaciones de HOLANDA (1976), el edificio cuenta con una completa estandarización de los brises (construir con poco), protege las aperturas de manera eficiente (empotrar las paredes y proteger las ventanas), trabaja con el concepto de planta libre en espacios completamente integrados (continuar espacios), además de crear espacios públicos y galerías cubiertas (crear una sombra), (fig. 5.13). Un hermoso edificio que ocupa de manera integral la parcela de la ciudad a su disposición, dominándola (construir frondoso).

El sistema de doble piel en toda su fachada crea una gran área de pasillo alrededor de los pisos, formando porches protegidos por los brises fijos idénticos, y creando una transición entre el centro urbano de alta densidad, con el clima cálido de Río de Janeiro, y los espacios interiores del edificio. Este espacio permite la circulación del aire y funciona como un pasillo para el acceso a las distintas zonas del edificio. La

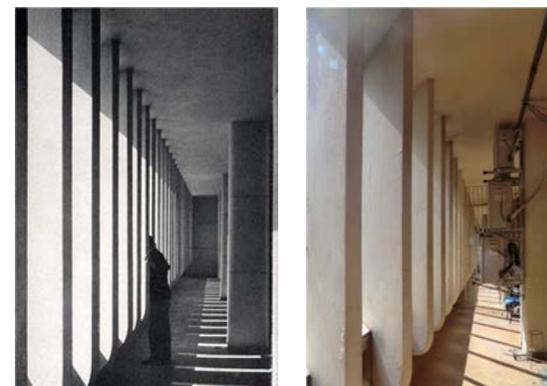
humedad relativa de Río de Janeiro es muy alta durante todo el año. Por lo tanto, es esencial facilitar el movimiento del aire con el fin de ayudar a los mecanismos de la evapotranspiración, el principal proceso de regulación de la temperatura interna de los seres humanos en situaciones de calor.

El edificio está implantado parcialmente sobre pilotes, que en la planta baja comparten espacios para tiendas. La doble altura del gran recibidor ofrece una escala proporcional al edificio. El tema de los "pilotis", como hemos visto, no se adapta a implantaciones en suelo urbano confinadas entre los muros y otros edificios. Los hermanos Roberto, sin embargo, fueron capaces de utilizar el precepto de Le Corbusier en su función básica: mantener el acceso al edificio de carácter público como una continuación del espacio de la ciudad, ampliándolo.

La Terraza Jardín, otro punto para adaptarse a la realidad del clima en Brasil, está ocupado, en el edificio de la ABI, por el piso del auditorio y eventos, el que sí tiene un aspecto de uso público, con balcones para permitir la contemplación de la ciudad. Una vez más, los hermanos Roberto demostraron madurez en la adaptación de los preceptos racionalistas.

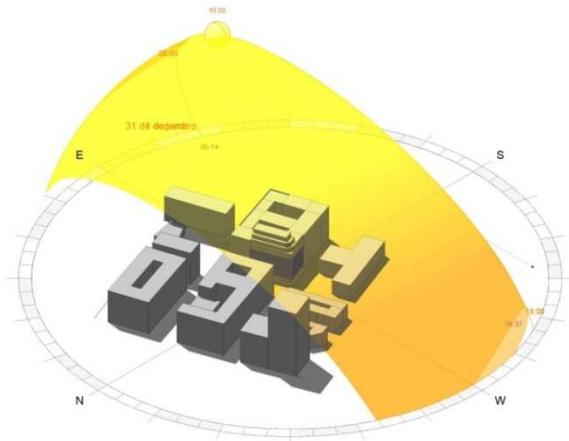
### 5.2.2 LA PIEL PARA LA SOMBRA EN LA ABI

Se percibe que las dos fachadas reciben el sol predominantemente en el periodo vespertino que, en esta latitud no es bienvenido en ninguna estación del año, sobretodo por tratarse de un edificio de oficinas, donde es muy difícil trabajar con la incidencia solar directa. Por lo tanto, el diseño de los brises fijos verticales se

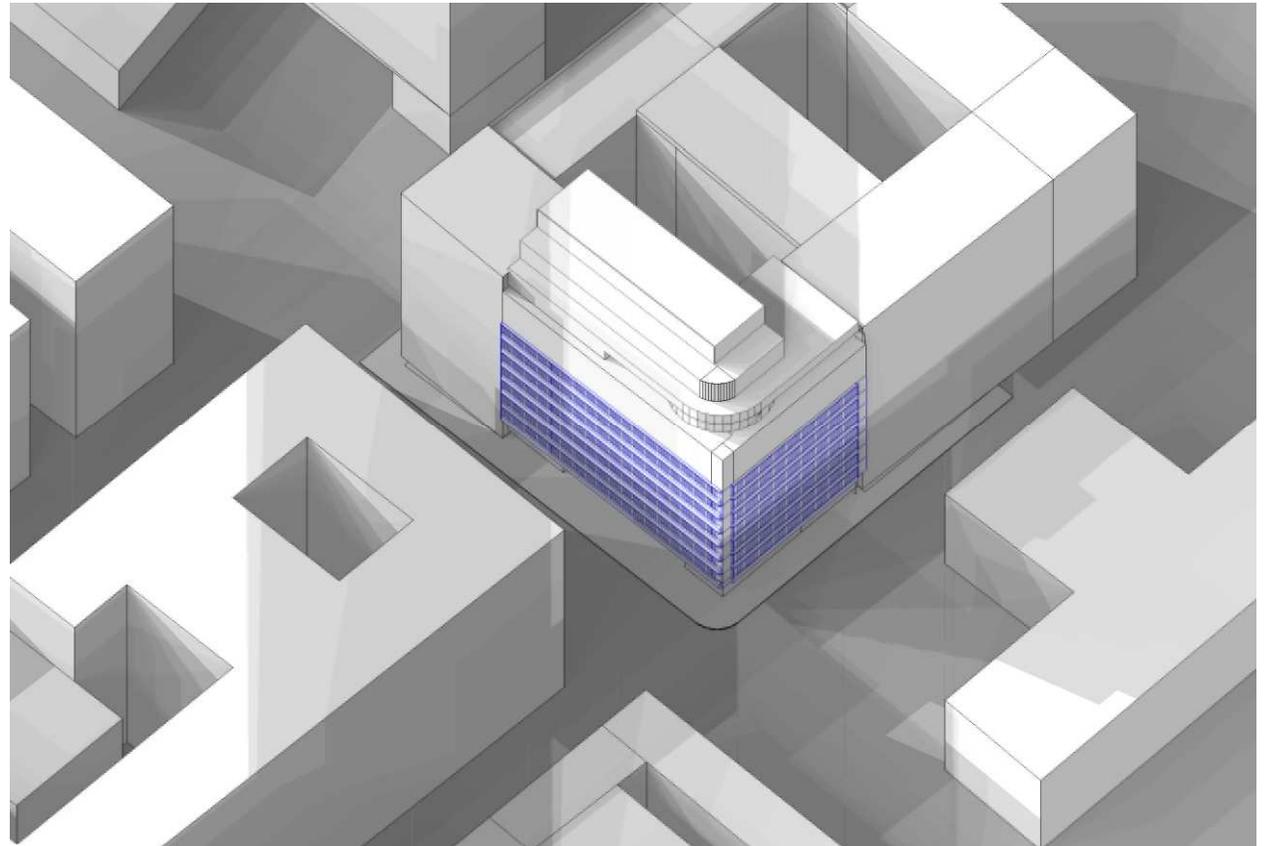


5.13 – Vista interna de los espacios del pasillo en el uso original ([www.vitruvius.com.br](http://www.vitruvius.com.br)) y hoy (Acervo del autor), utilizado para las bombas de calor dos aparatos de acondicionamiento.

presenta muy eficiente para la protección del edificio, bloqueando justamente la incidencia principal, sin impedir la circulación del aire.



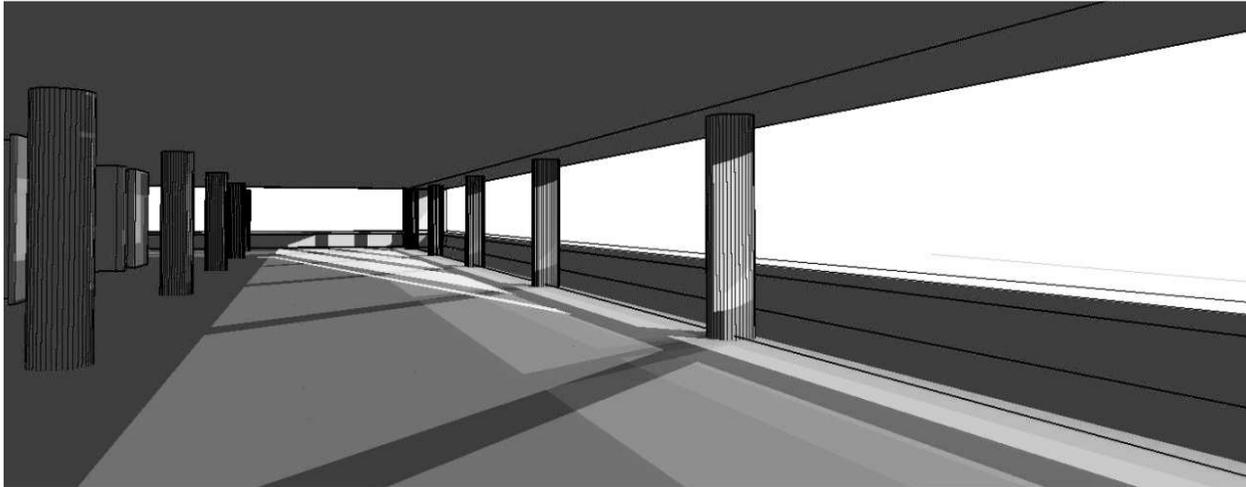
5.14- La trayectoria solar se representa en color amarillo con la posición del sol en todos los días durante todo un año en la ciudad de Rio de Janeiro. El edificio del ABI está marcado en azul, en el centro, y todos los edificios que hacen sombra en él están representados también. (Simulación producida con Vasari)



5.15- Vista de la sombra durante todo el día del solsticio del verano. Las sombras: las más oscuras en las zonas más sombreadas y las totalmente blancas en las áreas que no reciben ningún tipo de sombra. (Simulación producida con Ecotect)

En la evaluación desde el punto de vista interno de la planta típica, se observa que, sin los brises, hay una incidencia de sol importante en toda la superficie, lo que comprometería el acondicionamiento de los espacios. En el modelo mostrado en la

figura 5.16 y 5.17, se percibe que, con los brises, la luz solar directa se impidió casi por completo.

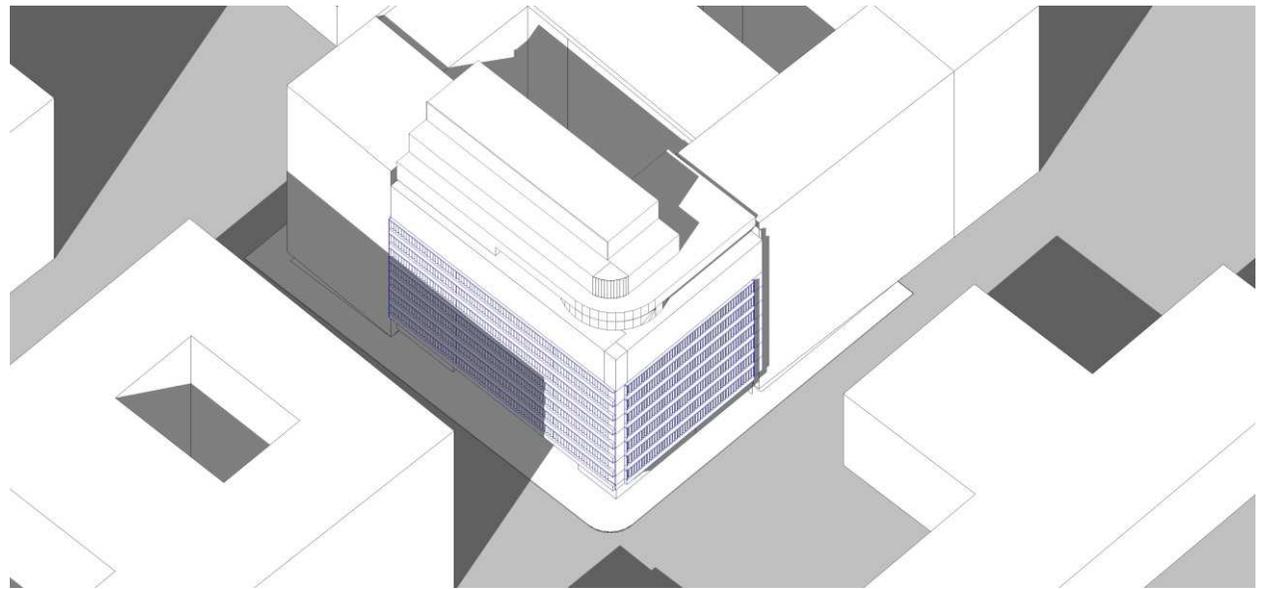


5.16- La sombra durante todo el día del solsticio de verano sin los brises de protección. (Simulación producida con Ecotect)

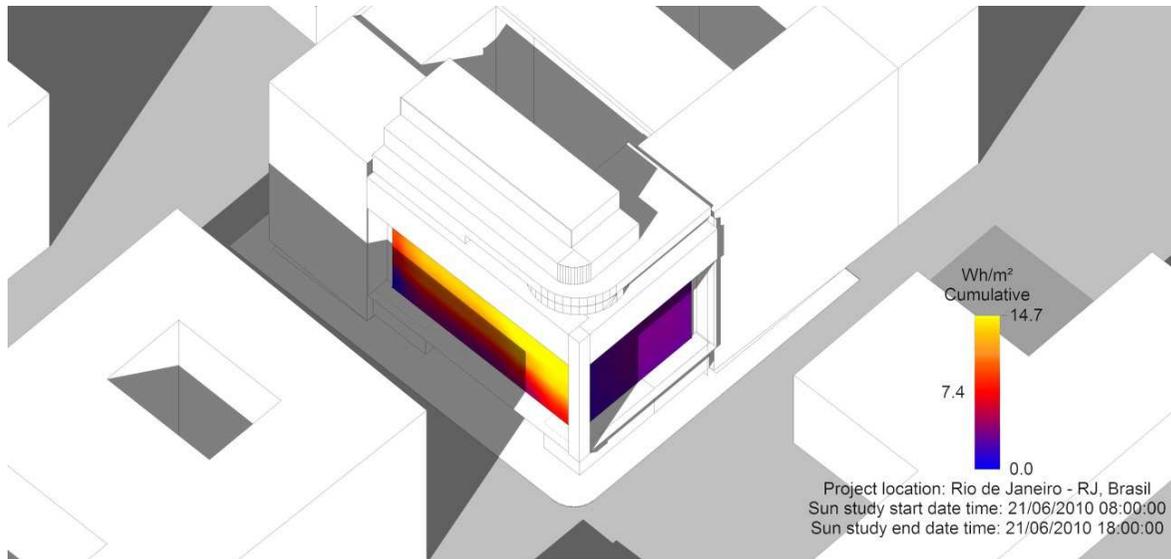


5.17- La sombra durante todo el día del solsticio de verano con los brises. Se observa que sigue una pequeña banda de la luz del sol en el pasillo exterior del edificio, el resto de la luz fue bloqueada por estos dispositivos.

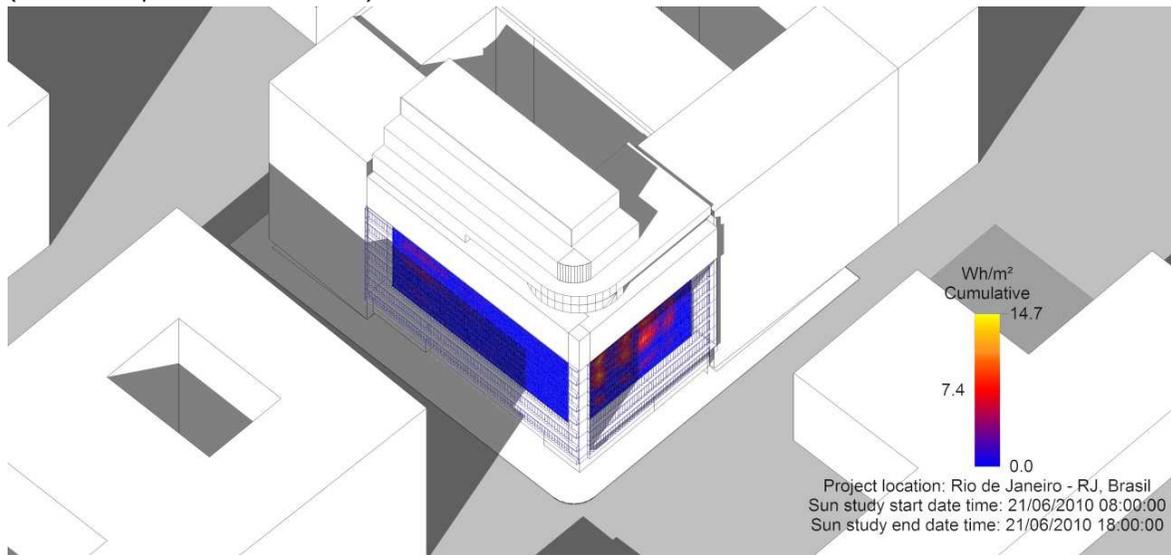
Para demostrar la eficacia de los brises como una barrera a la radiación, se produjo el siguiente estudio, donde se compara la radiación solar incidente en el edificio acumulado en el día del solsticio de verano con la situación, con y sin los brises. El modelo representa también la colaboración de los edificios vecinos en el bloqueo de la radiación directa. Está claro que al considerar los brises en el cálculo, la radiación directa es prácticamente anulada, pasando de valores de hasta 1,4 kWh/m<sup>2</sup> (en los pisos superiores, más soleados) a cerca de cero. En la fig. 5.18 se presenta el modelo que ha sido utilizado para la simulación, y en las figuras 5.19 y 5.20 las situaciones con y sin los brises.



5.18- Modelo utilizado para la evaluación de la radiación solar incidente sobre las fachadas principales del edificio de ABI. El conjunto de brises, y el pasillo está diseñado como un elemento a parte para permitir la evaluación con y sin estos dispositivos. (Modelo producido por el autor)



5.19- La piel del edificio fue retirada para evaluar la radiación solar acumulada durante las horas de trabajo durante todo el día del solsticio del verano. En este estudio se considera también la influencia de los edificios vecinos. (Simulación producida con Vasari)



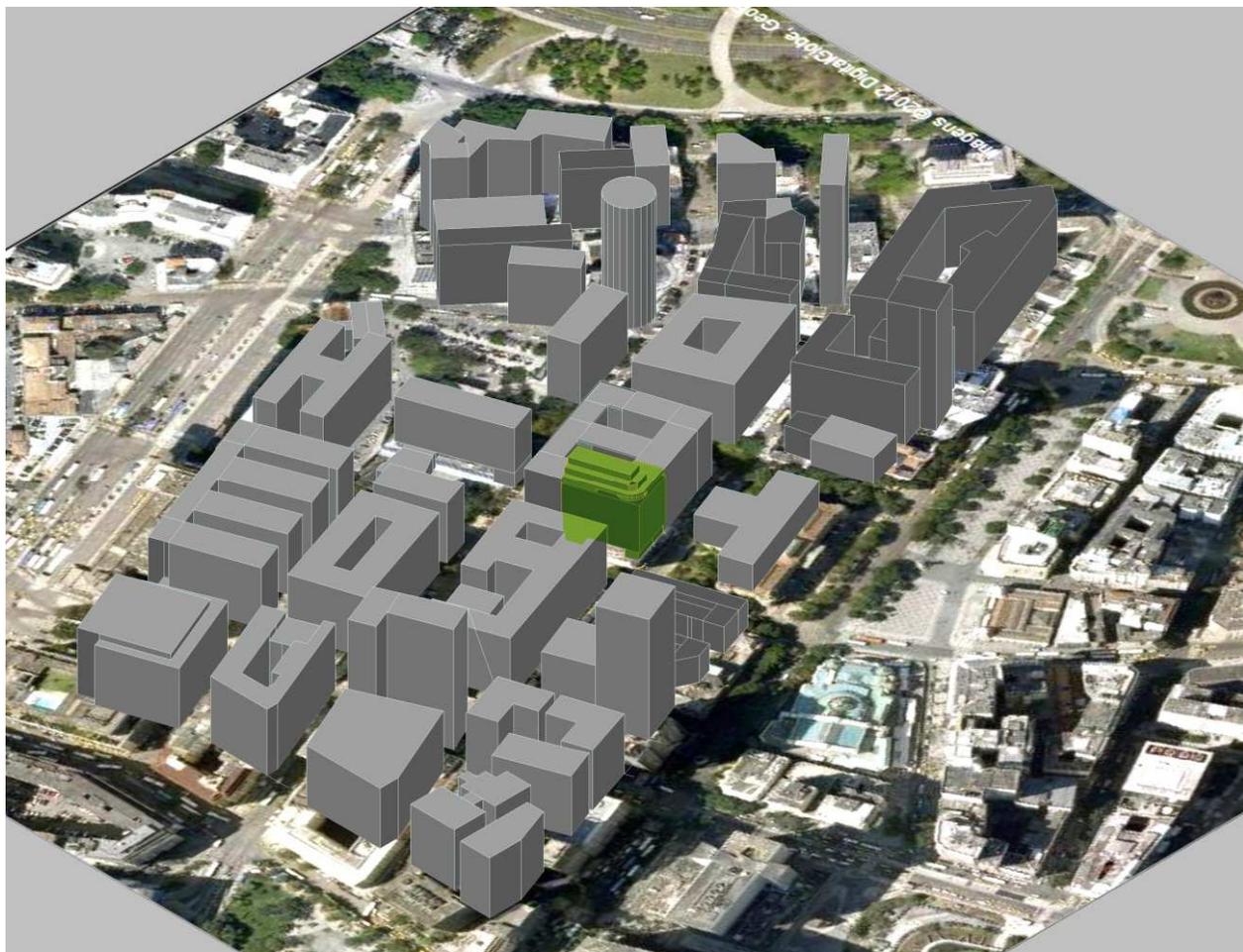
5.20- El conjunto de brises (aquí se presentan semi-transparentes) y su sombreado está considerado en este análisis. El gráfico muestra el resultado en Wh/m2 acumulada durante todo el día del solsticio de verano. Se observa

que prácticamente toda la radiación solar directa se evitó con el conjunto de brises. (Simulación producida con Vasari)

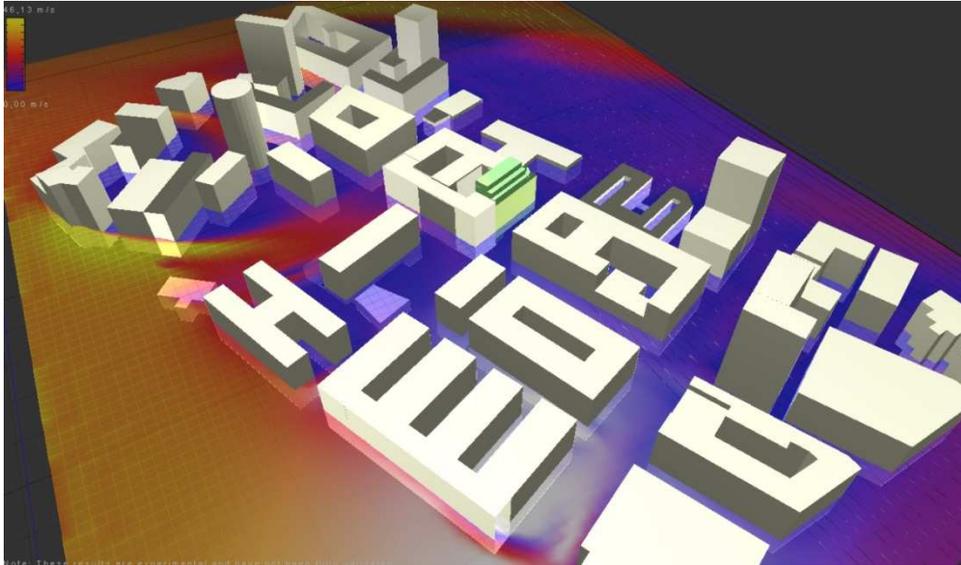
### 5.2.3 LA PIEL PARA LA VENTILACIÓN EN LA ABI

El viento predominante en la ciudad de Río de Janeiro es el sureste, que en el edificio de la ABI proviene del Acervo del área del patio. En un sitio urbano con esta densa forma la ocupación, con edificios de altura similar, la ventilación termina siendo canalizada por el diseño de los bloques. El siguiente estudio considera la posibilidad de que parte de la ventilación llegue a los pisos superiores del edificio a través del pozo, lo que se demuestra con la simulación del túnel de viento.

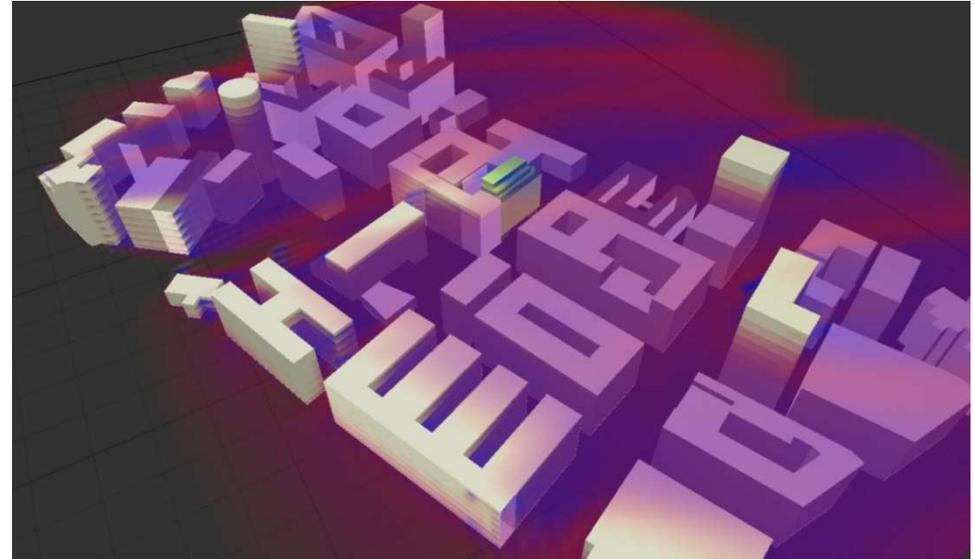
Se percibe una pequeña penetración del viento en los patios internos y un efecto de subpresión en las fachadas opuestas al viento en la mayoría de las manzanas. De esta forma, se considera que alguna ventilación puede atravesar las plantas típicas de los edificios. En el ensayo con la planta típica se percibe la poca velocidad del paso del viento en la planta, pero, con velocidades alrededor de los 2 m/s en algunas zonas se puede garantizar una renovación mínima del aire. No se pretende, sin embargo, que un edificio de oficinas mantenga una ventilación plena, lo que incluso llegaría a ser incómodo para las actividades allí realizadas.



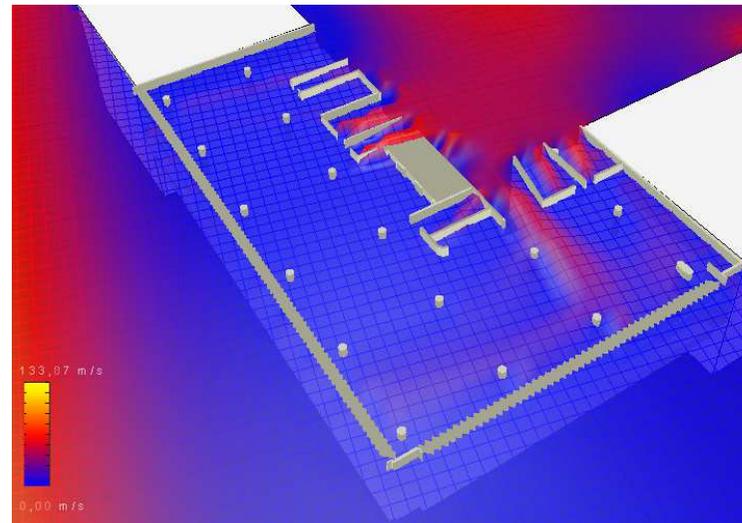
5.21- A partir de la imagen de satélite y datos tridimensionales que se encuentran en Google Earth se hizo el modelo de todos los bloques vecinos a fin de evaluar la penetración real del viento en el bloque en el que está la ABI. (Modelo producido por el Autor)



5.22- El simulador del túnel del viento ilustra un plano horizontal con diferentes velocidades de viento alrededor de los edificios (Simulación producida con Vasari).



5.23- Múltiples planos horizontales sobrepuestos generan una simulación tridimensional de la trayectoria del viento entre los edificios. Los colores rojos indican las velocidades más altas y los azules las más bajas (Simulación producida con Vasari).



5.24- Plano horizontal que representa la penetración del viento desde el pozo interior de la manzana. Esta penetración ocurre por las presiones negativas en las fachadas principales, pero, como se muestra en la imagen, hay varias zonas de sombra para la ventilación (Simulación producida con Vasari).

#### 5.2.4 LA CONSTRUCCIÓN DE LA PIEL DE LA ABI

A continuación se presenta un desglose de las diferentes "pieles" de la ABI, donde se percibe una respuesta en consonancia con el tema de la envolvente. La elección de este edificio como foco de análisis se realizó, por lo tanto, no como una gran referencia para las soluciones, sino como uno de los primeros edificios en el mundo en el que estas soluciones se aplicaron en una construcción de gran porte, lo que demuestra una apropiación significativa de los conceptos modernos. Principalmente en una obra de implantación muy difícil y en una orientación solar absolutamente desfavorable para el caso brasileño.



5.25 – Vista actual del edificio. (Acervo del autor)

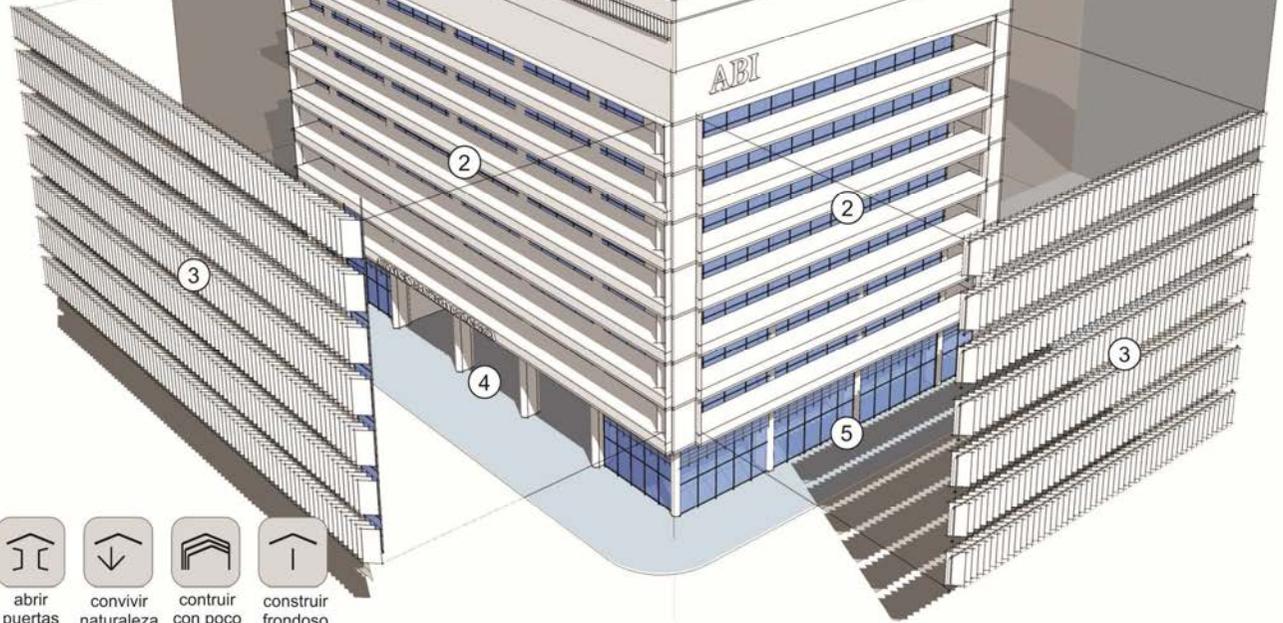
1. Las terrazas son áreas de uso pero cubiertas.

2. As fachadas son galerías de circulación formando un área de transición entre el exterior y el interior.

3. Las dos fachadas del edificio reciben sol todo el año y la solución con brises fijos es increíblemente sencilla y eficiente.

4. El acceso del edificio se hace por un pilotes público, abierto a la acera.

5. Partes de la planta baja reciben espacios para tiendas, saliendo directamente para la calle.



crear sombra



empotrar paredes



proteger ventanas



agujerear muros



abrir puertas



convivir naturaleza



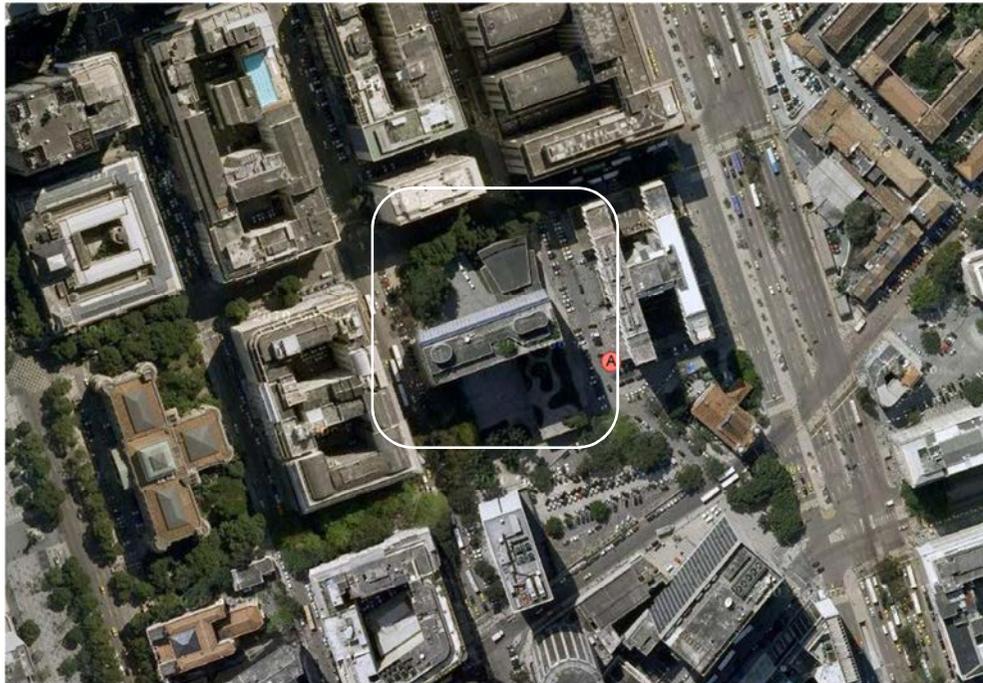
construir con poco



construir frondoso

5.26 -La piel del edificio de la ABI. (modelo producido por el autor)

### 5.3 MINISTERIO DE LA EDUCACIÓN Y SALUD – MES - CARLOS LEÃO, OSCAR NIEMEYER, AFFONSO REIDY, ERNANI VASCONCELLOS Y JORGE MACHADO MOREIRA, 1936. RÍO DE JANEIRO, RJ



5.27 – La Ubicación del edificio. ([www.google.com.br/maps](http://www.google.com.br/maps). Acceso en noviembre del 2011)

#### **Clima** tropical atlántico

- Media anual de las temperaturas: 23,1° C
- Medias máximas mensuales: 26,1° C
- Medias mínimas mensuales: 20° C
- Medias anuales de las temperaturas máximas: 36,2° C
- Medias anuales de las temperaturas mínimas: 13,8° C
- Mes más frío: junio
- Meses con más lluvias: diciembre, enero, febrero y marzo
- Humedad relativa del aire, media anual: 84,6%

**Latitud:** 22,90° Sur

**Longitud:** 43,18° Oeste



5.28 – Fachada del Ministerio de la Educación y Salud.  
(BONDUKI, 2000)

El edificio es considerado un hito en el establecimiento de la arquitectura moderna brasileña, habiendo sido diseñado por un equipo compuesto por Lucio Costa, Carlos Leão, Oscar Niemeyer, Affonso Eduardo Reidy, Ernani Vasconcellos y Jorge Machado Moreira, con la consultoría del arquitecto franco-suizo Le Corbusier. El diseño del edificio, por lo tanto, ensaya la utilización de la matriz de la arquitectura funcionalista corbusiana en el país, además de la introducción de nuevos elementos. Fue construido en un tiempo durante el cual el Estado intentaba implantar el sentido de la modernidad en el país, lo que se reflejó tanto en el diseño del edificio como en el contexto histórico en el que se inserta. La construcción tuvo lugar entre 1936 y 1945, y el edificio fue inaugurado en 1947.

El edificio del Ministerio de la Educación y Salud es el primero y más representativo ejemplo de la arquitectura moderna brasileña, aplicando todos los principios de Le Corbusier en un edificio de grandes dimensiones: la terraza jardín, la piel de vidrio, la estructura independiente, la planta libre, los “pilotis”, y también incorpora características que pasan a componer el lenguaje de la arquitectura brasileña: las formas libres y la flexibilidad de los volúmenes, las curvas y la estructura con la intención plástica (elementos expresivos), uso de protección solar, y el rompimiento de la distinción entre los espacios internos y externos (GUTIÉRREZ y LABAKI, 2005) (fig. 5.28).

El edificio tiene catorce plantas sobre el suelo, sobre los “pilotis” que tiene una altura de techo monumental de más de nueve metros de altura. Está implantado con el fin

de crear en el solar (que ocupa toda una manzana en el centro de Río de Janeiro) una plaza pública por la gran permeabilidad que hay en la planta baja, al permitir el paso sin barreras para los peatones por debajo del edificio. Del bloque principal sobresale el ala del auditorio en la planta baja y una marquesina en la posición contraria, sobre la cual fue diseñada la terraza jardín por Roberto Burle Marx.

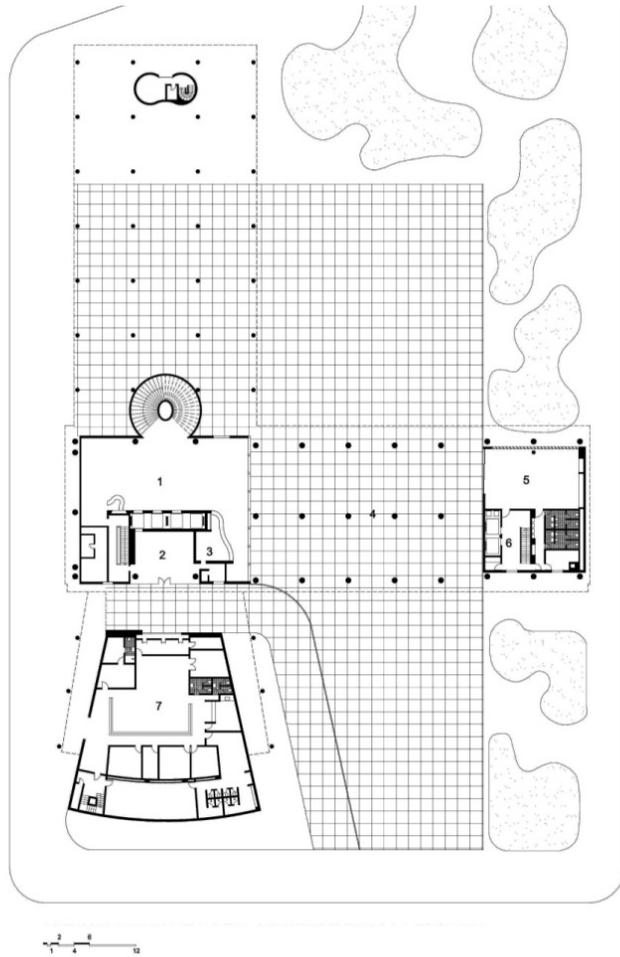
Para analizar en detalle el impacto medioambiental del Ministerio de Educación y Salud y proponer, por lo tanto, una nueva comprensión de los objetivos que motivaron su diseño, nos basamos en la memoria del proyecto original. Fue publicada por primera vez en la revista *Arquitectura y Urbanismo* de 1939. En ella hay constantes referencias a las soluciones adoptadas con el fin de optimizar el rendimiento medioambiental del edificio. Es una clara demostración del interés que tenían los arquitectos brasileños por esta cuestión (MELENDO, 2004). El edificio tiene dos fachadas imponentes: la cara SSE, poco soleada, totalmente acristalada con vistas a la Bahía de Guanabara, y la NNO que recibe luz del sol durante casi todo el año en los horarios de trabajo, donde fue adoptada la protección del brise soleil, compuesto por lamas horizontales giratorias de fibrocemento reforzado con acero, pintadas de color azul. (fig. 5.29 y 5.30)



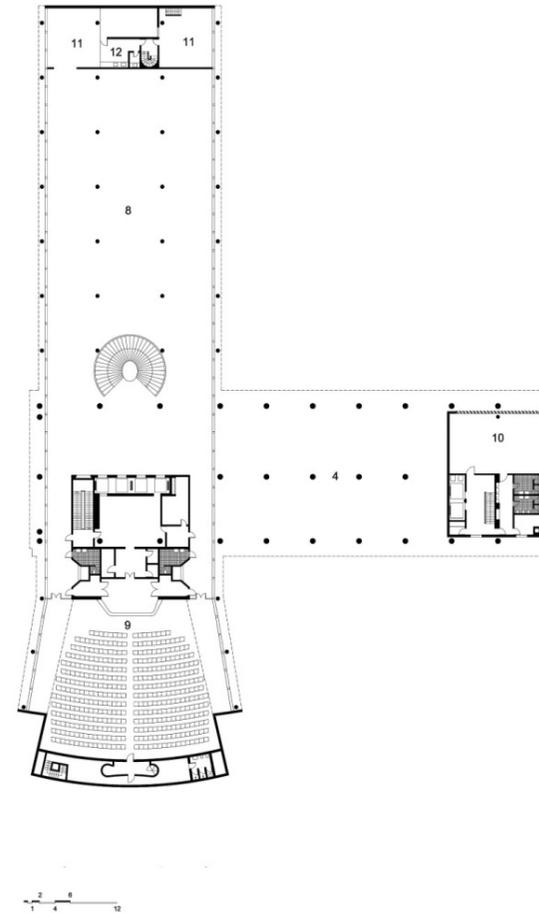
5.29 – Vista interior de los brises del MES. (Acervo del autor)



5.30 – Vista de los “pilotis” y las paredes con mosaicos de azulejos del MES. (ZERRENNER, 2009)

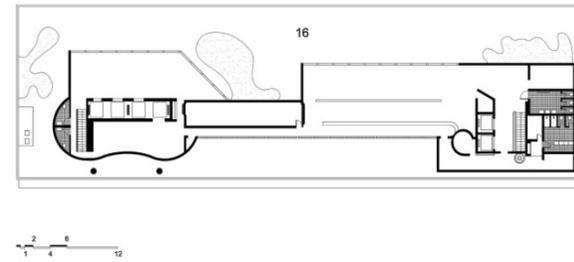
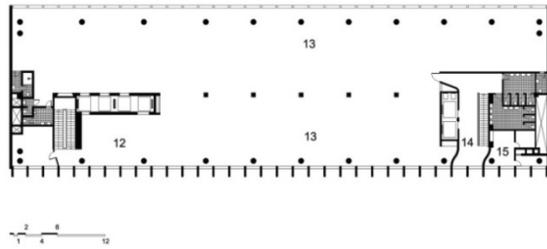


5.31 – Planta Baja del MES. (1: vestíbulo principal; 2: acceso privado; 3: portaría; 4: plaza cubierta; 5: recepción; 6: ascensores del servicio; 7: servicios; 8 exposiciones; 9: auditorio; 10 médico; 11: reserva; vestíbulo público; 13: oficinas; 14: vestíbulo de funcionarios; 15: cocina; 16: terraza-jardín)

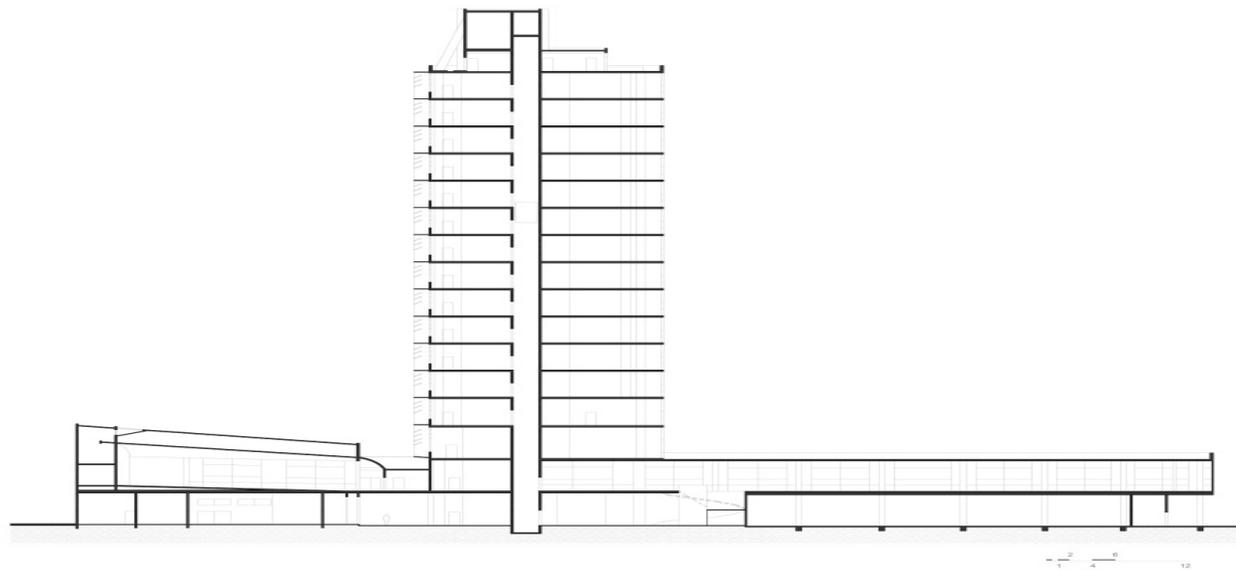


5.32 – Segunda planta del MES. (8: exposiciones; 9: auditorio; 10: médico; 11: reserva; 12 vestíbulo público)





5.33 – Planta típica y de cubierta del MES. (12: vestíbulo público; 13: oficinas; 14: vestíbulo de funcionarios; 15: cocina; 16: terraza jardín)



5.34 – Sección del edificio del MES

Estas lamas, fijadas en delgadas placas verticales fijas de hormigón, sujetadas a las losas, componen la estructura de la fachada. Otros temas mencionados por los arquitectos en la memoria descriptiva se refieren a la distancia de 0,50 m de placas horizontales en relación con la superficie transparente, a fin de permitir la ventilación para evitar la irradiación del calor al interior, así como las placas verticales fijadas sólo en dos puntos en la estructura para evitar la transmisión de calor por conducción.

Costa dice al respecto:

*El problema de la ventilación fue también objeto de estudios precisos, se adopta el proceso de ventilación cruzada, de eficiencia reconocida a pesar de poco visto últimamente entre nosotros. Este sistema se proporciona cuando se puede quitar la diferencia de temperatura de las fachadas, ya que en las divisiones internas, el tipo aprobado, no constituyen obstáculos a la libre circulación del aire (COSTA, 1995).*

### 5.3.1 EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA DEL MES

El estudio de la trayectoria solar permite evaluar que la colocación de los brises en la cara norte fue muy eficaz para la orientación del edificio. La fachada sur sólo recibe sol al inicio de las mañanas del verano, lo que no compromete el condicionamiento del edificio. En las otras estaciones del año, esta fachada acristalada no recibe ninguna radiación. Muy adecuada también fue la ubicación del bloque de auditorio en la orientación norte, de mayor incidencia solar. Este elemento que no queda abajo del bloque principal.

Así, la distribución interna fue diseñada de manera que no llegasen hasta el techo. Fue diseñado también un sistema de ventanas que se abren como "guillotina", que funciona a través de un ingenioso sistema de contrapesos. Recordemos que la distribución interna flexible es posible gracias a una estructura independiente, que, en el caso del MES, forma parte de la composición general del edificio, dejada visible en los "pilotis" y percibida por la transparencia de los vidrios a lo largo de la torre.

El edificio está ubicado en un bloque aislado en el centro de la ciudad de Río de Janeiro, con una vía de gran anchura al Este del mismo, lo que permite una buena fluidez del viento, aun con la interferencia de los otros edificios de la zona. Se percibe que los "pilotis" son un elemento de gran importancia para la permeabilidad del aire a nivel de la planta baja, una verdadera plaza pública.

En cumplimiento de las ordenanzas de construcción nueva y moderna, se adopta la terraza jardín. A pesar de la ya mencionada ausencia de la eficiencia de esta solución para el clima de Brasil, en el caso del MES, las terrazas reciben el paisajismo exuberante y tropical del Burle Marx (fig. 5.35), que contrarresta la sequedad y permite su uso en horas y días más cálidos.

En relación con los preceptos de HOLANDA (1979), el edificio es generoso en los espacios, sobre todo al convertir el solar en una amplia área de jardines públicos (construir frondoso). Además de cubrir en parte de esta zona y dotarla de un exuberante paisaje con grandes zonas de sombra (convivir con la naturaleza y crear sombra) se destaca el ya explicado sistema de protección solar y el cuidado con las orientaciones de las fachadas, además de revestir con murales de azulejo y piedra natural cada una de las paredes expuestas (proteger las ventanas y empotrar las



5.35 – La Terraza Jardín y el paisajismo del Burle Marx (MELENDO, 2005)

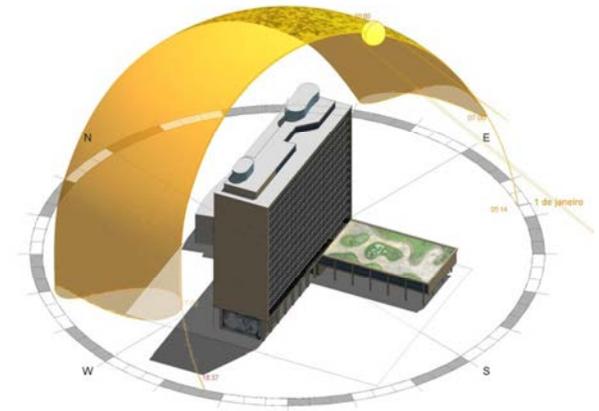
paredes), el edificio también adopta una gran continuidad espacial, generando una fluidez que permite la ventilación natural (continuar los espacios). Lo más importante, sin embargo, extremadamente avanzado para la época en la que fue construido, es el sistema completamente modular de los elementos del diseño, tales como estructuras y cerramientos y, sobre todo, en las carpinterías y brises, consolidando la capacidad de los arquitectos brasileños de trabajar hacia la industrialización en partes enteras de una construcción (construir con poco).

### 5.3.2 LA PIEL PARA LA SOMBRA EN EL MES:

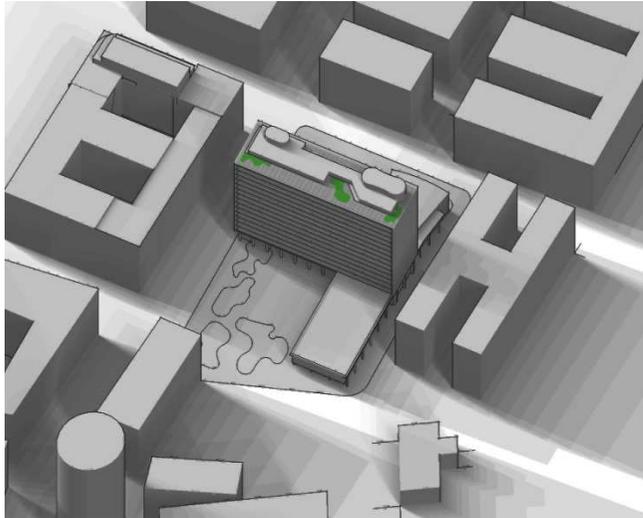
En la figura 5.38 se observa la superposición de las sombras del edificio y su entorno en los solsticios de verano e invierno, y en el equinoccio. La perspectiva a partir de la fachada sur, demuestra la reducida incidencia solar en esta cara, lo que permite el acristalamiento de ésta. En las dos plazas resultantes del restante del solar se percibe también que la norte recibe mucho más sol que la sur, definiendo posibles usos distintos en cada época del año para aquél espacio público.

En el análisis de esta superposición de las sombras se definió que el periodo más importante para la evaluación de la protección de los brises es el invierno, donde el sol se inclina hacia el norte. En las figuras 5.38 y 5.39 se percibe la eficacia de estos aparatos, reduciendo casi la totalidad de la incidencia solar directa.

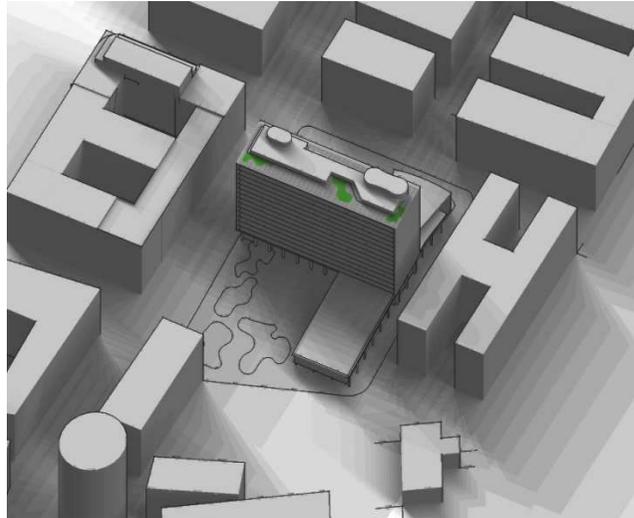
En el estudio de la radiación solar han sido evaluadas todas las estaciones en las dos caras del edificio. En la cara norte se comprobó la eficiencia de los brises con valores alrededor de los 2 kWh/m<sup>2</sup> en invierno, reducidos a valores cercanos al cero en la incidencia solar directa.



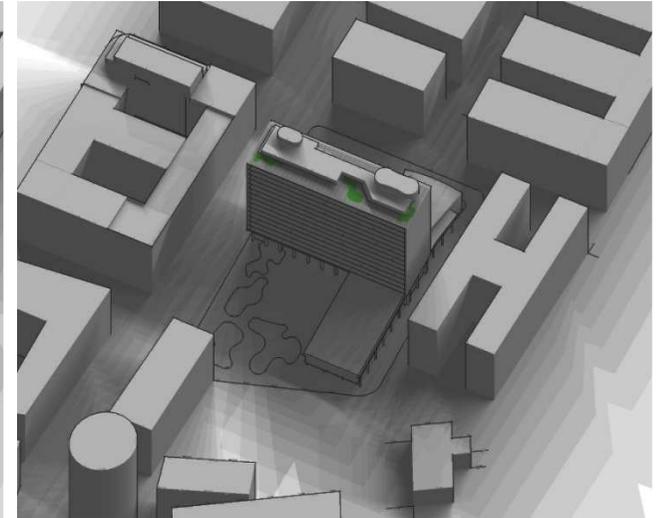
5.36 - La trayectoria solar se representa en color amarillo con la posición del sol en todos los días durante todo un año en la ciudad de Río de Janeiro. (Simulación producida con Vasari)



a)



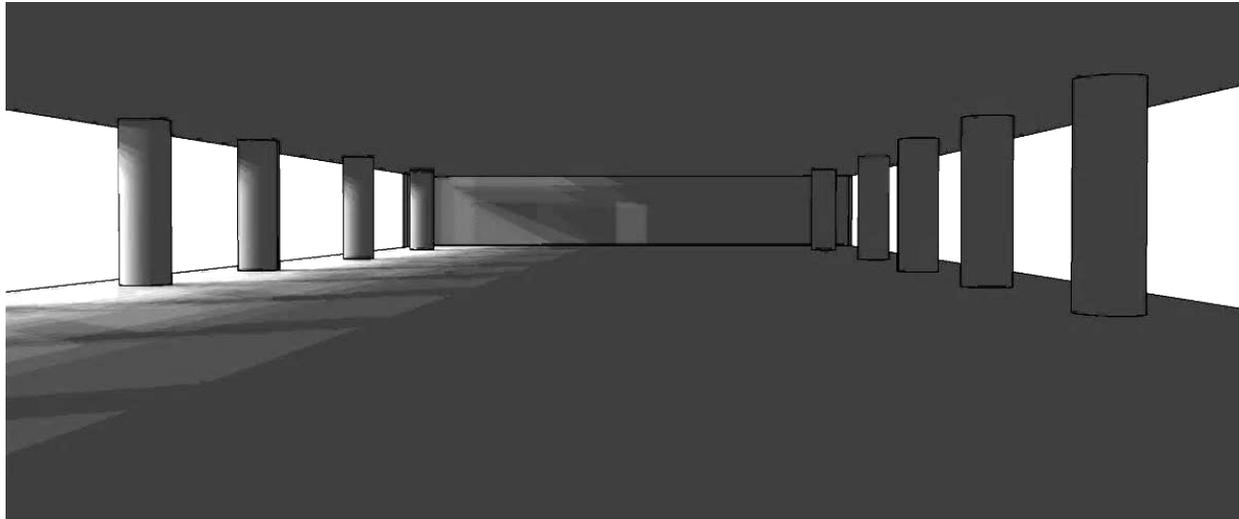
b)



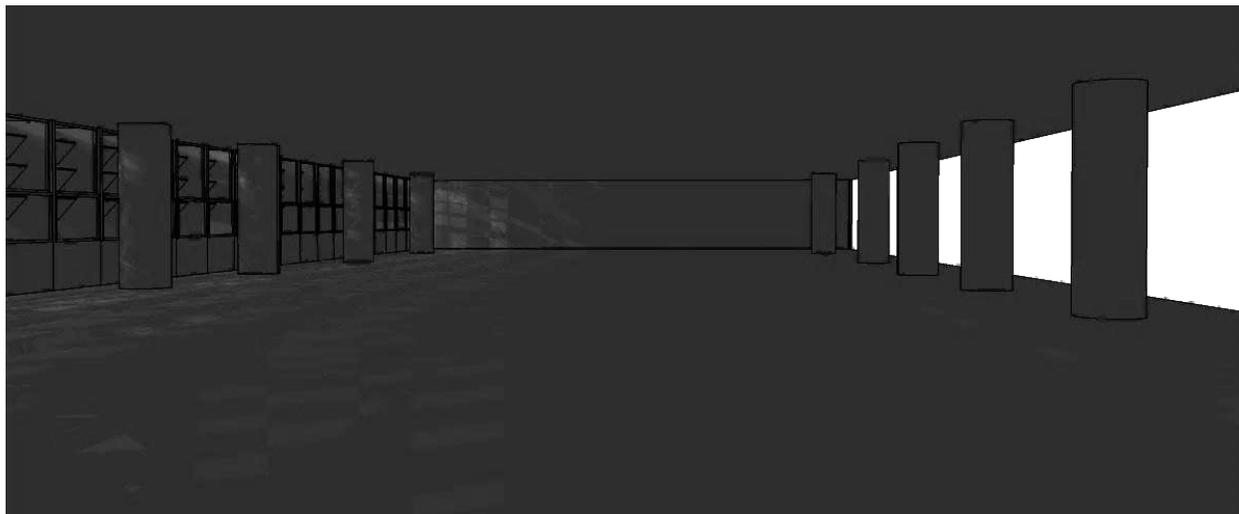
c)

5.37 - Presenta la sombra durante todo un día en verano (a), equinoccio (b) e invierno (c). El Ecotect sobrepone todas las sombras: las más oscuras en las zonas más sombreadas y las totalmente blancas en las áreas que no reciben ningún tipo de sombra.

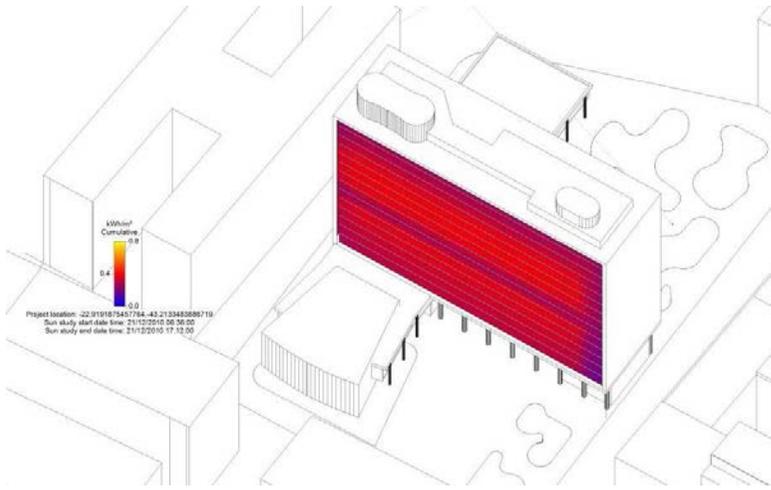
Pero se percibe que la incidencia solar en la fachada sur no se puede despreciar, sobre todo en verano. Hay una importante ganancia de radiación en esta época, llegando a acumular cerca de 0,8 kWh/m<sup>2</sup> a lo largo del día. Valores muy por debajo de los 2,0 kWh/m<sup>2</sup> en la fachada norte, pero incómodos en aquél periodo de tiempo, sobre todo en el caluroso verano de Río de Janeiro. Esta incidencia vendrá a demandar el uso de cortinas lo que, ciertamente, forzará el cerramiento de las ventanas y el impedimento del paso de viento.



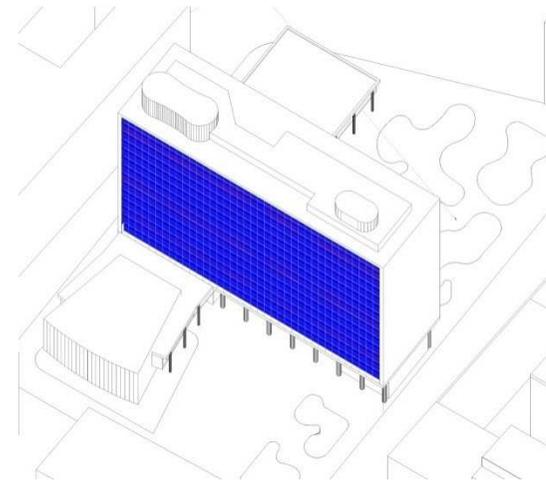
5.38 - Superposición de las sombras durante todo el día del solsticio de invierno sin los brises de protección. Modelo generado con el Ecotect.



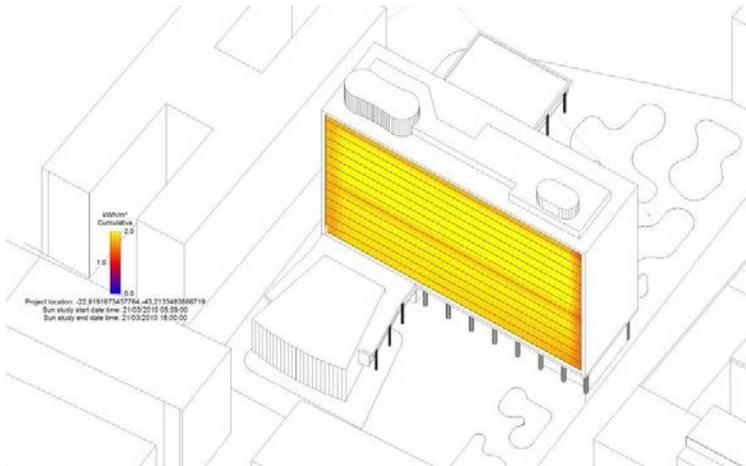
5.39 - La sombra durante todo el día del solsticio de invierno con los brises. Se observa que la incidencia solar directa ha sido casi totalmente impedida. Modelo generado con el Ecotect.



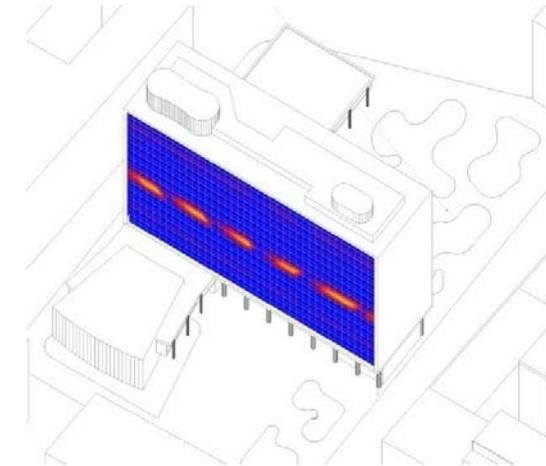
5.40 - Radiación solar en verano en kWh/m<sup>2</sup>. Los brises del edificio fueron retirados para evaluar la radiación solar acumulada durante las horas de trabajo durante todo el día del solsticio del verano. Modelo generado por Vasari.



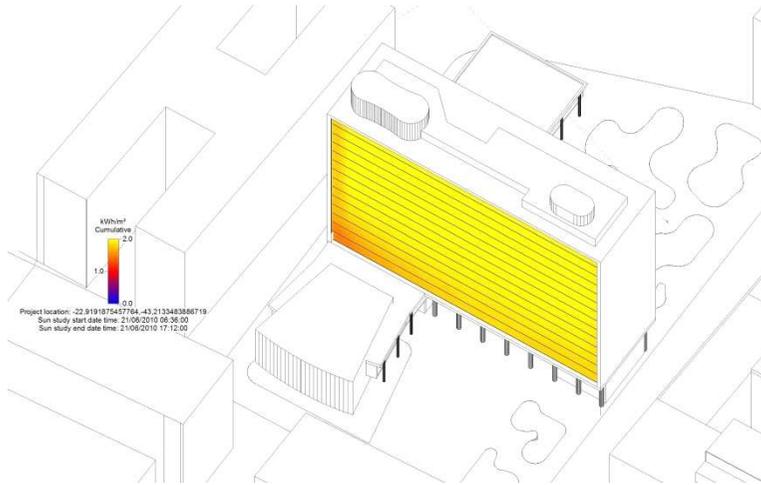
5.41 - Radiación solar en verano en kWh/m<sup>2</sup> con el conjunto de brises . El gráfico muestra el resultado acumulado durante todo el día del solsticio de verano. Se observa que prácticamente toda la radiación solar directa se evitó con el conjunto de brises. Modelo generado por Vasari.



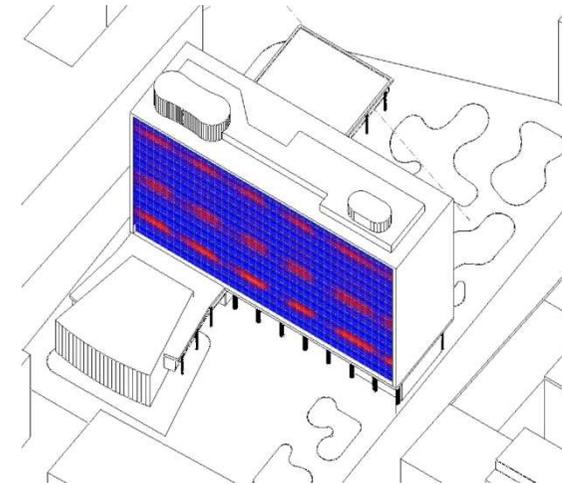
5.42 - Radiación solar en equinoccio en kWh/m<sup>2</sup>. Los brises del edificio fueron retirados para evaluar la radiación solar acumulada durante las horas de trabajo durante todo el día del solsticio del verano. Modelo generado por Vasari.



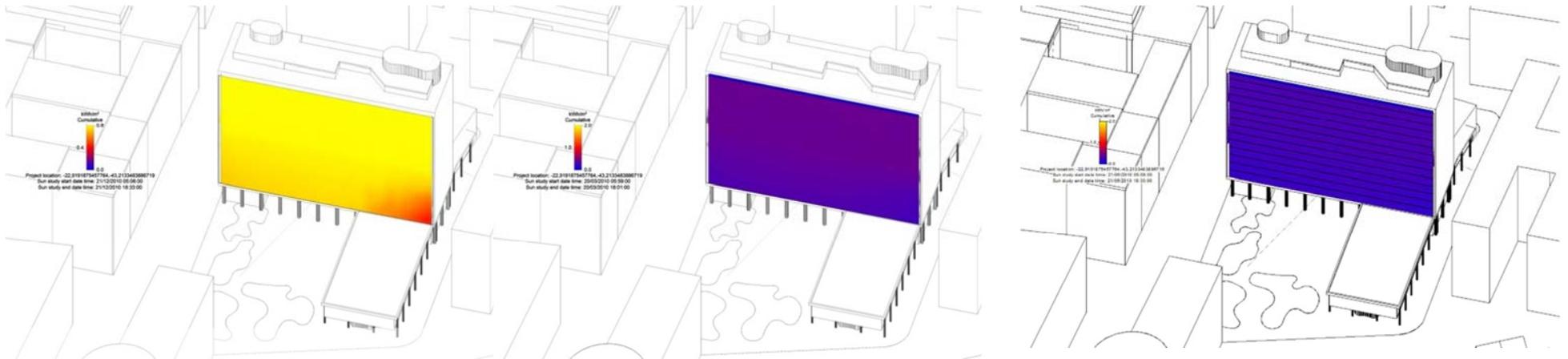
5.43 - Radiación solar en equinoccio en kWh/m<sup>2</sup> con el conjunto de brises. El gráfico muestra el resultado acumulado durante todo el día del solsticio de verano. Se observa que prácticamente toda la radiación solar directa se evitó con el conjunto de brises. Modelo generado por Vasari.



5.44 - Radiación solar en invierno en kWh/m<sup>2</sup>. Los brises del edificio fueron retirados para evaluar la radiación solar acumulada durante las horas de trabajo durante todo el día del solsticio del verano. Modelo generado por Vasari.



5.45 - Radiación solar en invierno en kWh/m<sup>2</sup> con el conjunto de brises. El gráfico muestra el resultado acumulado durante todo el día del solsticio de verano. Se observa que prácticamente toda la radiación solar directa se evitó con el conjunto de brises. Modelo generado por Vasari.



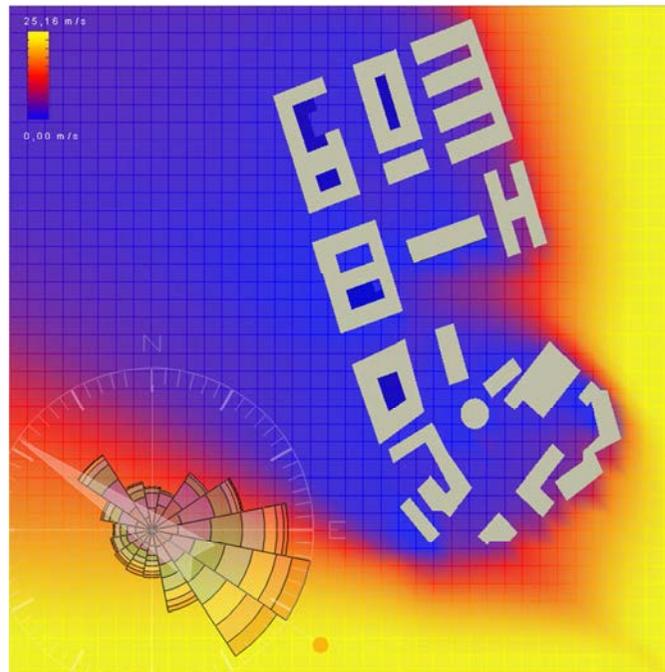
5.46 - Radiación solar en invierno, equinoccio y verano en kWh/m<sup>2</sup>. Vista de la fachada sur, acristalada. Modelo generado por Vasari.

### 5.3.3 LA PIEL PARA LA VENTILACIÓN EN EL MES:

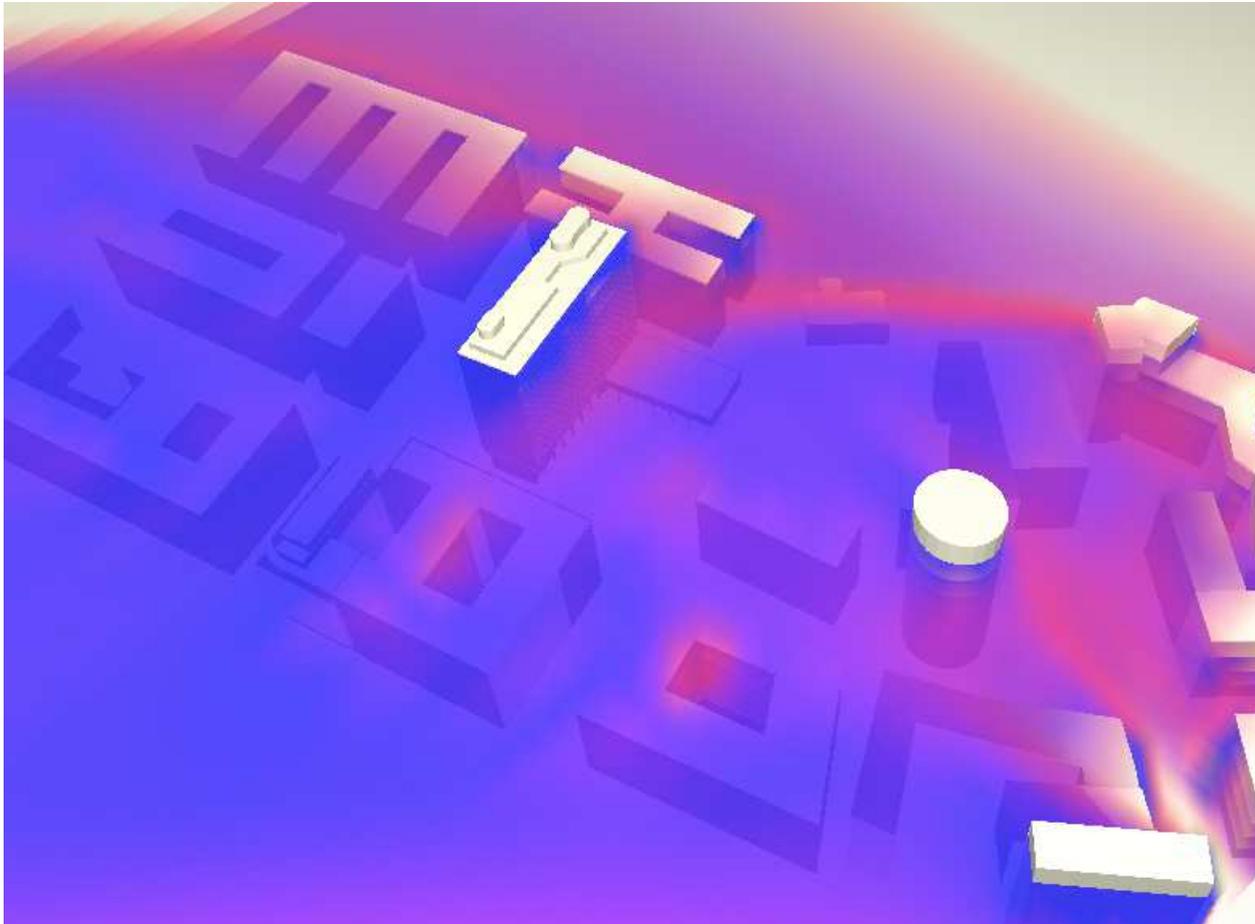
El bloque está ubicado en una manzana cercana a una calle ancha y con vecinos relativamente alejados del bloque principal. La dirección predominante del viento en el centro de Río de Janeiro es la Sureste. El solar recibe una parte importante del viento proveniente de esta dirección, lo que permite una buena eficacia para la estrategia de la circulación del viento en los pavimentos típicos open space propuestos para el edificio. El viento llega a esa fachada con una velocidad cercana a los 10 m/s para una velocidad máxima considerada de 25 m/s.



5.47 - A partir de la imagen de satélite y datos tridimensionales que se encuentran en Google Earth se hizo el modelo de todos los bloques vecinos a fin de evaluar la penetración real del viento (Modelo producido por el autor).



5.48 - Simulación de túnel de viento. Vista superior con la penetración del viento a partir da evaluación de la dirección de los vientos. (Simulación producida con Vasari).



5.49 - Simulación de túnel de viento. Múltiples planos horizontales sobrepuestos generan una simulación tridimensional de la trayectoria del viento entre los edificios. Los colores rojos indican las velocidades más altas y los azules las más bajas. (Simulación producida con Vasari).

### 5.3.4 LA CONSTRUCCIÓN DE LA PIEL DEL MES

Teniendo en cuenta la época de su construcción, el MES presenta un impresionante conjunto de soluciones modulares y tecnologías que no existían hasta entonces en el país. La rigidez de la solución constructiva contrasta con algunas soluciones de gracia y ligereza extrema, tales como los murales y los jardines en las terrazas. Las soluciones se distribuyen en capas, convirtiendo la piel del MES en un conjunto muy complejo con funciones múltiples desde el punto de vista bioclimático. En la figura 5.50 se registran estas diferentes capas en el interior y en el exterior, destacando los sistemas de aperturas de las carpinterías. También hay que destacar las grandes ventanas, principalmente teniendo en cuenta el peso del material en que se construyó, el acero.



5.50 - Una amplia gama de soluciones para el cerramiento externo, y las aperturas en un sistema estructural rígido (Acervo del autor).



5.51 - Sistema para la apertura de ventanas y la modulación de los brises (Acervo del autor).



5.52 - Estructura independientemente del sistema de cerramiento y el conjunto de brises (Acervo del autor).

Incluso hoy en día, el conjunto de soluciones que se empleó en el edificio parecen muy contemporáneas y a veces poco comunes (fig. 5.51 y 5.52), teniendo en cuenta las influencias de la arquitectura colonial brasileña impresas y escritas en los diferentes elementos y soluciones utilizados en el edificio. La figura 4.42 presenta la evaluación iconográfica de la envolvente del MES.

1. Las cubiertas se hace con Terrazas Jardín, en dos niveles, en el topo de la torre e en la terraza sobre el bloque más bajo.



2. As fachadas se resuelven con muros cortinas en las caras norte y sur segundo una modulación rígida.



3. En la cara norte se utilizan brises móviles horizontales que permiten el paso del aire y da luz, pero barran la radiación directa.



4. En las fachadas más expuestas al sol se reviste con piedra natural del Brasil, garantizando la estanqueidad y tornándola mas reflectante.

5. El solar está resuelto como una plaza, parcialmente cubierta por los pilotes y algunas partes cerradas de la planta baja. Toda al área está tratada con el paisajismo de Burla Max..



6. Algunas paredes están revestidas de azulejos con diseños hechos a medida para el edificio.

7. Los pilotes permiten que todo el solar quede como un área de uso público. Su gran altura confiere monumentalidad al espacio.



8. Los pisos con planta libre aprovechan la estructura independiente garantizando la continuidad espacial.



crear sombra

empotrar paredes

proteger ventanas

agujerear muros

abrir puertas

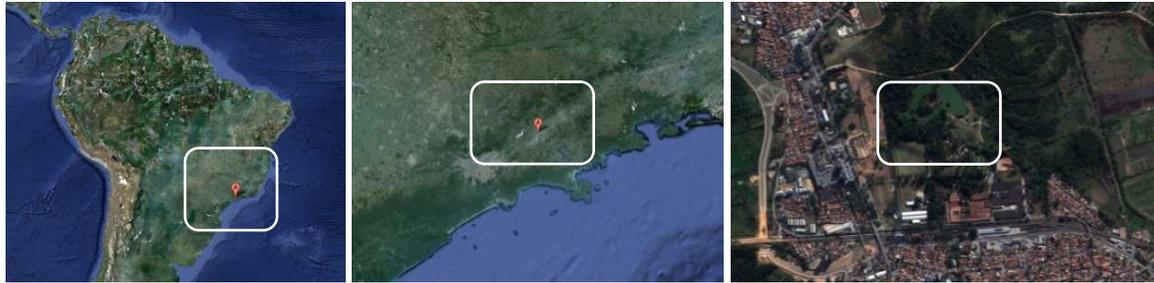
convivir naturaleza

contruir con poco

construir frondoso

5.53 – La piel del MES (modelo producido por el autor).

#### 5.4 RESIDENCIA OLIVO GOMES - RINO LEVI, 1940. SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, SP



**Clima** tropical de altitud

- Media anual de las temperaturas: 21° C
- Medias anuales de las temperaturas máximas: 23° C
- Medias anuales de las temperaturas mínimas: 15° C
- Meses con más lluvias: noviembre a marzo
- Humedad relativa del aire, media anual: 76%

**Latitud:** 23,16° Sur

**Longitud:** 45,88° Oeste



5.54 – La Ubicación del edificio. ([www.google.com.br/maps](http://www.google.com.br/maps). Acceso en noviembre de 2011)

Fundada en 1925 por un grupo de empresarios brasileños y portugueses, los Tejidos Paraíba de la década de 1940, bajo la dirección del Sr. Olivo Gomes, inicia la contratación de reconocidos arquitectos modernistas de la escena pública brasileña, para la ejecución de una serie de proyectos del complejo fabril. Estos edificios representan una ruptura en la influencia estética de la arquitectura industrial europea, con especial atención a la casa de la familia Olivo Gomes, diseñada por el arquitecto Rino Levi y sus asociados en la Hacienda Santana de Río Abaixo, en Santana (fig. 5.56).



5.55 – La Casa Olivo Gomes, Rino Levi, 1940, en medio a los exuberantes jardines de Burle Max (fondo del autor)

Esta residencia posee las principales características de la arquitectura moderna, y puede ser considerado como un hito de la modernidad en Brasil. Este trabajo se ha hecho en colaboración con el artista y arquitecto paisajista Roberto Burle Marx, al quien se encargó la realización de los jardines de la residencia y, la confección de tres paneles en mosaico de cerámica, el primero de los cuales se encuentra en la sala principal y los otros dos, dividiendo la pared entre el comedor y el jardín al aire libre.

La concepción espacial y estructural y la disposición de los bloques remontan a la racionalidad. Por otro lado, la cubierta de grandes proyecciones que dan sombra a las fachadas más expuestas al sol, los jardines, paneles decorativos y el gran porche son característicos de la construcción brasileña. Las soluciones técnicas refinadas e ingeniosas, como la adoptada en las ventanas cuyas banderas se recogen mediante contrapesos empotrados, son los frutos del rigor constructivo peculiar de la arquitectura de Rino Levi, este rigor y los principios se derivan tanto de su formación italiana como en la participación obligatoria en la estructuración de la incipiente industria brasileña en aquellas décadas.

La planta principal alberga gran parte del programa, dividida en tres sectores: el de los dormitorios, el del salón y el de los servicios y la dependencia de los empleados. Un piso abajo, en la planta baja, se edificó un salón de juegos (fig. 5.57). La disposición de las partes, a veces paralelo a la pendiente, a veces interceptando el muro de contención, conforma una composición abierta que se podría ampliar hacia



5.56 – Casa Olivo Gomes: detalle de los marcos de las ventanas y del panel de cerámica del Burle Max (GUERRA, 2001)

varias direcciones. Estos cuerpos son articulados por el hall y en segundo lugar por el garaje, que por su tamaño y transparencia deja claro su papel en la composición de volúmenes, destacándolos. La estructura es de hormigón armado y el techo es de fibro cemento sobre la losa inclinada. Es de destacar la colaboración del Burle Marx en los paneles y jardines que se integran en las divisiones con el fin de ampliar el paisaje hacia los espacios interiores.

#### 5.4.1 EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA RESIDENCIA OLIVO GOMES

En la casa Olivo Gomes se verifica la atención a diversos conceptos de HOLANDA (1976): continuar los espacios, convivir con la naturaleza, construir frondoso. El punto culminante del proyecto en relación con la explotación de recursos naturales está en la correcta implantación de los bloques y en la disposición de las aperturas. Los volúmenes de la casa se abren hacia el paisaje y crean juegos con las sombras de unos sobre otros. El bloque que sobresale del salón y terraza, con el gran voladizo de la cubierta, proyecta sombra sobre el bloque de habitaciones. Las ventanas se distribuyen de manera que no haya incidencia del sol de la tarde. El sol de la mañana, bienvenido a una región de mayor altitud como la de São José dos Campos, penetra en las carpinterías acristaladas, pero puede ser controlado por las puertas de doble capa de las habitaciones (fig. 5.58).



5.57 – Vistas internas y externa del sistema de apertura de las ventanas de las habitaciones con sus seis capas y operado manualmente. (Fondo del autor)

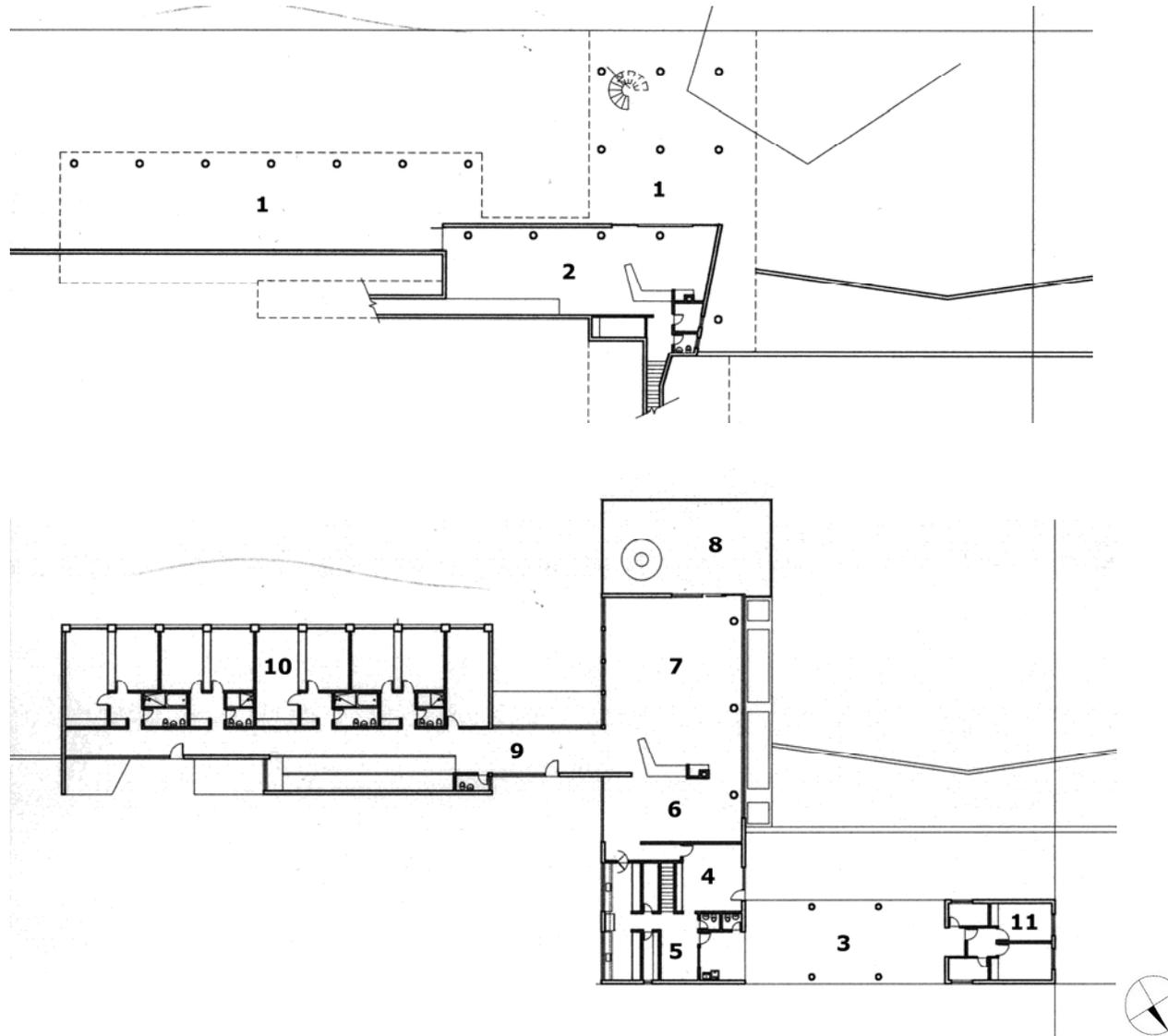
La ventilación frecuente en períodos de altas temperaturas es el de la dirección sureste. Esta ventilación es ampliamente explotada por las carpinterías del salón que permite la circulación y canaliza parte de la presión de aire hacia el bloque de habitaciones. El ala de habitaciones recibe una ventilación lateral, en su mayoría proveniente del aire que pasa por debajo del bloque del salón. Las aperturas de los baños, conectadas con el espacio arriba del cielo raso, permiten la circulación del aire, que es de baja velocidad, debido a la colocación de las salas lateralmente al sentido del viento. Sin embargo, el mecanismo de apertura plena de las ventanas de



5.58 – Puertas de acceso a las habitaciones con la ventanilla para cruce de la ventilación y los baños con el techo translucido y las ventanillas para la ventilación natural. (Fondo del autor)

las habitaciones y de la ventanilla sobre las puertas y abajo del techo del cuarto de baño (fig. 5.59) funcionan como un efecto chimenea para extraer el aire caliente.

Todas las demás recomendaciones de HOLANDA (1976) también se verifican: proteger las ventanas, crear una sombra, empotrar las paredes, además de la riqueza de detalle y el uso de elementos de la industria nacional (construir con poco). Tal vez esa residencia, debido a su implantación generosa, su exuberante paisaje y su sencilla pero expresiva cubierta, sea la mejor expresión de la arquitectura moderna brasileña, en traducción de la última recomendación de Armando de Holanda: construir frondoso.



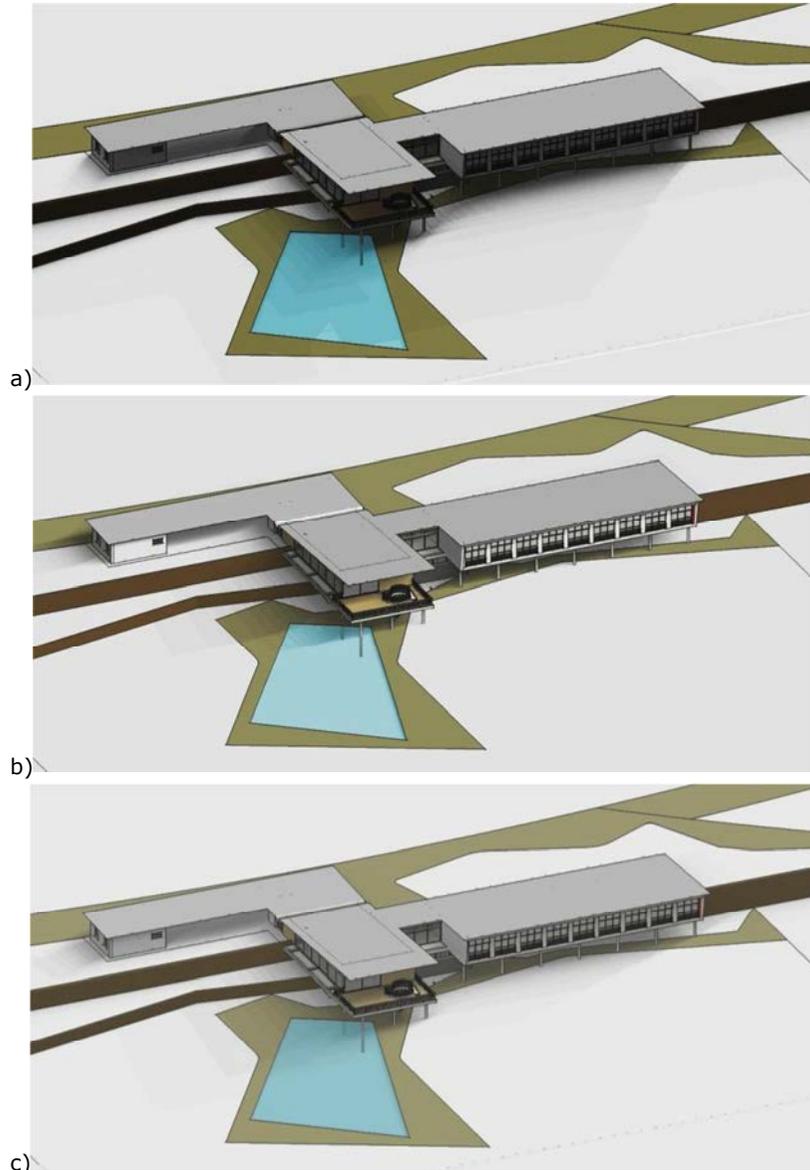
5.59 – Plantas Baja y Superior de la Residencia Olivo Gomes. (1. Pilotis; 2. Salón de fiestas; 3. Garaje; 4. Vestíbulo de acceso; 5. Cocina y apoyos; 6. Comedor; 7. Salón; 8. Terraza; 9. Pasillo; 10. Habitaciones)

#### 5.4.2 LA PIEL PARA LA SOMBRA EN LA RESIDENCIA OLIVO GOMES:

La implantación de la residencia se basa en la orientación solar en el sitio. Como se puede verificar en el estudio del trayecto solar, las alas de las habitaciones y la terraza principal contigua al salón están orientados hacia el norte, lo que garantiza que no haya luz del sol en el verano y permite una insolación controlada en invierno. La fachada Este del bloque de salas se ha mantenido en cristal, mientras que al Oeste sólo hay una apertura alta protegida por aleros. En el ala de habitaciones la protección se complementa con las carpinterías con seis capas que garantiza el total control del sol. La casa presenta una orientación solar óptima, donde se puede disfrutar de algo de radiación solar en la mañana, lo cual es deseable en el clima tropical de altitud, especialmente en invierno, y está totalmente protegida de la orientación vespertina, no deseada, incluso en invierno. (fig. 5.61)

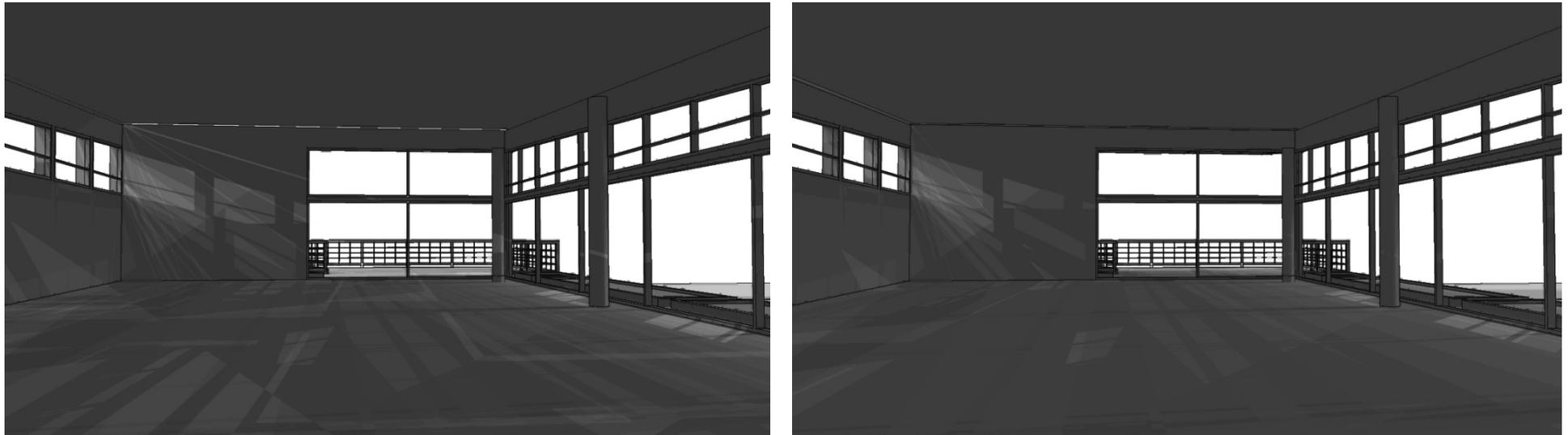
Se observa que en la planta baja, donde se encuentra el salón de juegos, única zona contigua al jardín, por debajo del bloque del salón, los "pilotis" protegen esta zona de la luz solar durante todo el año, sin perder el contacto con el paisaje a través de las carpinterías de cristal.

En la figura 5.62, con la superposición de sombras en verano, se percibe que la cubierta no ejerce una gran influencia en el sombreado del espacio interno, pero el cambio de las ventanas en la orientación poniente fue muy importante, reduciendo la entrada de sol por aquel lado. Sin embargo, no se puede olvidar que la cubierta del porche principal hace una transición



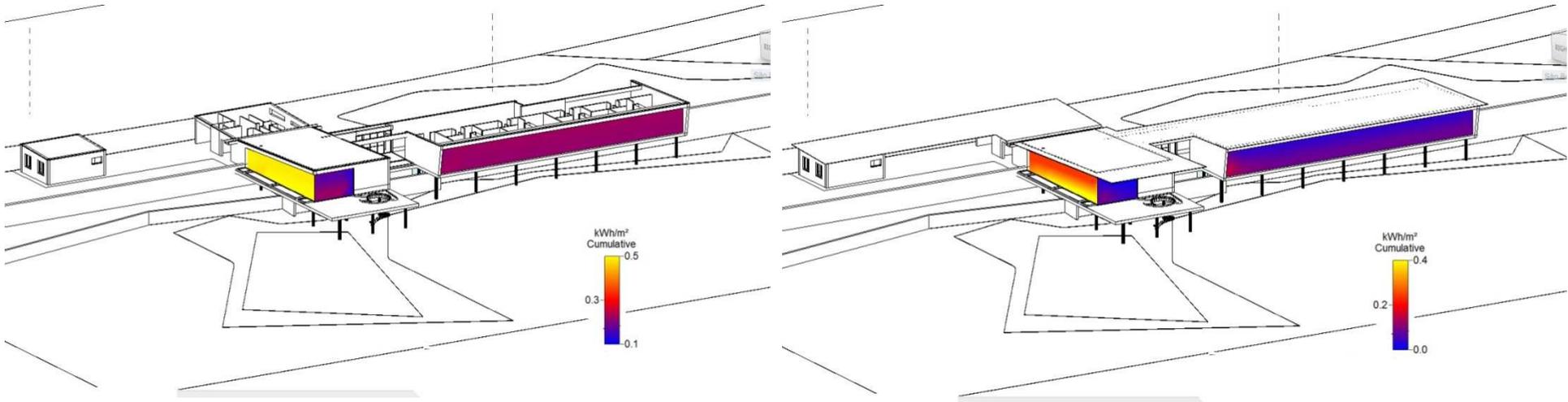
5.60 – La superposición de las sombras en verano (a), equinoccio (b) y en invierno (c). Modelo producido con Ecotect.

más suave del espacio exterior hacia el interior reduciendo la reflexión del sol de la losa hacia el techo del salón y la irradiación térmica que estaría siendo producida en aquel espacio sin la cubierta.

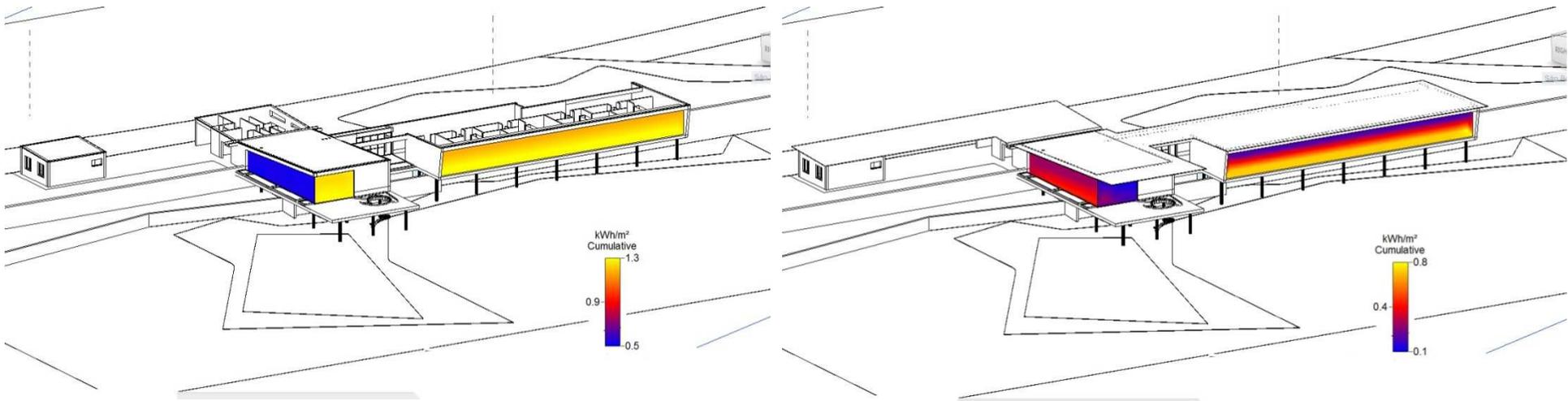


5.61 – La superposición de las sombras en verano del espacio interno del salón. A la izquierda, sin la cubierta y, a la derecha, con la cubierta. Modelo producido pcon Ecotect.

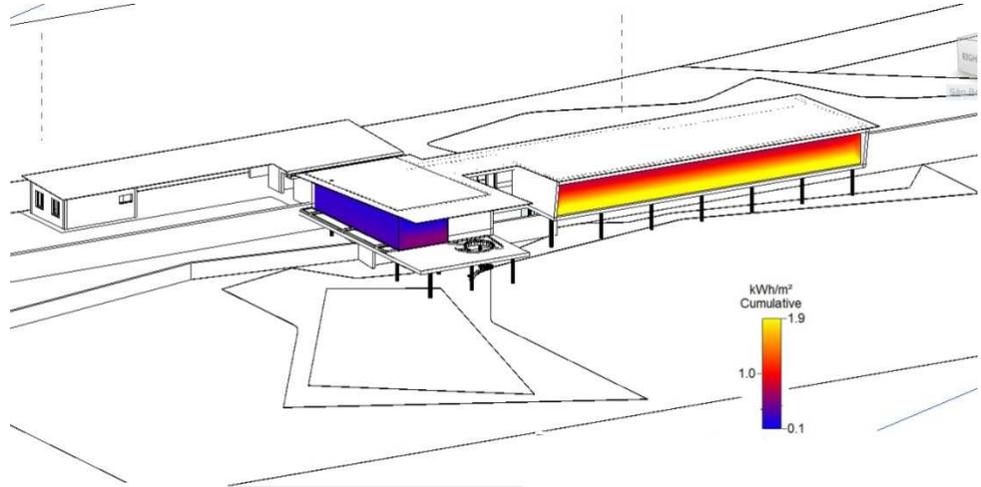
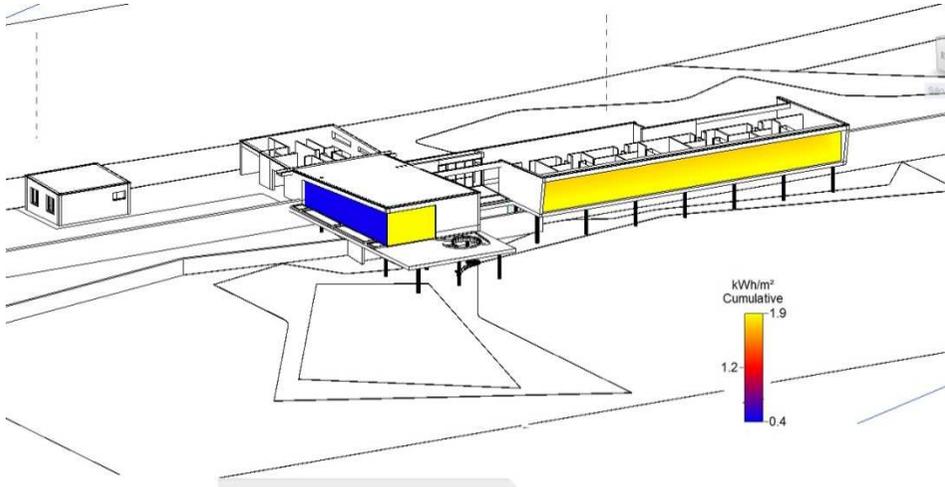
En la secuencia de figuras de 5.63 a 5.66 se percibe la importancia de la cubierta con sus grandes voladizos y aleros para la reducción efectiva de la radiación solar directa que llega al plano de las carpinterías. En verano salimos de valores de 1,9 kWh/m<sup>2</sup> a 0,2 kWh/m<sup>2</sup> en valores acumulados a lo largo de un día. En las ventanas del salón orientadas hacia el poniente hay una reducción todavía más importante: de 1,9 a 0,1 kWh/m<sup>2</sup>.



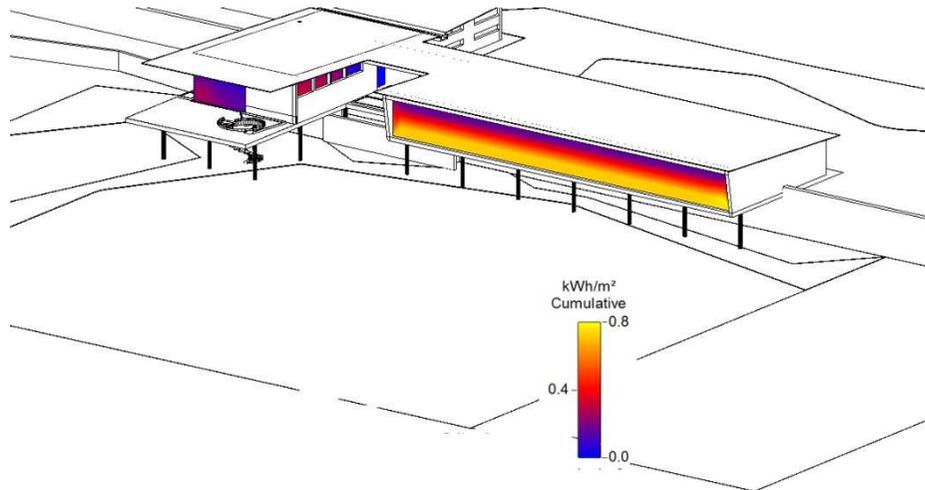
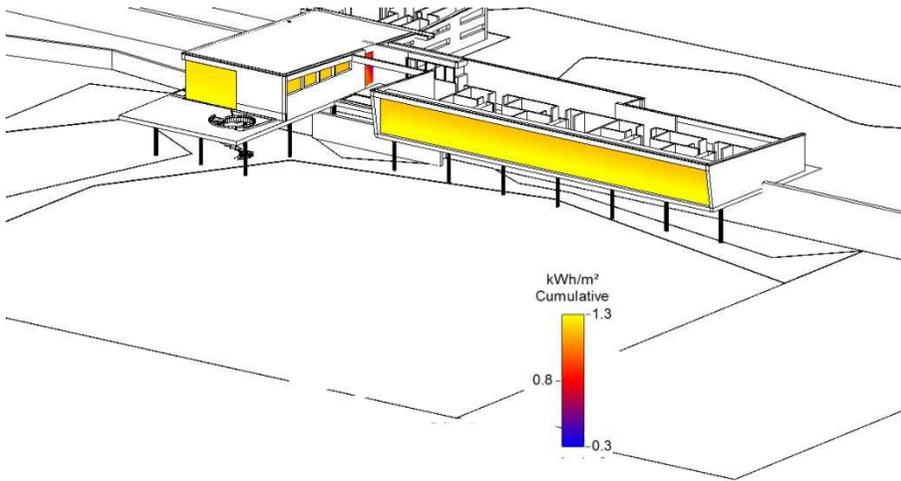
5.62 – Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de verano con y sin la cubierta (Simulación producida con Vasari).



5.63 – Radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio con y sin la cubierta (Simulación producida con Vasari).



5.64 – Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de invierno con y sin la cubierta (Simulación producida con Vasari).

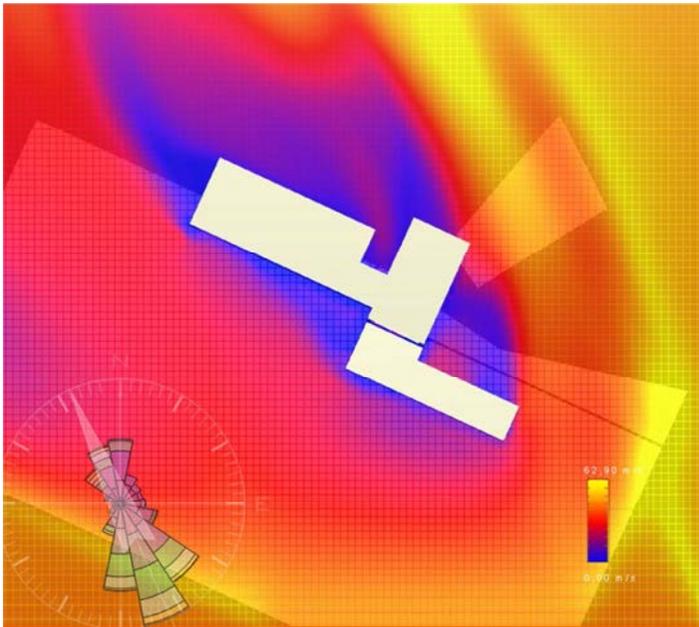


5.65 – Vista de las ventanas del salón con la radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio de verano con y sin la cubierta (Simulación producida con Vasari).

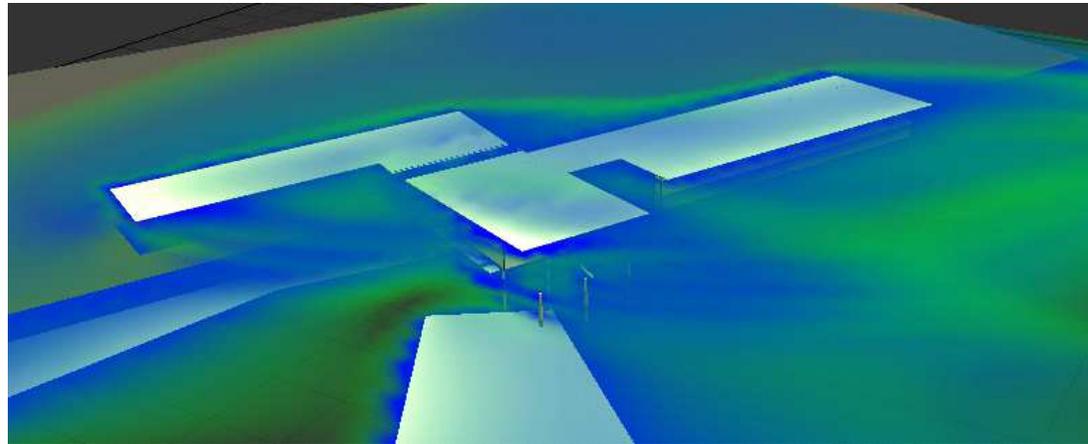
### 5.4.3 LA PIEL PARA LA VENTILACIÓN EN LA RESIDENCIA OLIVO GOMES

La ventilación predominante es la sureste, por lo que debemos destacar dos aspectos positivos en el proyecto en relación a la permeabilidad del viento. Una es el diseño totalmente abierto del aparcamiento. En las simulaciones 5.49 y 5.50 se verifica que la velocidad del aire sufre una interferencia del bloque de servicios, pero mantiene una buena velocidad gracias a él. Eso permite el paso de viento hasta llegar a la lateral del bloque social, donde las amplias ventanas permiten la circulación del aire por todo el salón, como se observa en la figura 4.69.

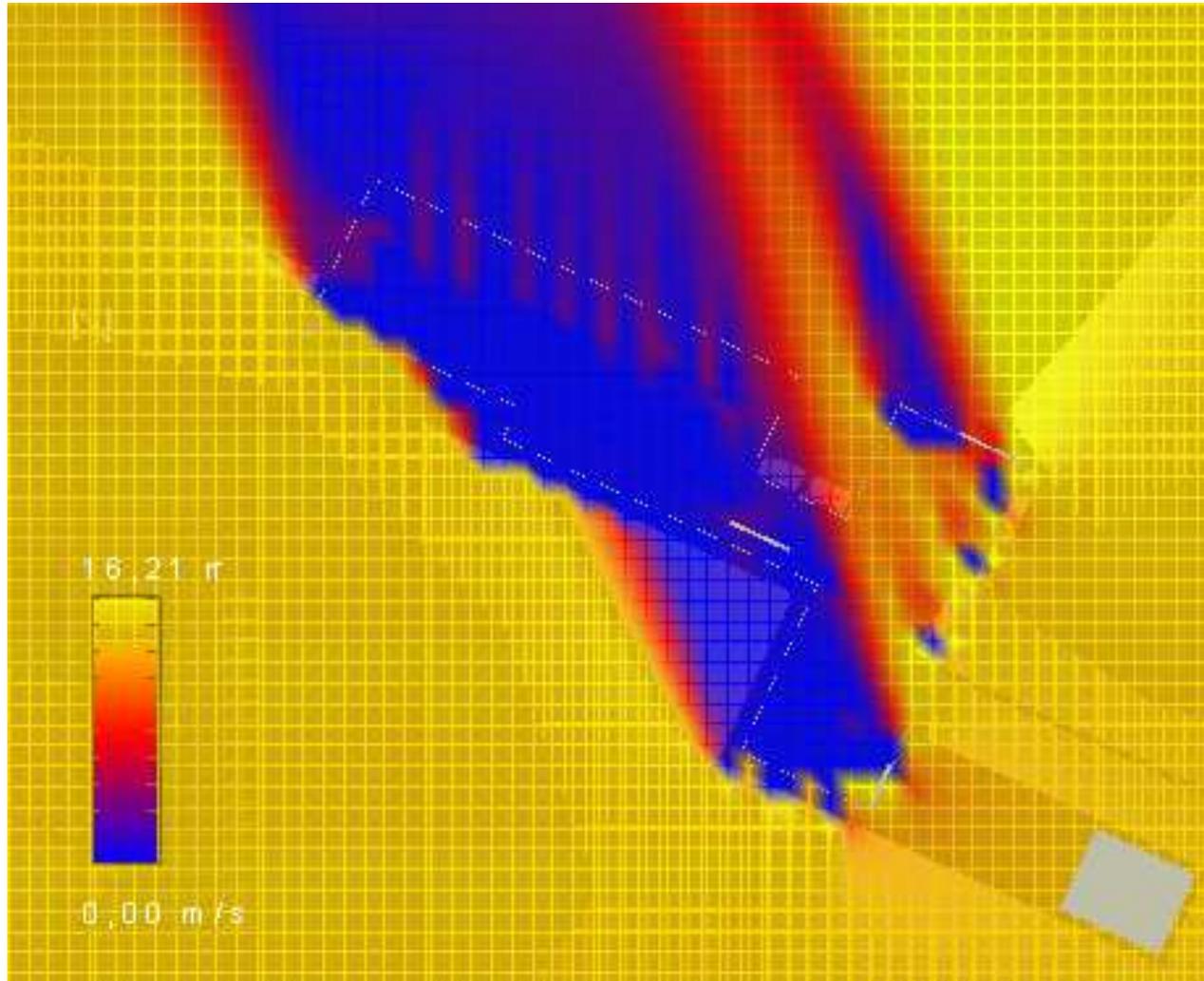
Se percibe también que las habitaciones están orientadas al contrario de la ventilación predominante y el paso del aire se hace sólo por la presión negativa en esa fachada. Con las ventanas sobre las puertas y las carpinterías del pasillo este paso del aire puede ocurrir, pero a bajas velocidades.



5.66 – Vista superior del paso del viento alrededor de la casa (Simulación producida con Vasari).



5.67 – Vista del paso del viento en el modelo de la casa. Los colores verdes indican las velocidades más altas y los azules las más bajas (Simulación producida con Vasari).



5.68 – La penetración del viento en la planta principal (Simulación producida con Vasari).

#### 5.4.4 LA CONSTRUCCIÓN DE LA PIEL LA RESIDENCIA OLIVO GOMES

Podemos citar varios elementos que ilustran una búsqueda del Arquitecto en la dirección de la industrialización y la racionalización de la construcción en esta la residencia. La primera es la estructura de hormigón armado, con luces generosas, siguiendo una modulación definida. La segunda, y muy importante, es el uso de las tejas de fibrocemento con todos los accesorios de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.



5.69 – El grande voladizo de la cubierta de la varanda sujetado por el alargamiento de las vigas de la loza de cobertura. Se percibe también las grandes luces y la rígida modulación de los pilares (Acervo del autor). .

El uso de estas tejas se presenta inusual, por la importancia que tiene la cubierta en el proyecto, sobre todo si tenemos en cuenta el hecho de que han quedado expuestas en el balcón principal sin cielo raso. Este tipo de tejado era, y ha sido utilizado en Brasil, entre paredes o en obras de menor importancia. Destacamos el ingenioso sistema mixto utilizado por Rino Levi para que la cubierta del porche y la mezcla de la estructura de la madera y acero en el techo del garaje.

El tercero y más ingenioso de ellos es el sistema de marcos en guillotina múltiple, con varias capas, que definen el sistema de carpintería de las habitaciones. Estos marcos permiten varias e inéditas configuraciones, que van desde el completamente abierto transformando cualquier habitación en un gran porche, hasta que el sistema de control solar con capas de persianas externas a los paneles de vidrio. Incluso hoy en día, con la falta de mantenimiento de la propiedad, el sistema se encuentra en perfecto estado de funcionamiento. En la figura 5.72 se muestran las diferentes pieles de la Residencia Olivo Gomes.



5.70 – La cubierta del aparcamiento resuelto con una delgada estructura de vigas mixtas en madera y acero. Fondo del autor. .

1. Las cubiertas se resuelven con una única pendiente en cada ala de la casa. Los grandes aleros protegen las fachadas y crean una gran área de sombra.



2. El maderamen y el falso techo siguen la pendiente de las tejas generando espacios interiores de gran altura.



3. Un gran porche protegido pelo voladizo de la cubierta genera un espacio de contemplación de la naturaleza y convivio de los usuarios.



4. Puertas transparentes con grande posibilidad de apertura generando integración entre interior y exterior.



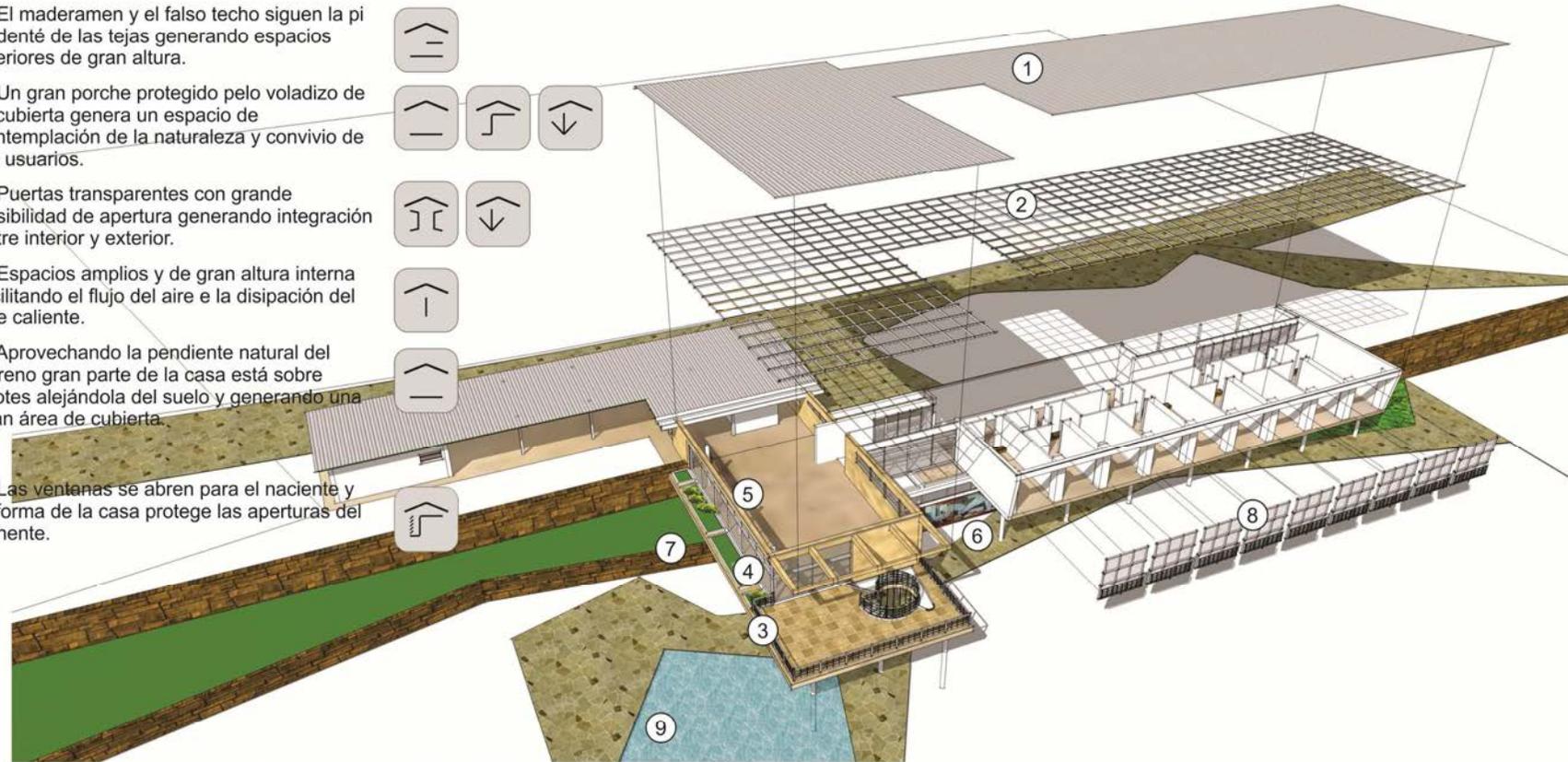
5. Espacios amplios y de gran altura interna facilitando el flujo del aire e la disipación del aire caliente.



6. Aprovechando la pendiente natural del terreno gran parte de la casa está sobre pilotes alejándola del suelo y generando una gran área de cubierta.



7. Las ventanas se abren para el naciente y la forma de la casa protege las aperturas del ponente.



8. Un tipo singular de carpintería fue desarrollado para esta casa, con una tripla guillotina que genera balcones cuanto abiertas.



9. La arquitectura se complementa con el paisajismo de Burle Max, con gran exuberancia de la vegetación y una perfecta integración con la arquitectura de la casa.



5.71 – La piel de la Casa Olivio Gomes. (modelo producido por el autor)

## 5.5 RESIDENCIA BARÃO DE SAAVEDRA - LUCIO COSTA, 1942. CORRÊAS, PETRÓPOLIS, RJ



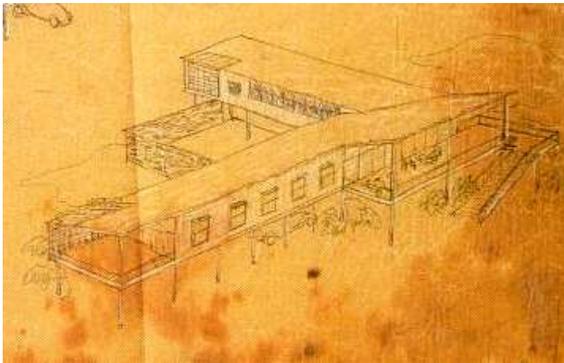
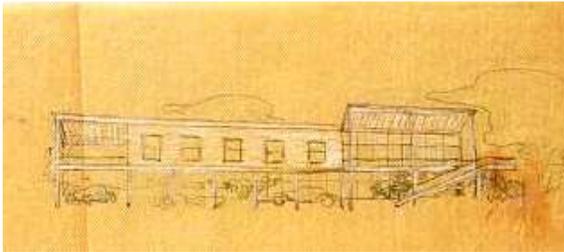
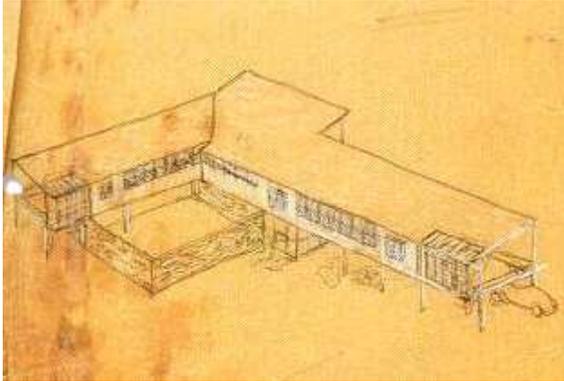
5.72 - La Ubicación de la casa. ([www.google.com.br/maps](http://www.google.com.br/maps). Acceso en noviembre de 2011)

### **Clima** tropical de altitud

- Media anual de las temperaturas: 19° C
- Medias anuales de las temperaturas máximas: 23° C
- Medias anuales de las temperaturas mínimas: 15° C
- Meses con más lluvias: noviembre a marzo
- Humedad del aire, media anual: 85%

**Latitud:** 22,50° Sur

**Longitud:** 43,16° Oeste



5.73 – Bocetos originales de Lucio Costa para la casa Barão de Saavedra. (WISNIK, 2001)

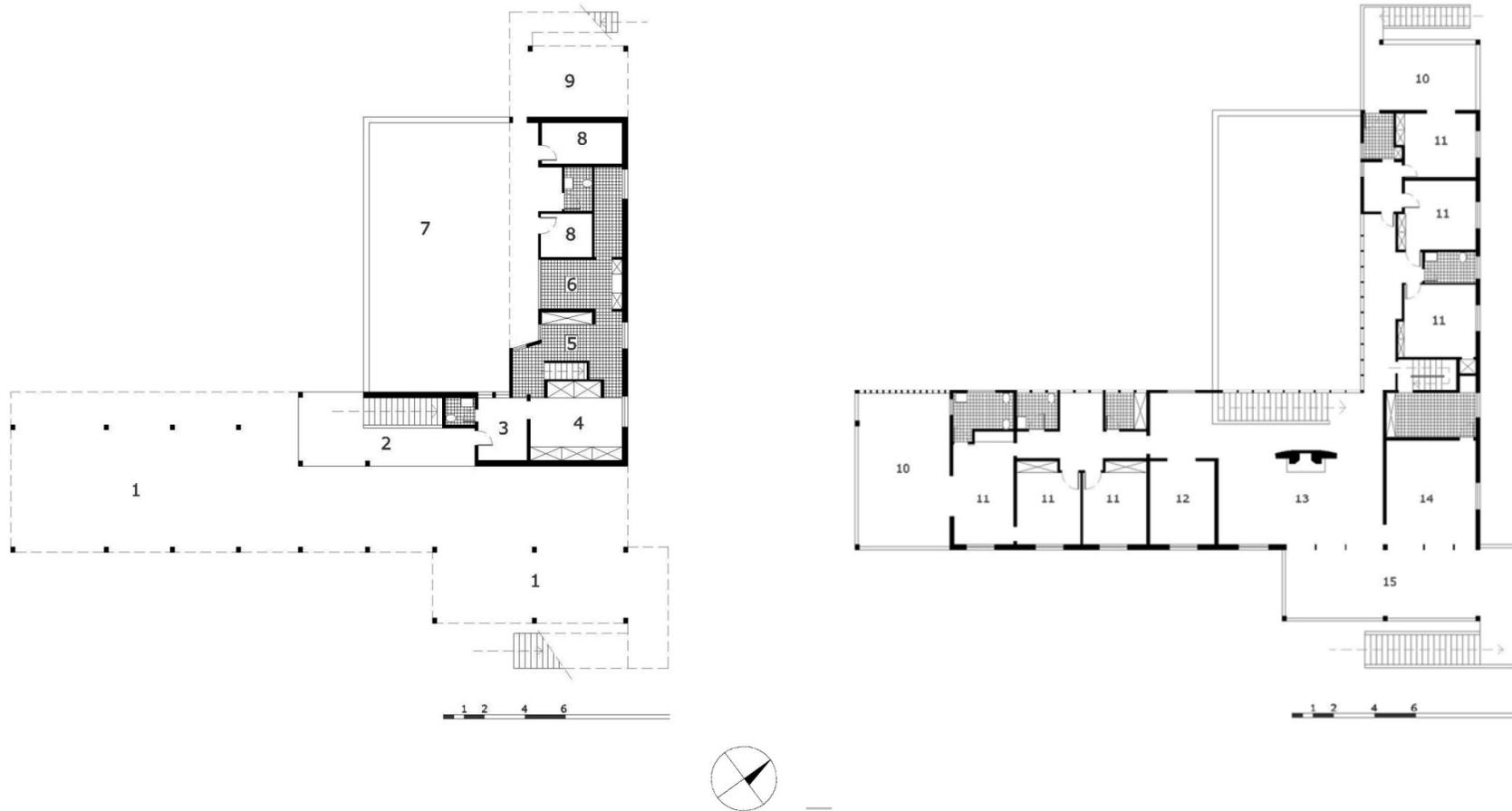
En 1942, el barón de Saavedra encargó el diseño de su villa en Corrêas al arquitecto Lucio Costa. Su sueño era tener en el campo y en uno de los mejores climas del mundo, en las cercanías del Petrópolis, todas las comodidades de una casa de la ciudad.

El resultado fue un diseño elegante e innovador para su época. Lucio Costa organizó una casa plena de integración con la naturaleza. Todas las habitaciones de la casa están orientadas hacia los jardines que la rodean a través de balcones, porches y bay-windows. La casa, con los pisos de gran altura, está completamente ventilada, iluminada y soleada. El arquitecto hizo un diseño con una mezcla de materiales modernos y elementos de la arquitectura colonial (fig. 5.73).

Amplia y generosa - son seis habitaciones, además del salón, salón de juegos, comedor y porche - aunque no abandona una compartimentación estricta y tradicional, presenta una sólida justificación para la organización de la planta: la casa se estructura a partir de una "L" formada en el piso superior, por las alas de los dormitorios en los extremos de los cuales están ubicados los porches suspendidos, en la planta baja el sector de la cocina y servicios y un "jardín cubierto", memoria de sus proyectos de los años treinta, pero que en la práctica actúan como grandes garajes. Aparecen las ventanas en relieve, presentes en los proyectos de Costa en los años ochenta. (CARLUCCI, 2005)

El sector social se encuentra en un solo plano, con acceso por las escaleras. El área de servicio y las habitaciones de servicio ocupan la planta baja. En la pared del comedor, Cândido Portinari pintó, en 1944, una de sus obras maestras, el mural "La

Divina Pastora", valorizando, todavía más, el proyecto de Lucio Costa (CARLUCCI, 2005). En la figura 5.62 están los bocetos originales de Lucio para la casa.



5.74- Planta baja y del primer piso de la casa Barão de Saavedra. 1. Pilotis, 2. Entrada, 3. Vestíbulo, 4. Ropas, 5. Comedor, 6. Cocina, 7. Servicio, 8. Habitación de Servicio, 9. Acceso de servicio, 10. Porche, 11. Habitaciones, 12. Salón de Juegos, 13. Salón, 14. Comedor, 15. Porche.

### 5.5.1 EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA RESIDENCIA BARÃO DE SAAVEDRA



5.75 – Casa Barão de Saavedra, vista da piscina. (fondo del autor)

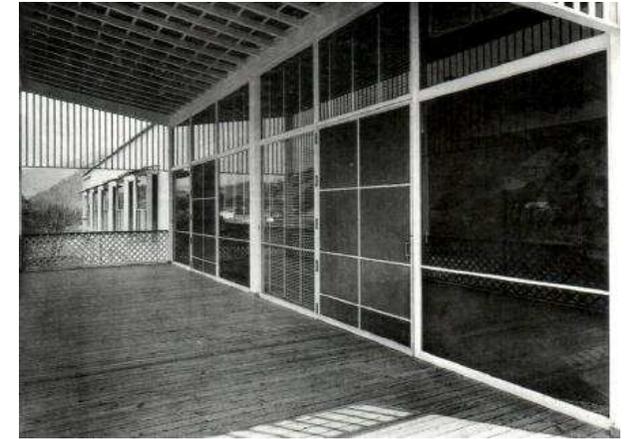
Este proyecto de Lucio Costa sintetiza todo el presente estudio una sola obra. El legado colonial fue reinterpretado por él como en ninguna otra de sus obras y de ningún otro arquitecto, en primer lugar por la originalidad y la modernidad de los elementos coloniales que se utilizan, en segundo, por el resultado estético -muy moderno y funcional- del complejo. La atención a los conceptos propuestos por HOLANDA se observa en varias soluciones de diseño.

La casa, con sus fachadas principales orientadas hacia el Noreste y Sudeste (fig. 5.76), revelando la intención de Costa de aprovechar el sol de la mañana, recordando que Petrópolis, situada a 845 m sobre el nivel del mar, tiene un clima más suave que el cercano Río de Janeiro. A pesar de la orientación, Costa protege las ventanas a través de los balcones y aleros de las cubiertas. Los porches (fig.s 5.77 y 5.78) están protegidos por diversas barreras, todas con soluciones de diseño moderno ya conocidas de la arquitectura tradicional. (Proteger las ventanas)



5.76 – Casa Barão de Saavedra. Las Ventanas horizontales protegidas por una serie de celosías y la vista interna y externa de la ventana de las habitaciones del tipo "confidente". (CARLUCCI, 2005)

La cubierta, lanzada con la pendiente hasta el Acervo, tiene su estructura inclinada y aparente, creando generosas alturas en todas las habitaciones de la casa, un elemento importante en el confort térmico (crear sombra y continuar los espacios). Las puertas de los porches, totalmente acristaladas permiten la apropiación del bello paisaje y la integración física sin barreras, rompiendo el límite interno-externo (abrir puertas y convivir con la naturaleza). Las circulaciones y el patio de servicio se vuelven hacia al ponente, protegidos por celosías azules que se abren como toldos en una bella reinterpretación modernizada del elemento colonial. Las ventanas tipo "confidentes" se han diseñado específicamente para esta casa y son muy eficientes en términos climáticos, permitiendo la integración con el paisaje y la ventilación indirecta a través de los cuadros laterales. También cabe destacar que la mezcla que Lucio Costa hace con la tradición, elevando la casa del suelo con un sótano, con las paredes de piedra de la planta baja, con los "pilotis" modernos, crea un gran espacio debajo de una de las alas de la casa (construir frondoso).

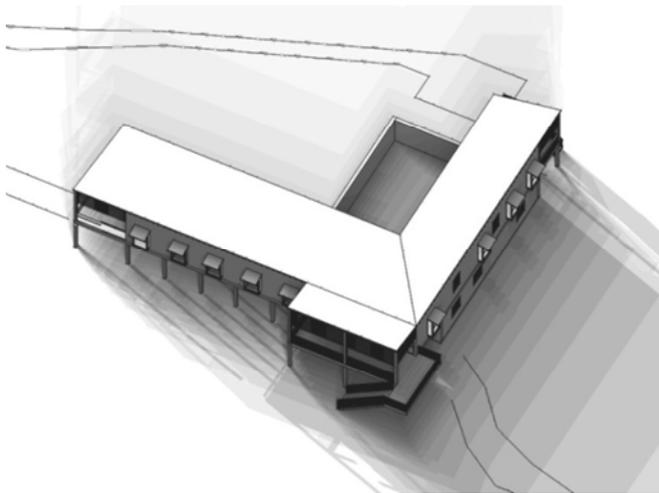
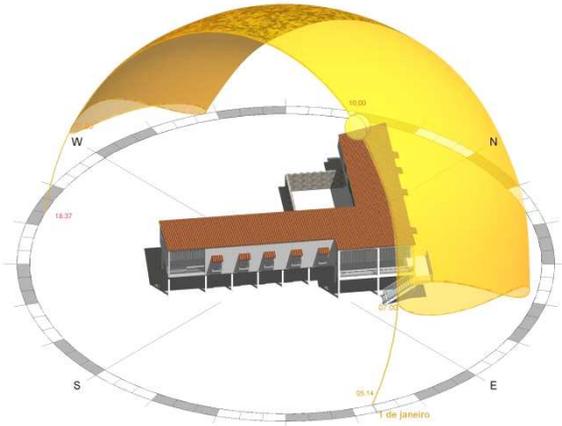


5.77 - Porche de acceso con las puertas acristaladas.  
(COSTA, 1995)

### 5.5.2 LA PIEL PARA LA SOMBRA EN LA RESIDENCIA BARÃO DE SAAVEDRA:

En términos geográficos, la ubicación de la casa es muy cercana a los demás edificios estudiados en la ciudad de Río de Janeiro. Pero, la ciudad de Petrópolis, por su gran altitud presenta temperatura medias mucho más suaves. Por esta razón, la protección solar más importante es la del sol vespertino y en verano. Los espacios internos, resfriados durante las noches más frescas, se calientan a lo largo del día y la protección solar a partir de las 14:00 horas de la tarde es recomendable. En las figuras 5.79 y 5.80 se demuestra que Lucio Costa hizo una implantación de acuerdo con esta recomendación y el sol vespertino sólo incide sobre las ventanas de los pasillos y el patio de servicios.

5.78- La trayectoria solar se representa en color amarillo con la posición del sol en todos los días durante todo un año en la ciudad de Petrópolis (Simulación producida con Vasari).

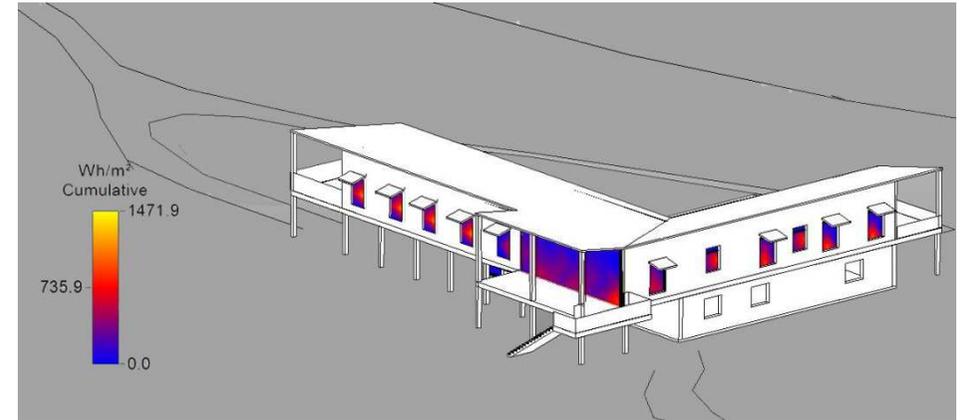
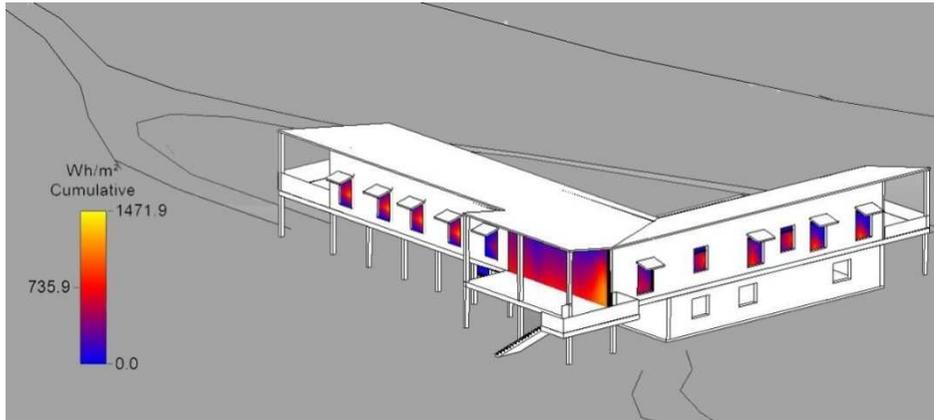


5.79 - La superposición de las sombras en verano. Modelo producido por Ecotect.

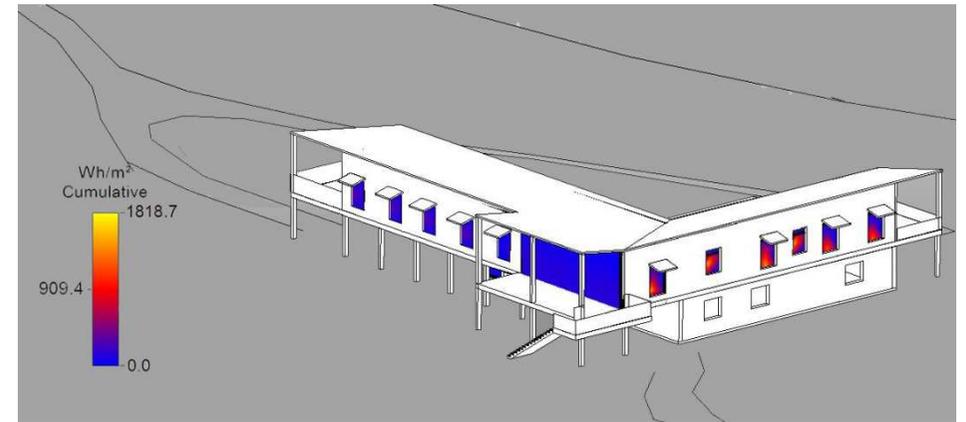
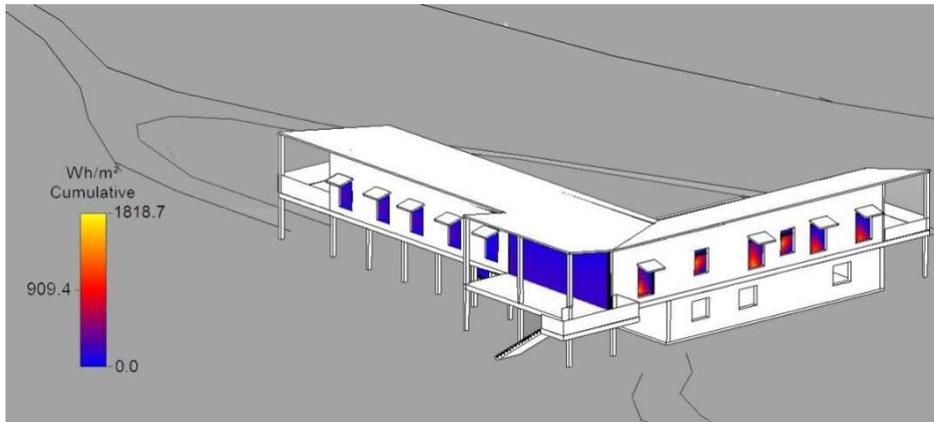
En las figuras de 5.82 a 5.84 se observa la reducción de la radiación solar directa lograda con los brises de protección de los porches. Niveles cercanos a los 1,4 kWh/m<sup>2</sup> acumulados a lo largo de un día de verano bajan a cerca de los 0,3 kWh/m<sup>2</sup>. Se observa también que en el solsticio de invierno y en el equinoccio la protección de los brises no es necesaria.

En la figura 5.85 se percibe la importancia de los brises en verano para la reducción de la incidencia solar en el salón. Incluso la ventana lateral de este espacio recibe una insolación menor con estos dispositivos de protección.

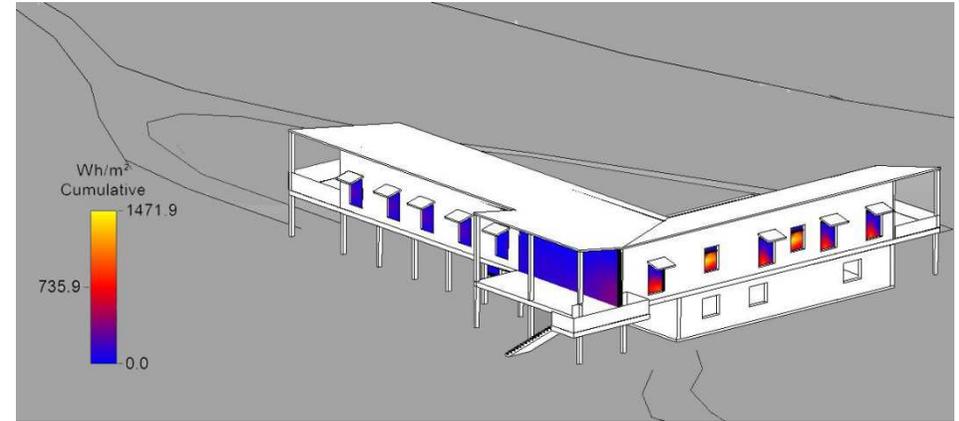
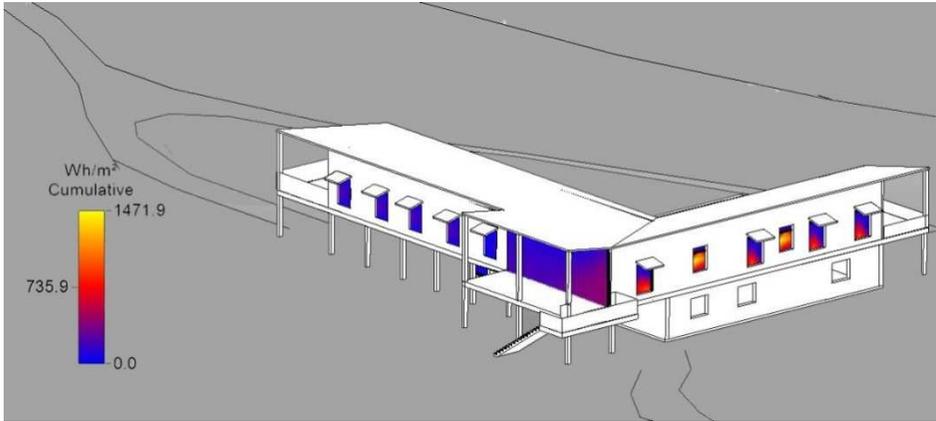
Las celosías de protección de los pasillos no han sido experimentadas porque el elemento forma una barrera casi completa a la irradiación solar directa, incluso en la posición abierta, ya que posee una limitación de apertura de unos 30 grados y no permite el paso directo de los rayos del sol.



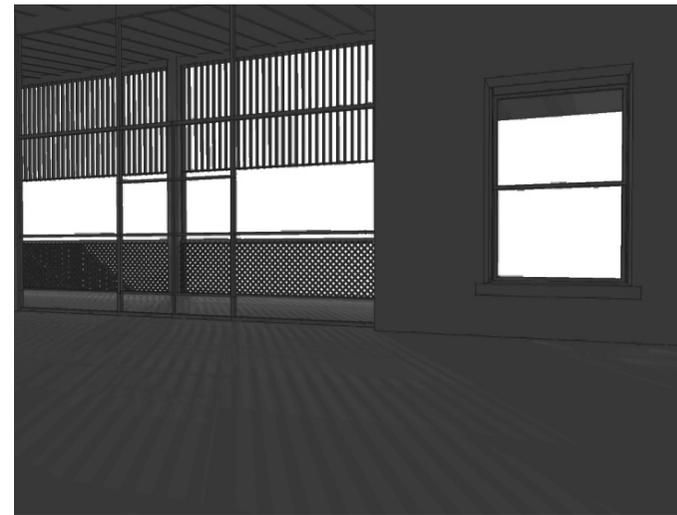
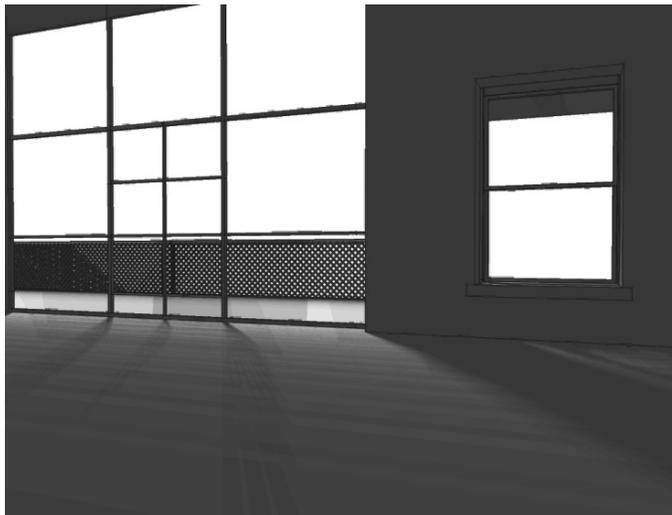
5.80 – Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de verano con y sin los brises del porche de acceso (Simulación producida con Vasari).



5.81 – Radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio con y sin los brises del porche de acceso (Simulación producida con Vasari).



5.82 – Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de invierno con y sin los brises del porche de acceso (Simulación producida con Vasari).

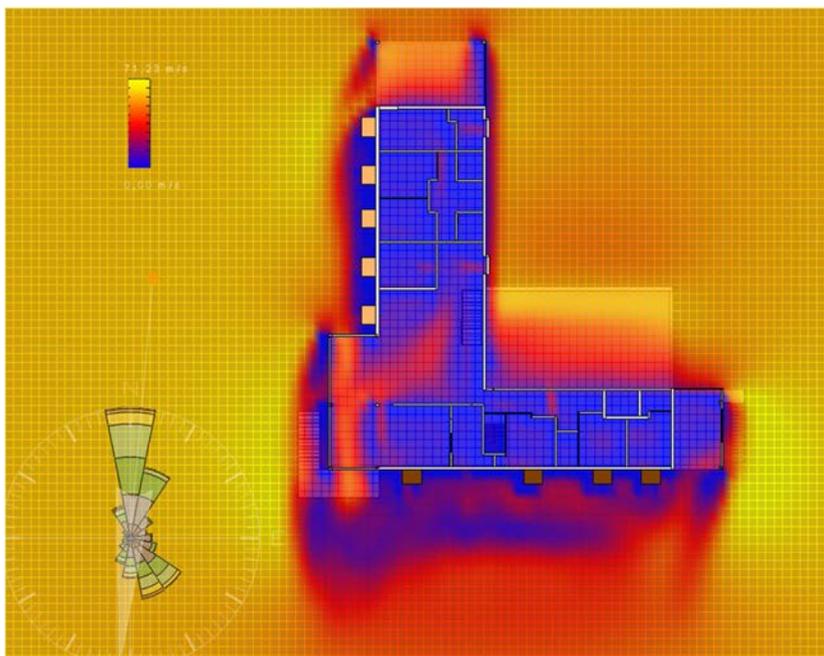


5.83 – La superposición de las sombras del espacio interno del salón en verano. A la izquierda sin los brises del porche y a la derecha con los brises. Modelo producido con Ecotect.

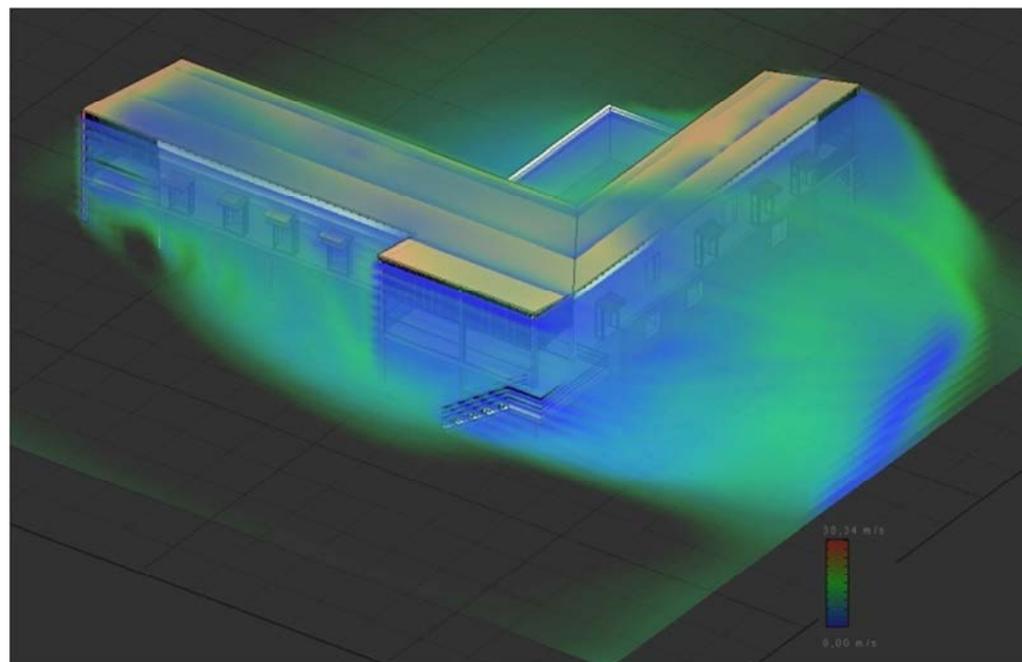
### 5.5.3 LA PIEL PARA LA VENTILACIÓN EN LA RESIDENCIA BARÃO DE SAAVEDRA:

La residencia está situada en un área de unos 50.000 m<sup>2</sup> en el centro de una cadena montañosa que probablemente debe canalizar y cambiar la dirección del viento predominante. Sin embargo, la ventilación predominante es la Norte, que siempre puede venir de diferentes direcciones en un terreno con estas características. La orientación de la residencia permite que todas sus aperturas reciban la ventilación dominante, especialmente en la fachada Nordeste. Las circulaciones con la secuencia de ventanas protegidas por celosías en las fachadas Sudoeste y Noroeste permiten, aun cuando están parcialmente abiertas, la ventilación cruzada. Como las puertas de los balcones, especialmente el balcón situado en la esquina Este, tienen grandes paneles corredizos, la penetración de la ventilación por allí es plena. (Fig. 5.86)

En la figura 5.87 se presenta la penetración del viento en la primera planta, donde se nota que el paso del aire por el porche principal ejerce un efecto de succión y el aire que penetra por las ventanas del pasillo cruza plenamente aquel espacio. En este sitio de temperatura más suave, la ventilación por succión genera una velocidad más baja, que no se convierte en una incomodidad para el habitante.



5.84 – La penetración del viento en la planta principal (Simulación producida con Vasari).



5.85 – Vista del paso de viento en el modelo de la casa. Los colores verdes indican las velocidades más altas y los azules las más bajas (Simulación producida con Vasari).

#### 5.5.4 LA CONSTRUCCIÓN DE LA PIEL LA RESIDENCIA BARÃO DE SAAVEDRA

No se puede calificar la piel de la residencia como una envolvente industrializada. La obra de Lucio Costa presenta incluso elementos de pura artesanía, como las tejas esmaltadas en los aleros o los pasamanos de la escalera principal. No obstante, la estructura de hormigón armado ya presenta un gran estándar de racionalidad, como se puede percibir en las imágenes de los “pilotis” (fig. 5.88). Las carpinterías se basan en un diseño de repetición, incluso las con cuadros de celosía están hechas

según un padrón modular (fig. 5.89). En la figura 5.90 se presentan las distintas pieles de la residencia Barão de Saavedra.



5.86 – Los “pilotis” (Acervo del autor).



5.87 – La racionalización en el diseño de las carpinterías (Acervo del autor).

1. Cubierta en tejas capa-y-bica con pendiente opuesta a la fachada principal para el ponente.



2. Maderamen aparente y falso techo junto a las tejas generando pisos con gran altura y continuación espacial.



3. Porches creando espacios de convivio y transición entre el exterior y el interior con protección solar para las actividades diarias.



4. Puertas transparentes con gran posibilidad de abertura generando integración entre interior y exterior donde se puede contemplar el paisaje.



5. Paredes de anchura doble de capacidad aislante adecuada al clima temperado de Petrópolis.



6. Los pilotes en la planta baja alejan las zonas de convivio de la humedad del solo y cran espacios amplios de utilización flexible.



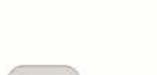
7. Patio de Servicio protegido por muros opacos en la zona de mayor soleamiento.



8. Paredes en piedra rustica crean a interface del edificio con el suelo.



9. Todas las ventanas y aperturas noreste y suroeste son protegidas con celosías azules.



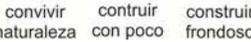
10. El fondo de los porches, también con orientación noreste y suroeste cerrados con cobogós de hormigón.



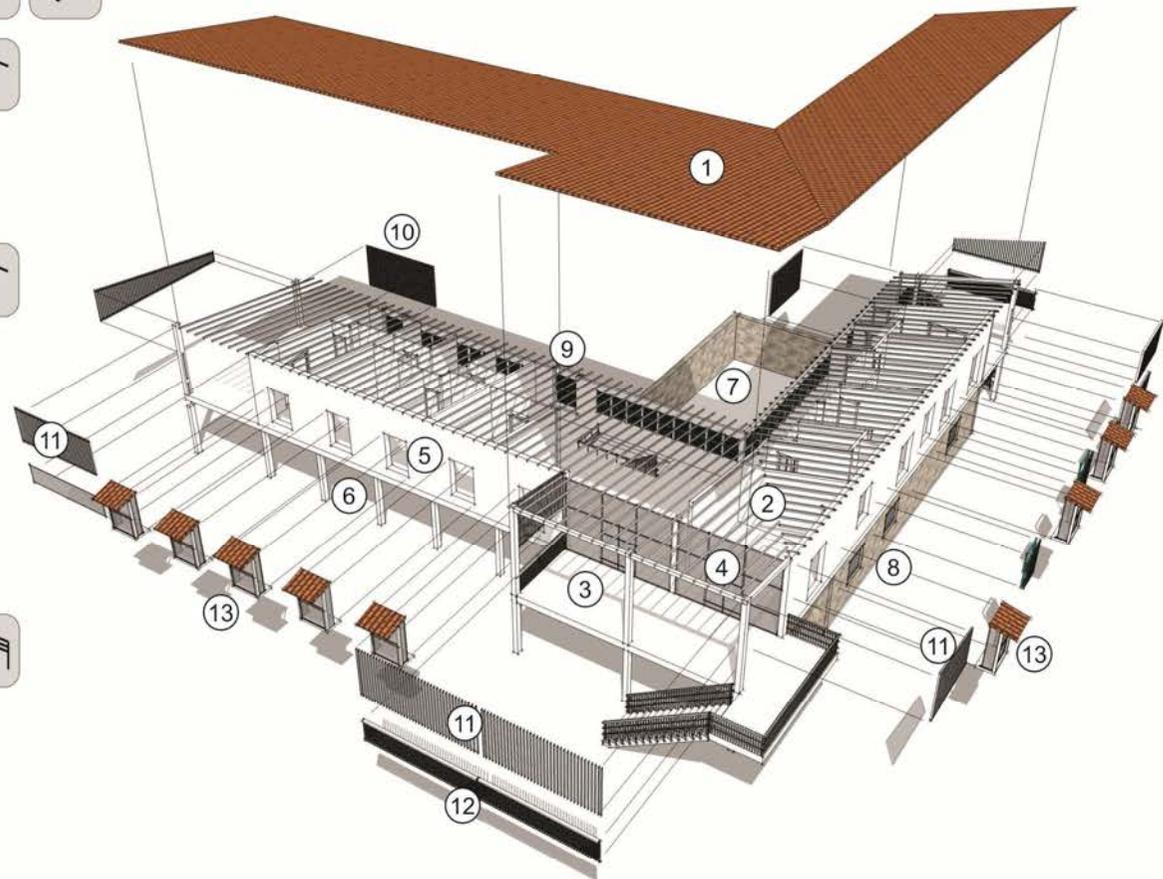
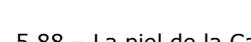
11. La gran altura de los porches demanda la colocación de brises que reducen la radiación en este espacio y en las puertas de cristal.



12. Las barandillas son construidas con celosías que permiten el paso del aire.



13. Se presenta un diseño muy particular para las ventanas de orientación sureste y noreste creando balcones de cristal.



crear sombra



empotrar paredes



proteger ventanas



agujerear muros



abrir puertas



convivir naturaleza



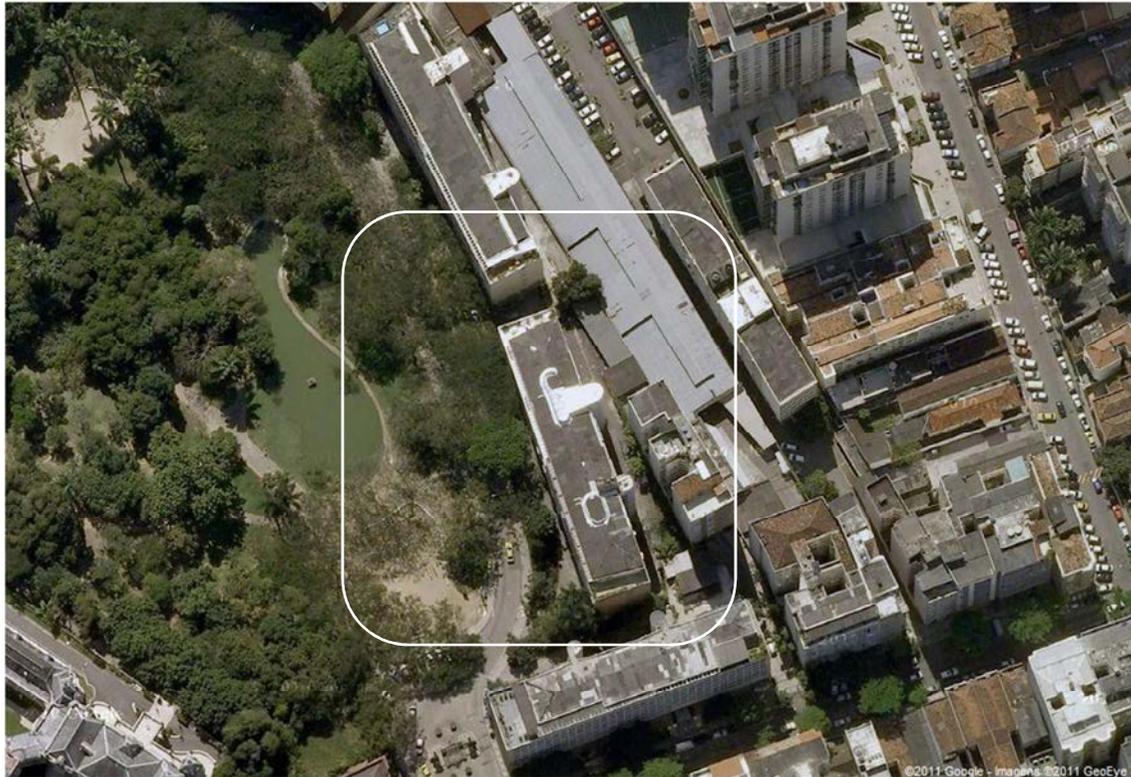
contruir con poco



construir frondoso

5.88 – La piel de la Casa Barão de Saavedra. (modelo producido por el autor)

## 5.6 EDIFICIO BRISTOL – PARQUE GUINLE – LÚCIO COSTA, 1948, RIO DE JANEIRO, RJ.



5.89 – La ubicación del edificio. ([www.google.com.br/maps](http://www.google.com.br/maps). Acceso en noviembre de 2011)

### **Clima** tropical atlántico

- Media anual de las temperaturas: 23,1° C
- Medias máximas mensuales: 26,1° C
- Medias mínimas mensuales: 20° C
- Medias anuales de las temperaturas máximas: 36,2° C
- Medias anuales de las temperaturas mínimas: 13,8° C
- Mes más frío: junio
- Meses con más lluvias: diciembre, enero, febrero y marzo
- Humedad relativa del aire, media anual: 84,6%

**Latitud:** 22,90° Sur

**Longitud:** 43,18° Oeste



5.90 – La vista del parque por la ventana del edificio Bristol.  
(fondo del autor)

El Parque Guinle está situado en la ciudad de Río de Janeiro, en el barrio de Laranjeiras. El solar, urbanizado en 1916, está situado justo al otro lado de la Calle Gago Coutinho y tiene una extensa área verde cuesta arriba. Inicialmente, el parque fue el jardín de la residencia de Eduardo Guinle<sup>2</sup>. La mansión se convirtió en el actual Palacio de Laranjeiras, residencia oficial del Gobernador del Estado y en el jardín se construyó el condominio residencial diseñado por Lucio Costa. 25.000 m<sup>2</sup> del solar se extienden sobre el valle que forma parte de un tramo de la Mata Atlántica, los patios, aceras y un lago. El Parque fue incluido como patrimonio histórico por el IPHAN en 1986.

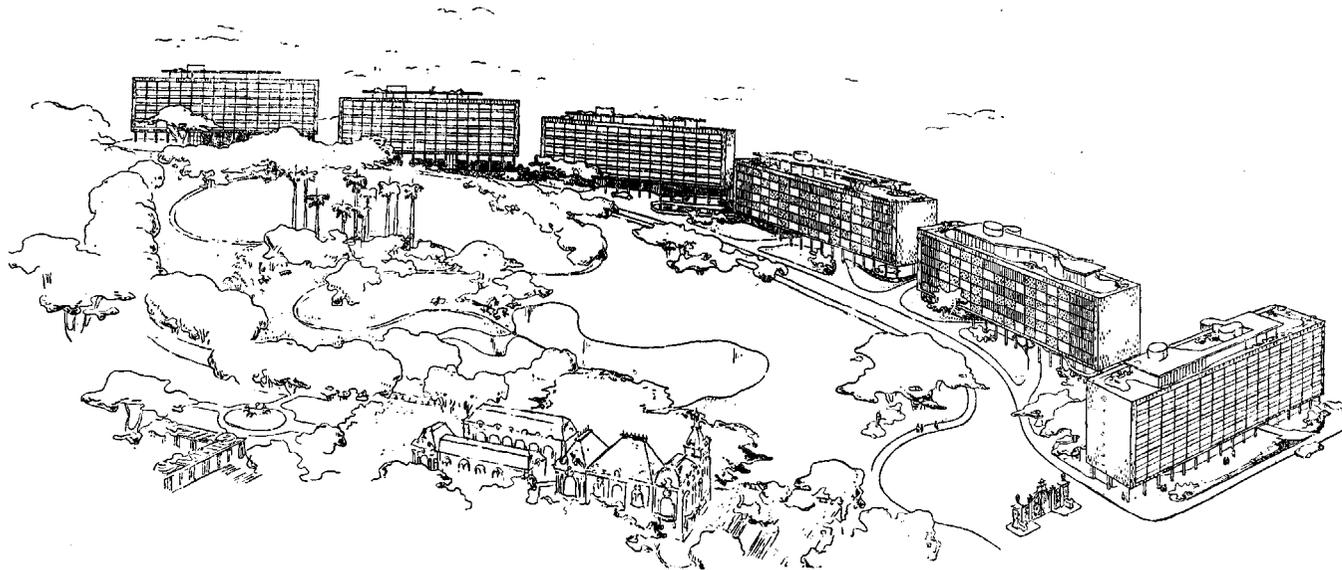
El Parque Guinle fue el primer conjunto de edificios de viviendas construidas para la alta burguesía carioca. La idea inicial de los promotores del Parque Guinle, los herederos de Eduardo Guinle, fue la construcción de palacios afrancesados, que formarían un conjunto estético con la mansión existente en el sitio. Lucio Costa propuso una arquitectura moderna que tiene más que ver con el parque que con la mansión (fig. 5.92). Fue diseñado entonces un conjunto de seis edificios independientes, dispuestos de forma radial en el solar (fig. 5.93) y en bloques lineales, con seis pisos residenciales, además de la planta baja y la cubierta, donde

---

<sup>2</sup> En 1888, los empresarios Eduardo Palassin Guinle y Cândido Gaffrée recibieron de la Princesa Isabel el permiso, por 92 años, para la explotación del puerto de Santos, donde fundaron la Compañía Docas, en el auge de las exportaciones de café. Eduardo Guinle se convertiría en uno de los hombres más ricos de Brasil.

se pusieron en práctica elementos del lenguaje de la arquitectura moderna: los "pilotis", la terraza jardín y las fachadas libres. El actual Parque Guinle se compone de tres edificios de viviendas, el Bristol, Nueva Caledonia y Cintra (1948 a 1954), diseñados por Lucio Costa y un edificio construido en el flanco de la colina de Santa Teresa, diseñado por los hermanos Roberto, sin relación con el proyecto de Lucio Costa. (OGATA, 2004) El propio Lucio Costa relata la innovación que significó su proyecto en aquella época:

*Quando en la época de la revolución, no existían todavía 30 edificios de pisos en la ciudad. Toda la gente decía que el habitante de Río de Janeiro, que era individualista, nunca consentiría en vivir en un edificio de viviendas. (COSTA, 1995, p.372)*



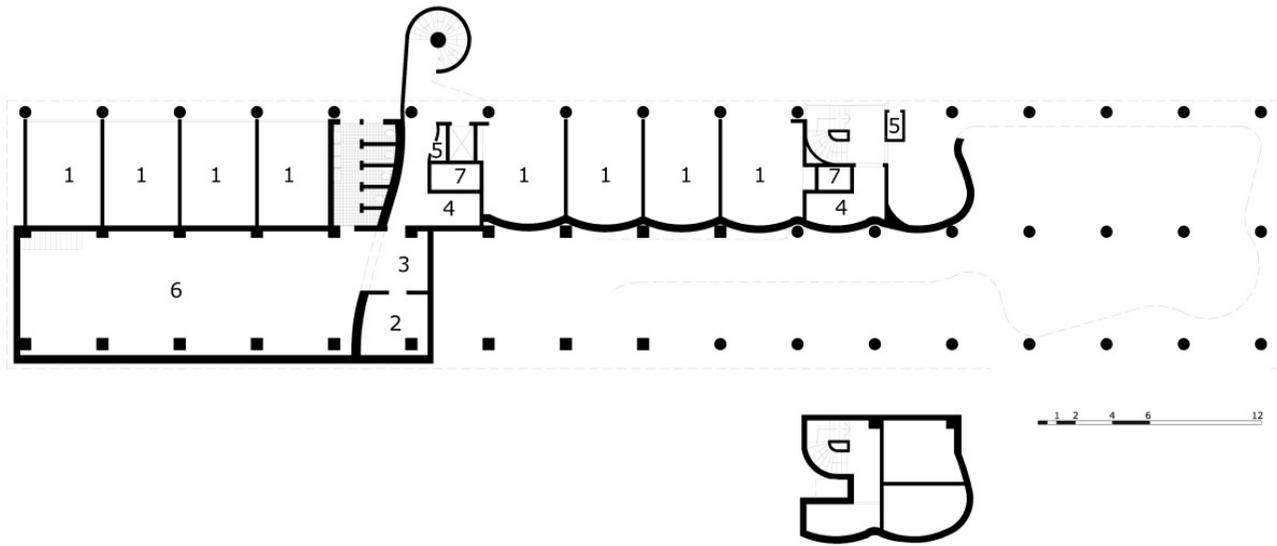
5.91 – Boceto con la implantación original propuesta por Lucio Costa. (COSTA, 1996)



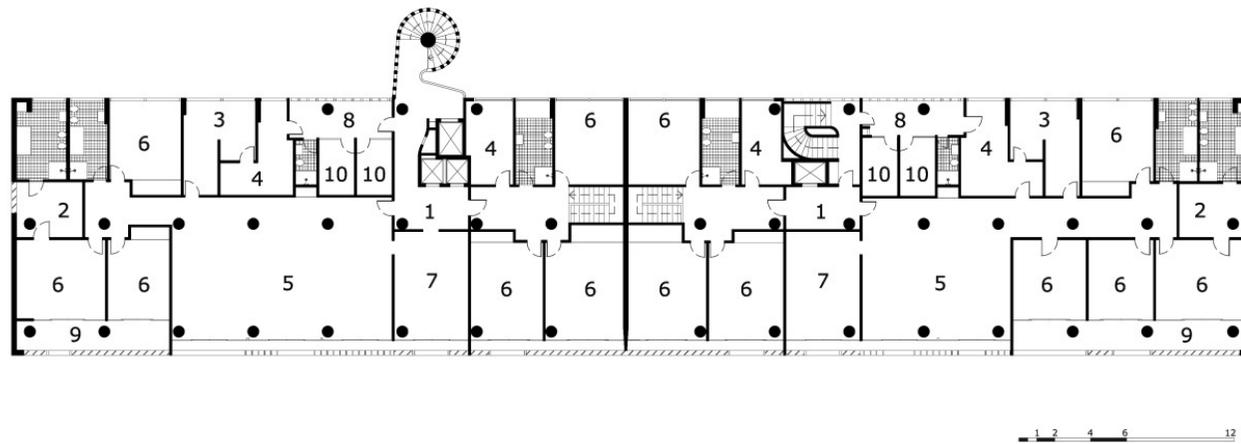
5.92 – Distintas tipologías de brises y cobogós utilizadas en el edificio Bristol. (fondo del autor)

Se puede ver en las plantas de las viviendas e incluso la adopción de un partido francamente moderno, como Lucio Costa recuperó, en un nuevo contexto, las características de la casa tradicional de Brasil. El interior es abrazado por dos balcones, uno social y otro doméstico. "Dos espacios, uno delante, para recibir, y otro al Acervo, relacionados con el comedor y las habitaciones de servicio" (COSTA, 1995).

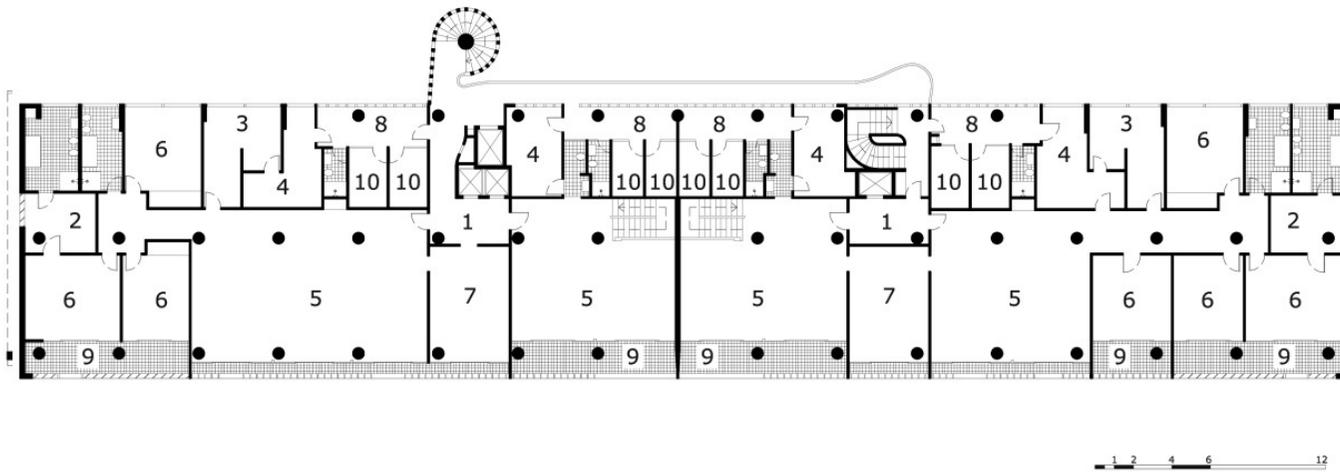
La ubicación de los bloques de viviendas en el Parque sirvió como directriz para preservar la zona verde del mismo. Los cuatro edificios independientes dispuestos de forma radial, forman un anfiteatro y el cierre de los tres lados (Norte, Sur y Este) esta en el parque. El cuarto lado fue ocupado por la mansión y sus dependencias en el Oeste de la cordillera del sitio. La valoración del sitio también muestra la preocupación por no interferir en la topografía, manteniendo las pendientes naturales, lo cual fue posible gracias a la utilización de los "pilotis". La arquitectura aprovecha la topografía con el uso de rampas, escaleras y el acceso a los garajes subterráneos en la parte inferior, que enriquecen los espacios de arquitectura en la dinámica espacial de continuidad y ruptura. Para que se pueda aprovechar la vista del parque, el Bristol y el Nova Caledonia tienen sus fachadas principales orientadas hacia el Oeste. El edificio Nova Cintra da a la Calle Gago Coutinho, de orientación Sur. El problema de la insolación Oeste se resolvió mediante el uso de persianas y cobogós, cuya función es filtrar el exceso de luz, lo que permite la vista hacia el exterior y protege la privacidad de los pisos. Las disposiciones de estos distintos elementos forman las fachadas que no tienen ningún refinamiento formal y sigue la ortogonalidad del volumen del edificio (fig. 5.93).



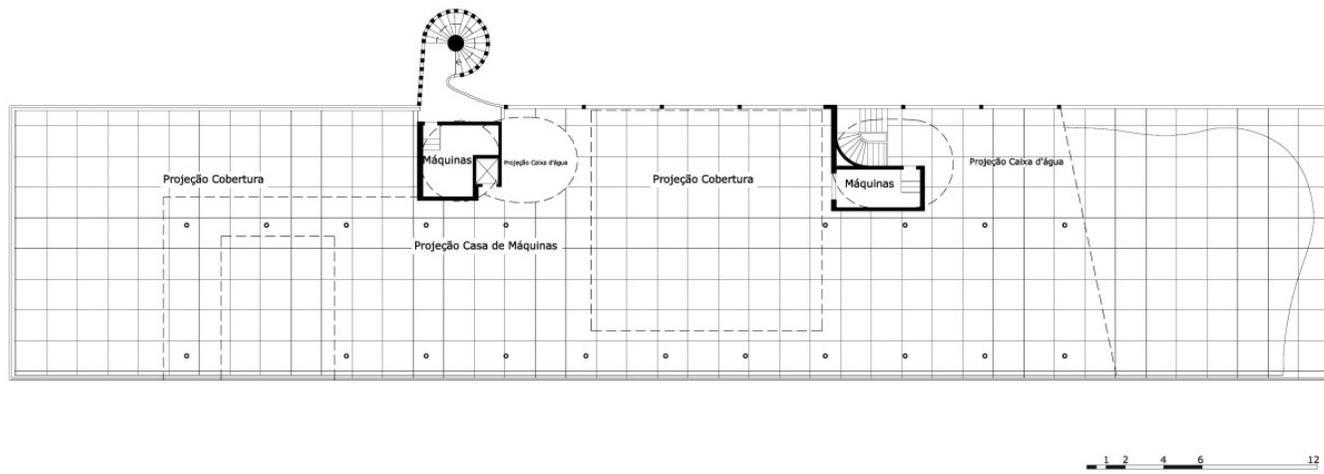
5.93 – Planta baja y del sótano del ed. bristol. (1. Garajes; 2. Cámara de descontaminación; 3. Vestíbulo; 4. Medicino; 5 basura; 6. Abrigo antiaéreo; 7. Ascensor)



5.94 – Plantas impares. (1. Vestíbulo; 2. Vestuario; 3. Ropas; 4. Cocina; 5 Salones; 6. Habitaciones; 7. Oficina; 8. Alpendre del servicio; 9. Terraza; 10. Habitación de servicio)



5.95 – Plantas pares. (1. Vestíbulo; 2. Vestuário; 3. Ropas; 4. Cozinha; 5 Salones; 6. Habitaciones; 7. Oficina; 8. Pasillo de servicio; 9. Terraza; 10. Habitación de servicio)

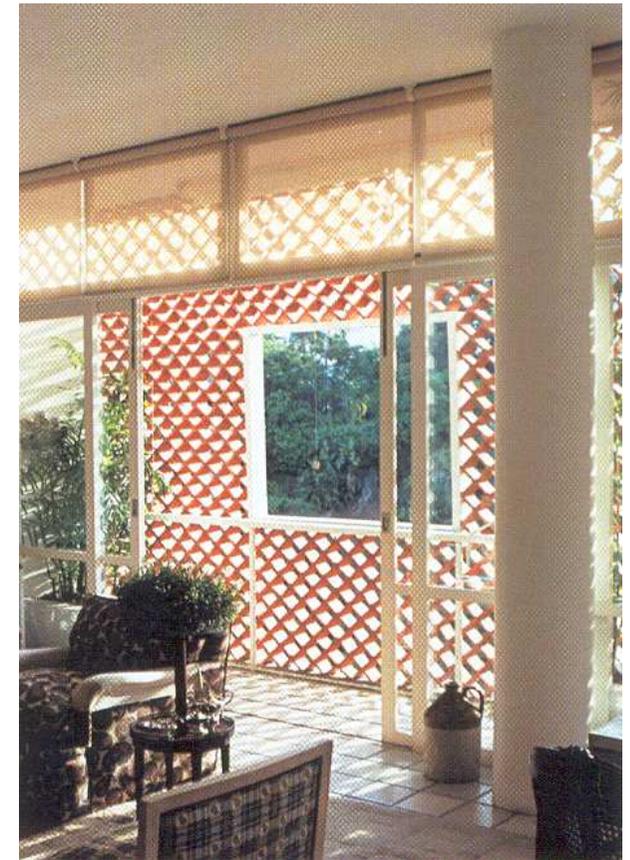


5.96 – Planta ático.

### 5.6.1 EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA DEL EDIFICIO BRISTOL.

La fachada principal del edificio Bristol recibe la radiación solar vespertina directa durante todo el año, que fue el aspecto que definió la composición de las fachadas propuesta por Lucio Costa. Para cada grupo de espacios se utilizaron distintos elementos. En las habitaciones, persianas verticales proporcionan una protección más efectiva, mientras que en las áreas del salón la alternativa del cobogó, alternando la forma de diamante y la circular, crea una bella cortina de sombras difusas (fig. 5.98). Para permitir la apropiación visual del paisaje, se dejó una "ventana" en el centro de los cobogós, lo que constituiría una tipología nacional repetida en varios edificios construidos después.

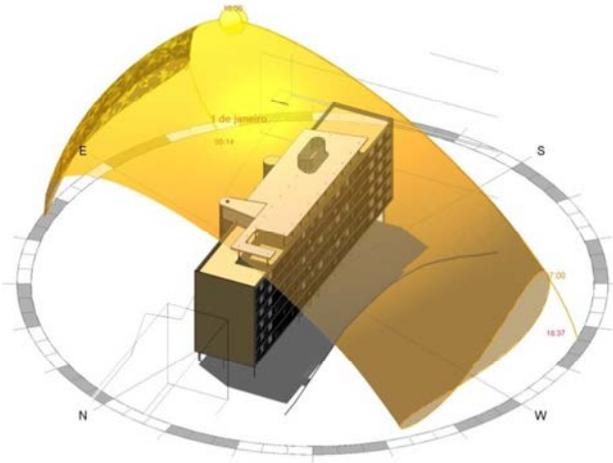
Los edificios del Parque Guinle son un trasAcervo para la aplicación de distintas recomendaciones de HOLANDA. A pesar del gran porte del edificio y de una orientación solar desfavorable, todos los pisos están protegidos por terrazas cubiertas en todas las habitaciones y salones. Los "pilotis" y la terraza jardín parcialmente cubierta crean también amplias áreas sombreadas (regular paredes y crear sombra). La protección solar en las fachadas, con el objetivo de aprovechar la exuberancia del paisaje, cumple otras dos recomendaciones: proteger las ventanas y convivir con la naturaleza. El uso de los cobogós industrializados de distintos formatos, además del uso de la estructura modular independiente garantiza gran racionalidad constructiva y permite la industrialización completa de los principales componentes de las fachadas (agujerear los muros y construir con poco). La amplitud de los espacios y la generosidad de las soluciones constructivas y espaciales son expresión de la última recomendación: construir frondoso.



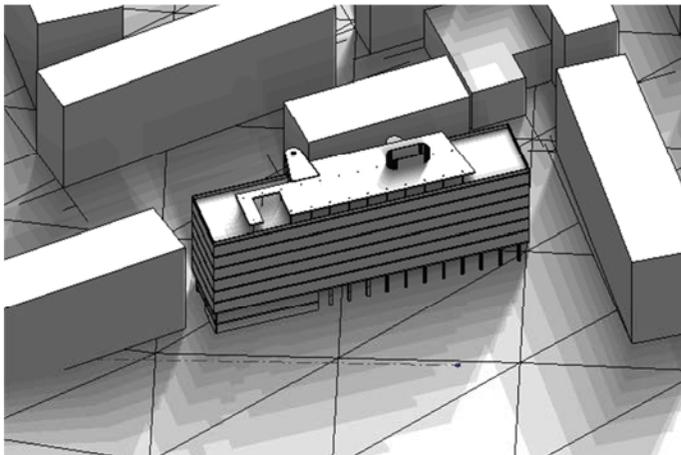
5.97 – Las carpinterías del salón con el sistema integral de apertura y al sombreado en rendijas de la fachada del salón. (COSTA, 1996)

### 5.6.2 LA PIEL PARA LA SOMBRA EN EL EDIFICIO BRISTOL:

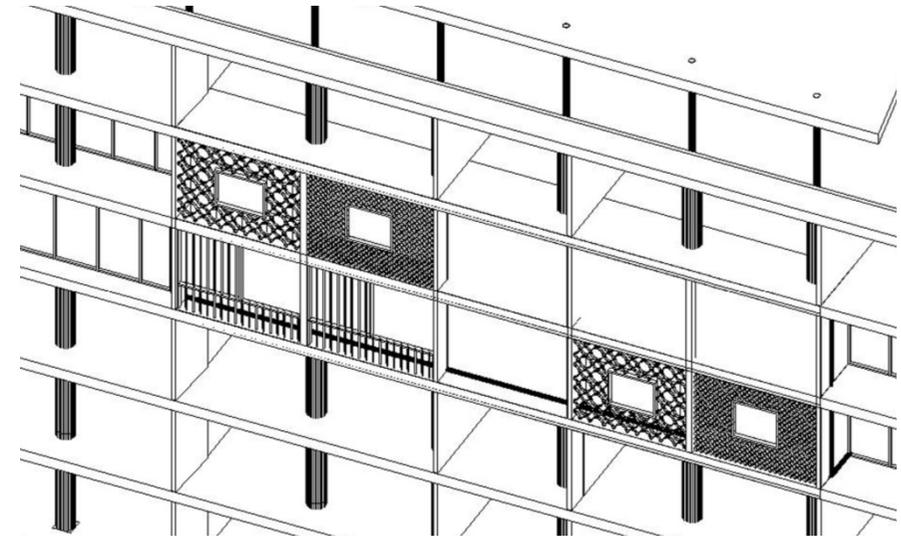
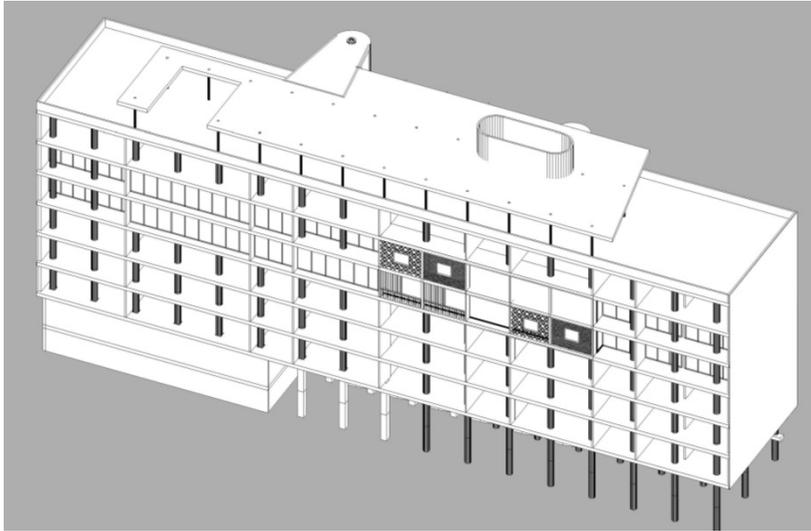
En la evolución del comportamiento de la piel del edificio Bristol, en relación a la protección solar se utilizó la siguiente estrategia: como la fachada posee distintas soluciones de cerramiento y protección, se ha delimitado un ejemplo de cada uno de los casos para evaluar la eficiencia en relación con la generación de sombras y disminución de la radiación solar directa. En la superposición de las sombras abajo (fig. 5.100) y en la descripción de la trayectoria solar (fig. 5.99) se percibe que la fachada principal recibe la insolación vespertina, por eso, ésta ha sido elegida para el análisis. En el análisis de la radiación solar directa (fig. 5.101 a 5.103) se percibe que la incidencia más importante ocurre en verano y equinoccio con valores por encima de los 1,0 kWh/m<sup>2</sup> acumulados a lo largo del día. Se percibe también que en los porches más profundos, incluso sin los elementos de protección, los valores bajan un 50%. Con la consideración de esos elementos (figuras a la derecha de cada serie), cada tipo de cobogó o brise tuvo una eficiencia distinta. Los de formato redondo, más abiertos, bajan la radiación en un 50% y los de formato de diamante, más cerrados, la bajan en un 75% la incidencia solar directa. En los porches más profundos, los valores de incidencia directa se acercan al cero. En la evaluación del sombreado interno, en las figuras de 5.104 a 5.107, se percibe la eficacia de las distintas soluciones, reduciendo visiblemente la insolación en el espacio interior. La luz aún penetra en los espacios, pero de forma más difusa. A pesar de que la evaluación de la radiación directa presenta niveles distintos para cada solución, en relación con la sombra sobre los espacios internos, esta diferencia se presenta menos importante, aunque está presente.



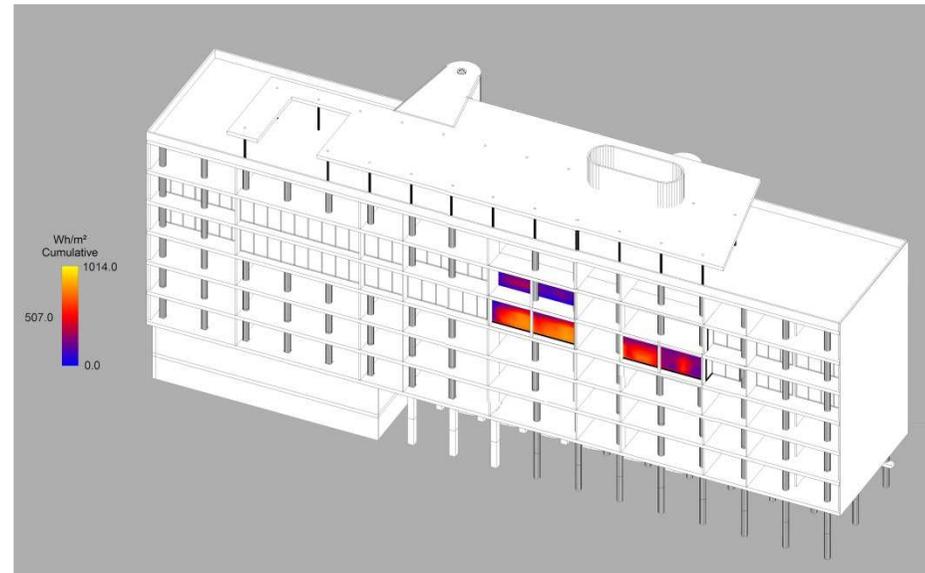
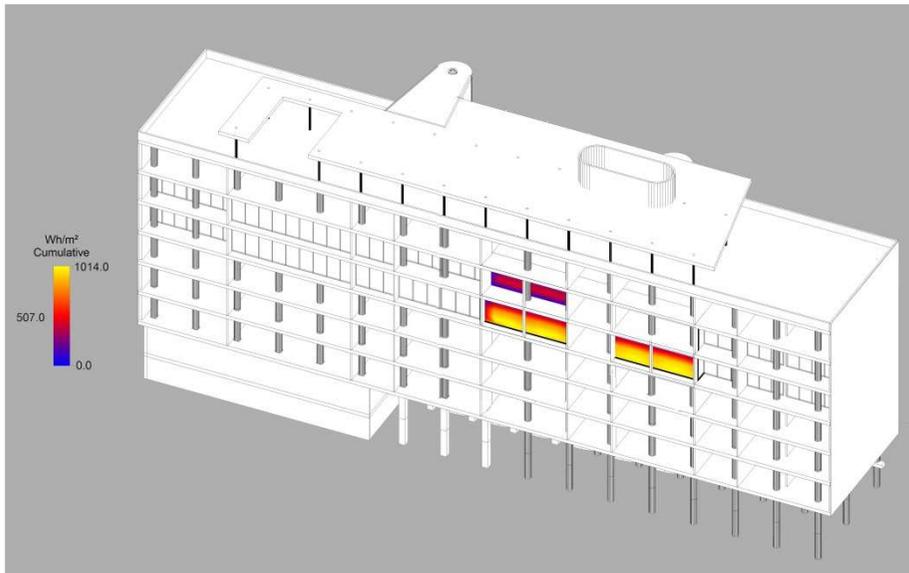
5.98- La trayectoria solar se representa en color amarillo con la posición del sol en todos los días durante todo un año en la ciudad de Rio de Janeiro (Simulación producida con Vasari).



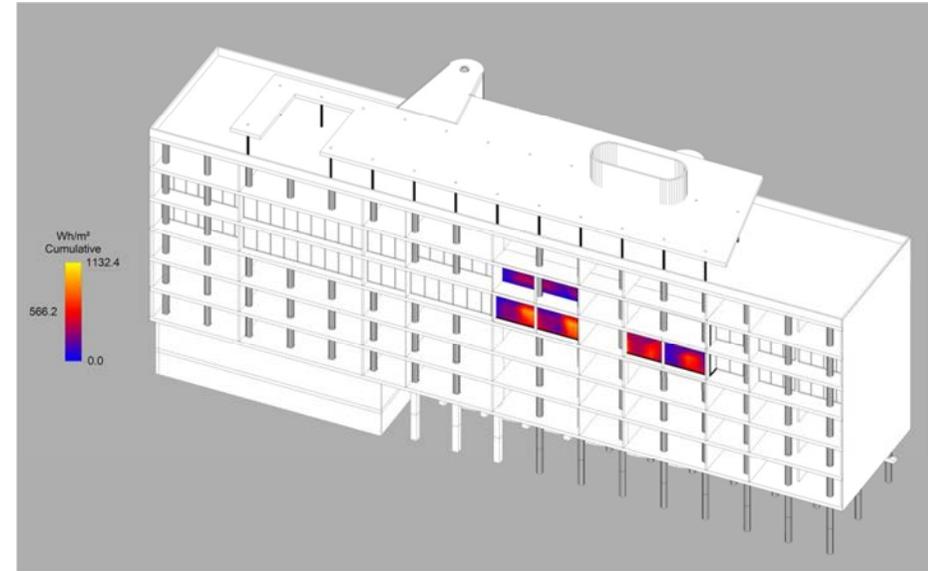
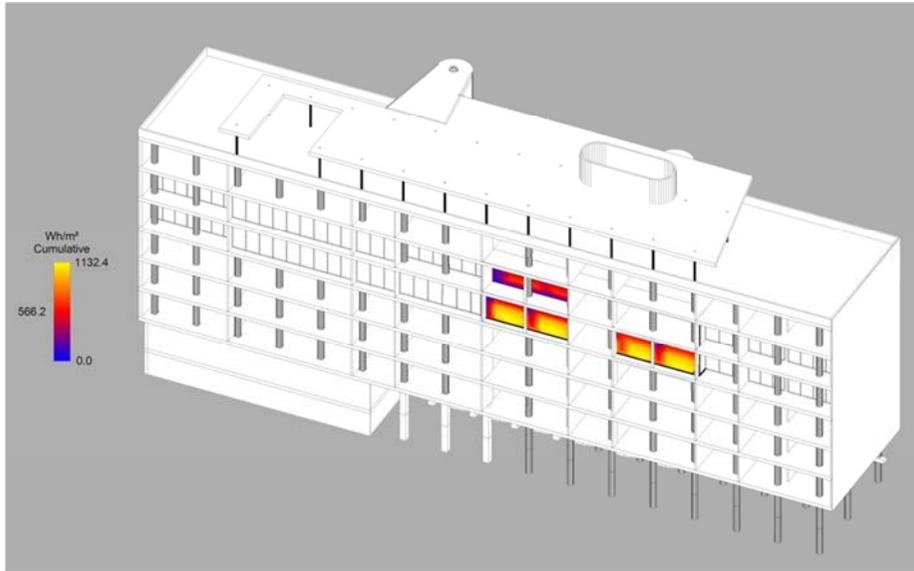
5.99 - La superposición de las sombras en verano. Modelo producido con Ecotect.



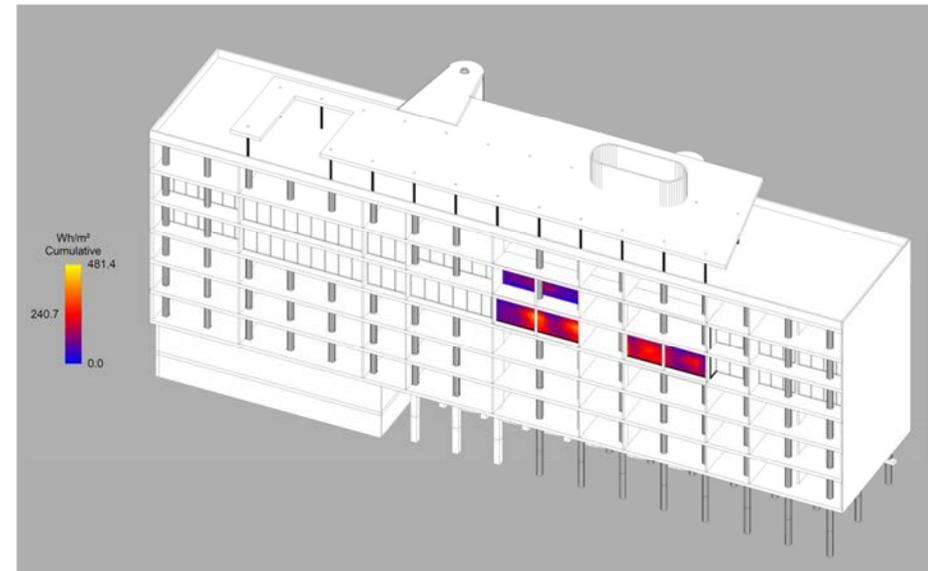
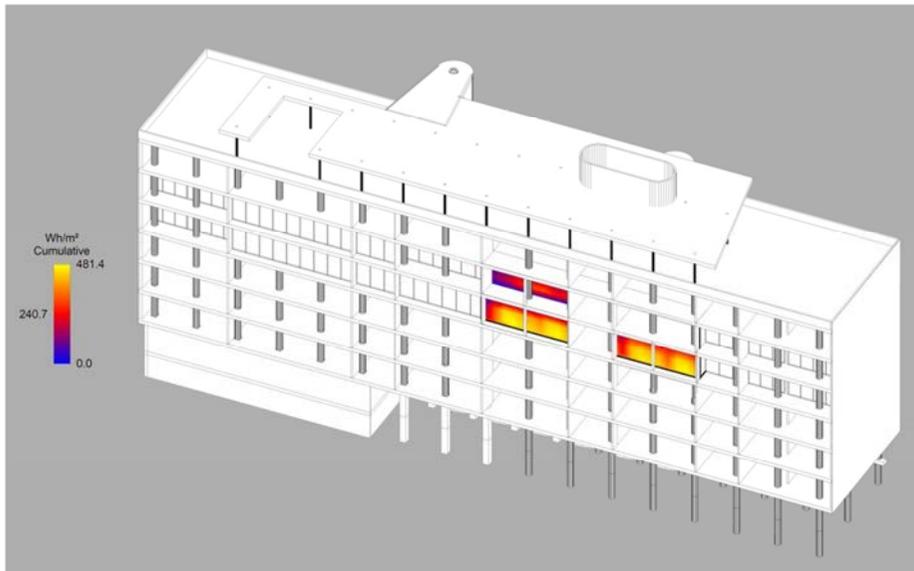
5.100 – Modelo utilizado para el análisis de la radiación solar directa. A la derecha, detalle de los distintos elementos de protección solar que fueron aislados y analizados (Modelo producido por el autor).



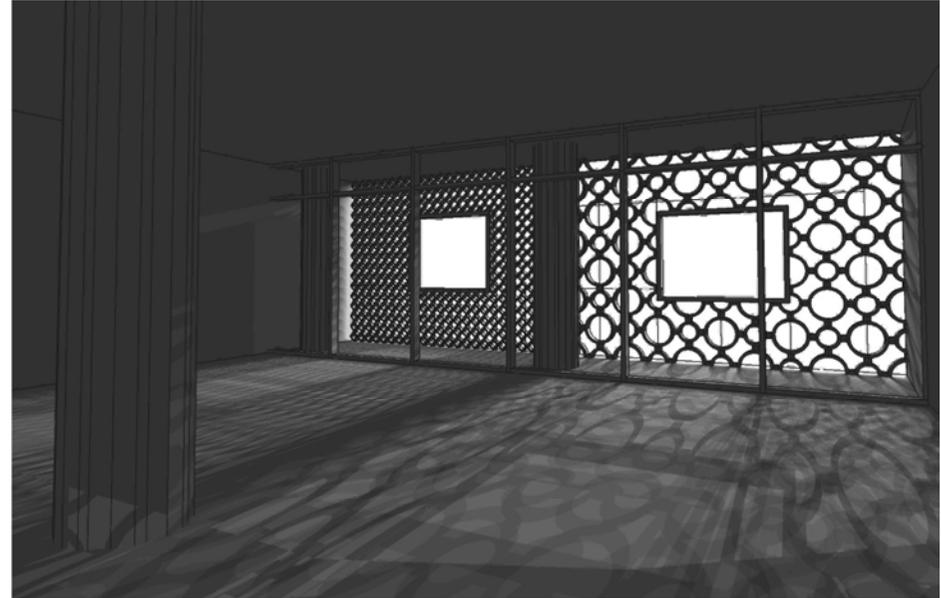
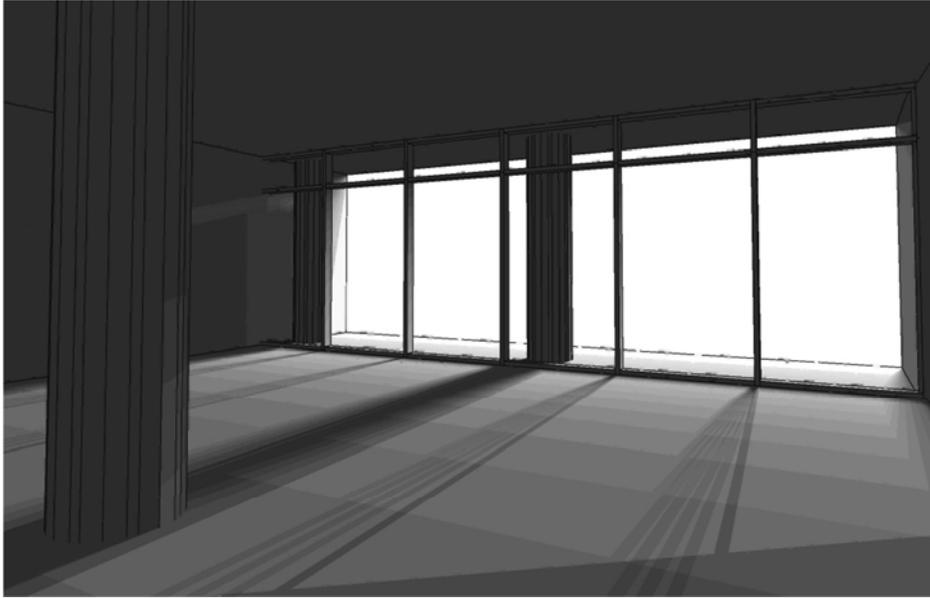
5.101 – Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de verano sin y con las protecciones solares de los porches (Simulación producida con Vasari).



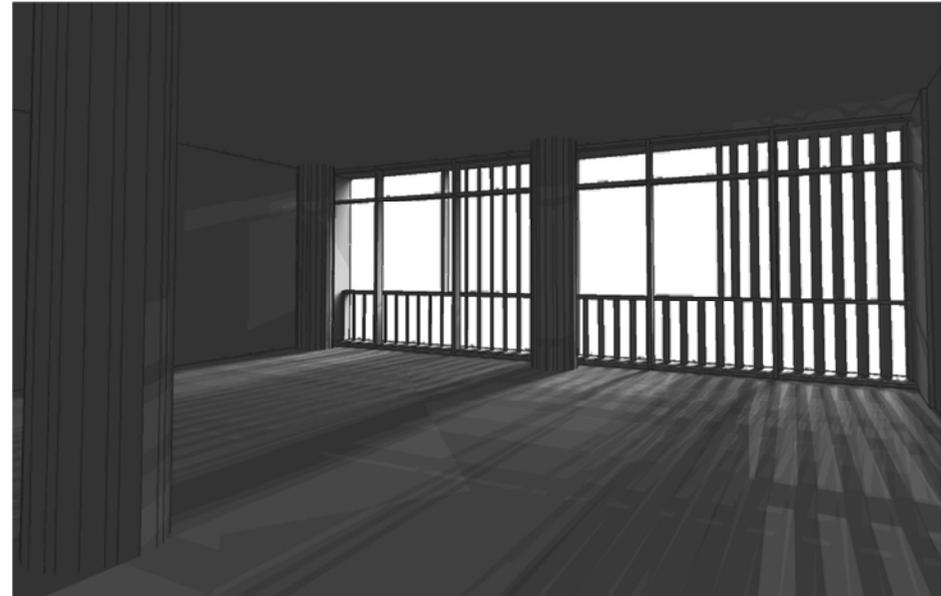
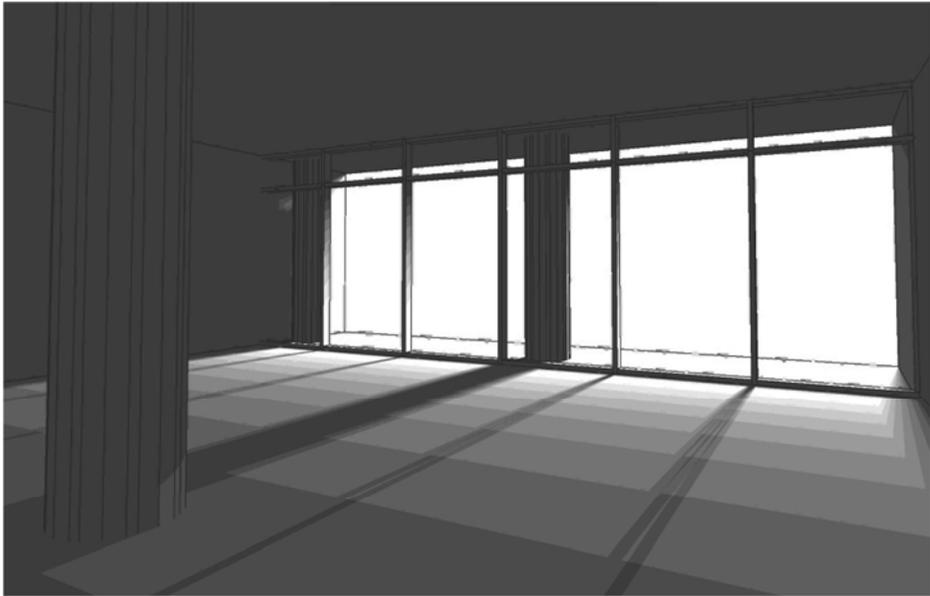
5.102 – Radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio sin y con las protecciones solares de los porches (Simulación producida con Vasari).



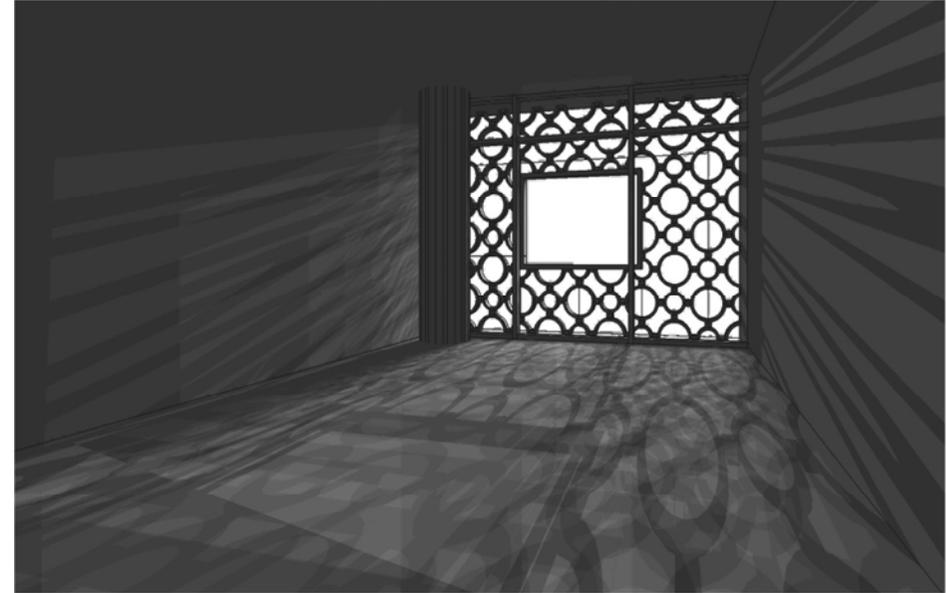
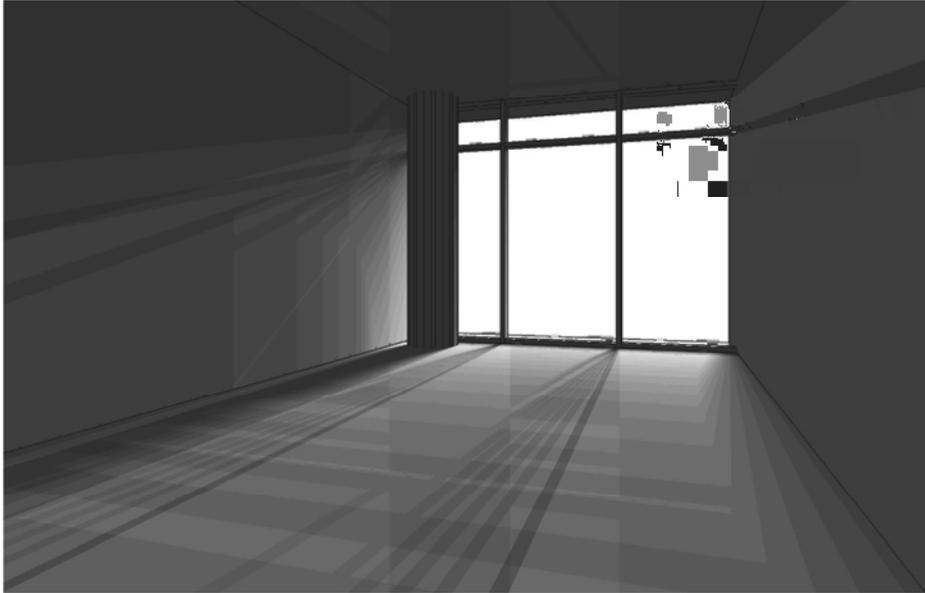
5.103 – Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de verano sin y con las protecciones solares de los porches (Simulación producida con Vasari).



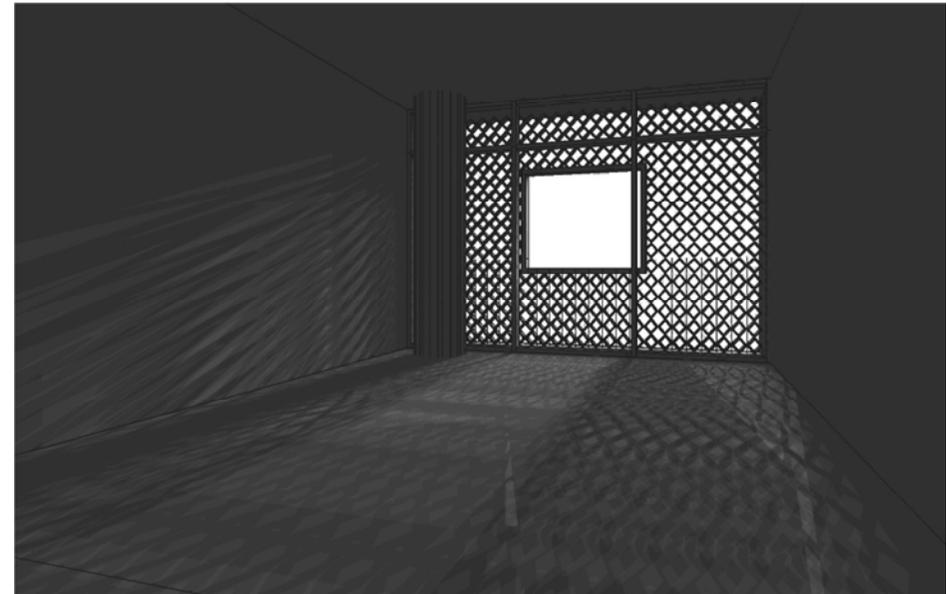
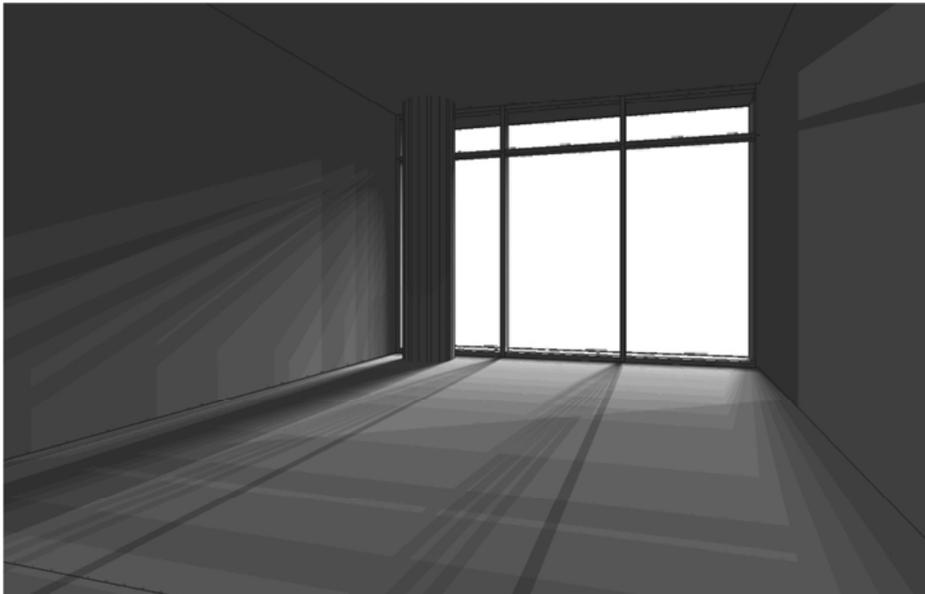
5.104 – La superposición de las sombras del espacio interno del salón inferior en verano. A la izquierda sin los cobogós y a la derecha con ellos. Modelo producido con Ecotect.



5.105 – La superposición de las sombras del espacio interno del salón inferior en verano. A la izquierda sin los cobogós y a la derecha con ellos. Modelo producido con Ecotect.



5.106 – La superposición de las sombras del espacio interno del salón inferior en verano. A la izquierda sin los cobogós y a la derecha con ellos. Modelo producido con Ecotect.



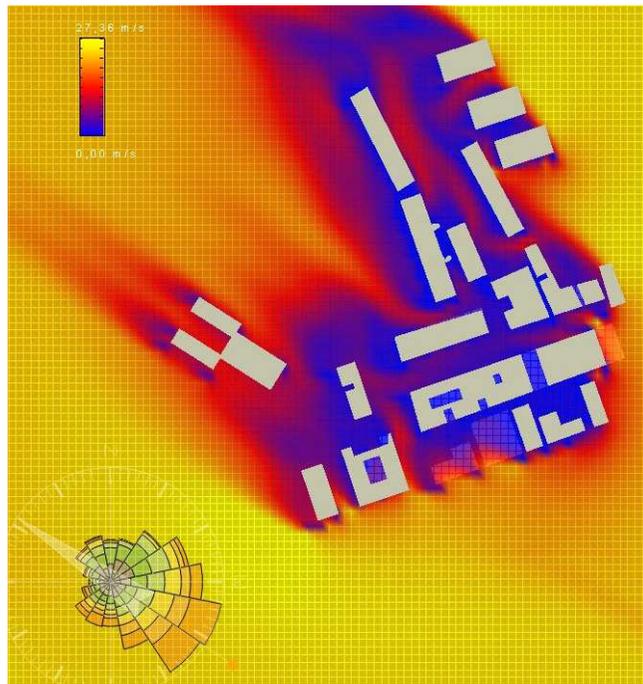
5.107 – La superposición de las sombras del espacio interno del salón inferior en verano. A la izquierda sin los cobogós y a la derecha con ellos. Modelo producido con Ecotect.

### 5.6.3 LA PIEL PARA LA VENTILACIÓN EN EL EDIFICIO BRISTOL

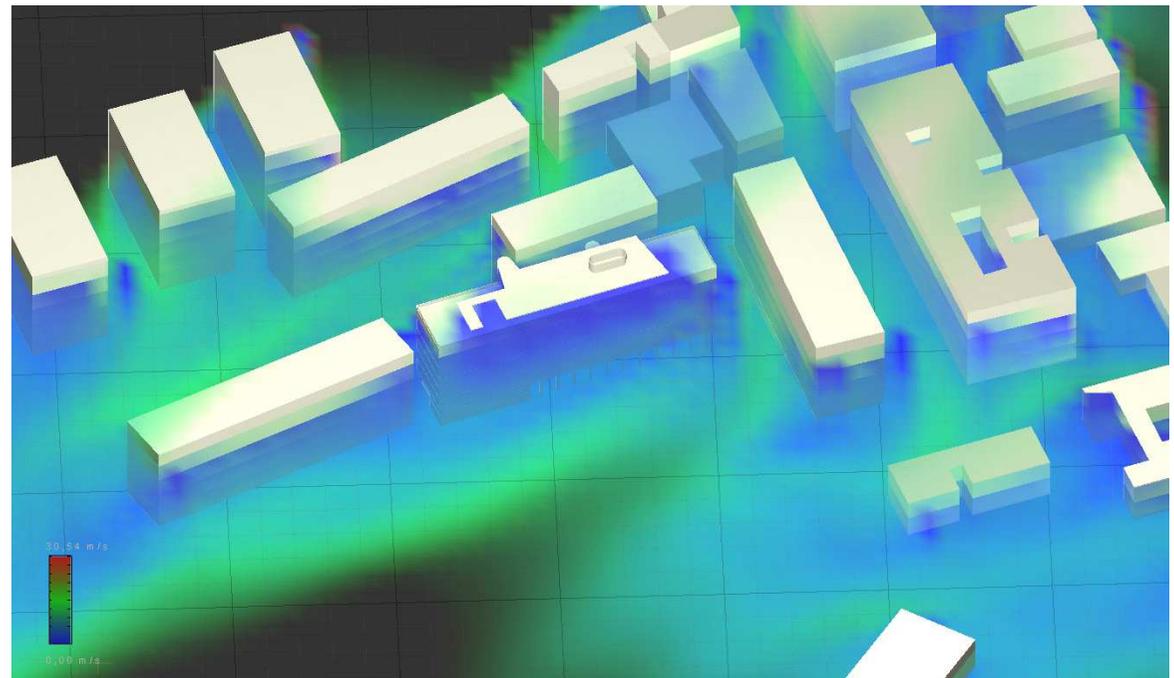
La dirección predominante del viento llega a la parte de atrás de la construcción en áreas donde hay más espacios cerrados, lo que reduce un poco la penetración del viento. (Fig. 4.108) La permeabilidad del viento ocurre en la conexión entre los dos balcones, el de servicio, al Acervo, y el social, a través del comedor. Las puertas correderas en el salón, que ocupan toda la longitud de la fachada, contribuyen a la permeabilidad del aire. (Fig. 4.111)



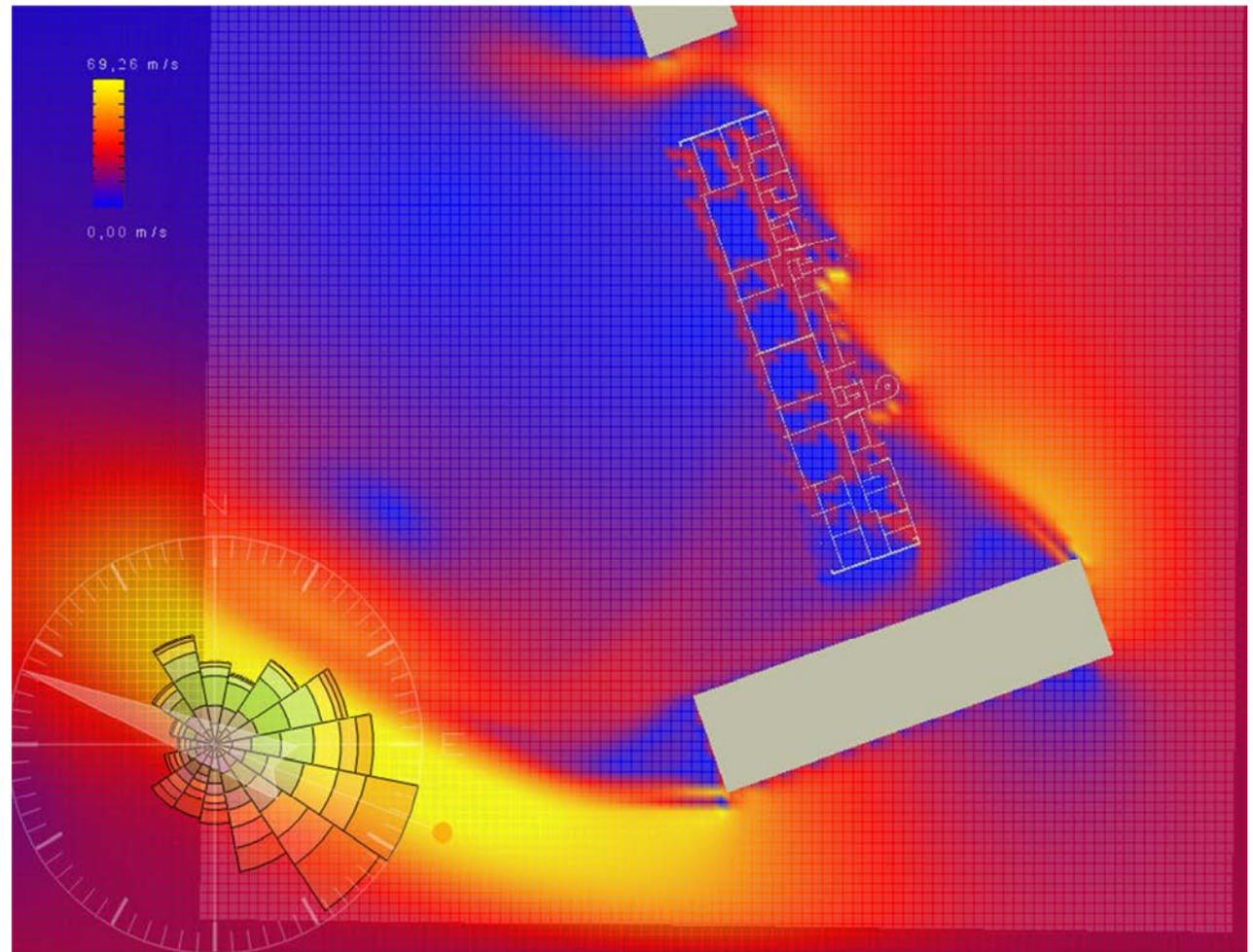
5.108 - A partir de la imagen de satélite y de los datos tridimensionales que se encuentran en Google Earth se hizo el modelo de todos los bloques vecinos a fin de evaluar la penetración real del viento (Modelo producido por el autor).



5.109 - Simulación del túnel de viento. Vista superior con la penetración del viento a partir de la evaluación de la dirección de los vientos. (Simulación producida con Vasari).



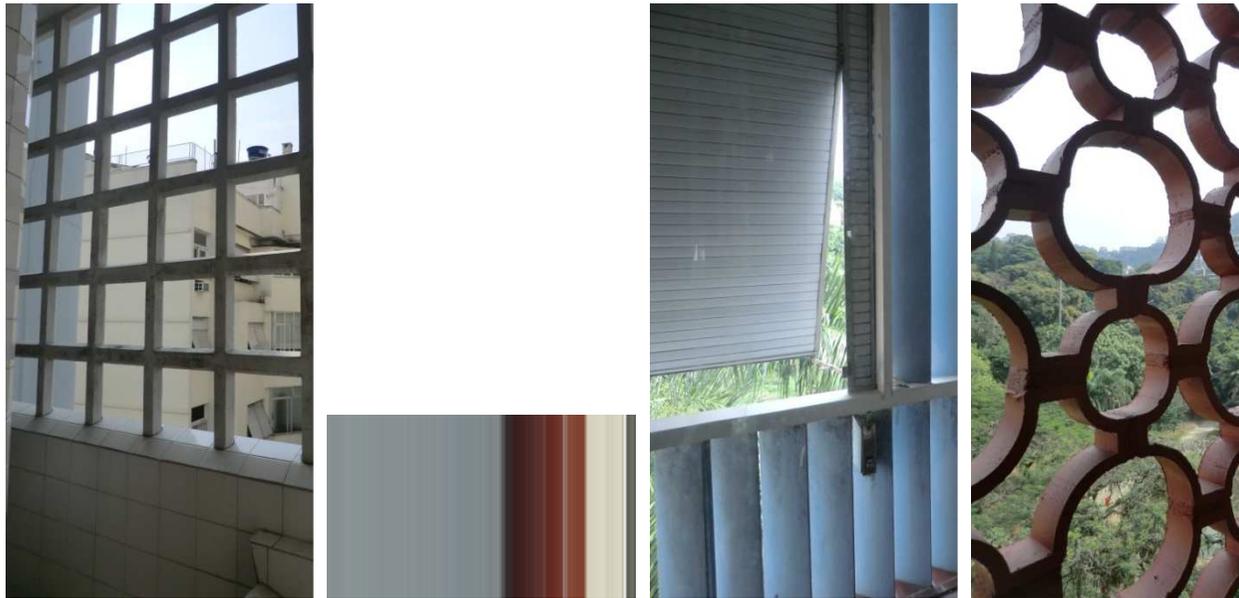
5.110 - Simulación del túnel de viento. Múltiples planos horizontales sobrepuestos generan una simulación tridimensional de la trayectoria del viento entre los edificios. Los colores rojos indican las velocidades más altas y los azules las más bajas. (Simulación producida con Vasari).



5.111 – La penetración del viento en la planta principal (Simulación producida con Vasari).

#### 5.6.4 LA CONSTRUCCIÓN DE LA PIEL DEL EDIFICIO BRISTOL

La estructura independiente en hormigón armado es, una vez más, la condición primera para la construcción de los edificios del Parque Guinle. La independencia de la estructura es visible en la composición de los espacios externos e, incluso, sigue una modulación estructural con una luz distinta de los cuadros de protección solar en las fachadas. Eso ha permitido una libertad completa de Lucio Costa en la composición de los elementos de cerramiento (fig. 5.112) instalados en planos distintos, generando una doble piel en las dos fachadas principales de los bloques (fig. 5.113). Esta doble piel es la clave para el comportamiento de la envolvente del edificio que, a pesar de la orientación solar desfavorable para un clima cálido, amortigua el calor sin la pérdida de la directriz de aprovechamiento del bello paisaje.



5.112 – Las distintas soluciones de protección solar empleadas en distintas partes del edificio, (Acervo del autor)



5.113 - La estructura independiente y la libertad de cerramiento y modulación de los elementos de protección solar (Acervo del autor).

En la figura 5.114 se presentan las distintas pieles del Edificio Bristol.

1. En las cubiertas están las Terrazas Jardín, parcialmente cubiertas para mejor apropiación del espacio en el intenso calor del Río.

2. Las fachadas se resuelven con puertas totalmente acristaladas con un basculas en la parte superior y carriles corredizos que permiten una amplia apertura.

3. En la cara oeste se utilizan brises móviles verticales, y cobogos cerámicos con dos tipos distintos de diseño, que permiten el paso del aire y da luz, pero controlan la radiación directa. En las pantallas se dejan «ventanas» para aprovechar el visual del parque.

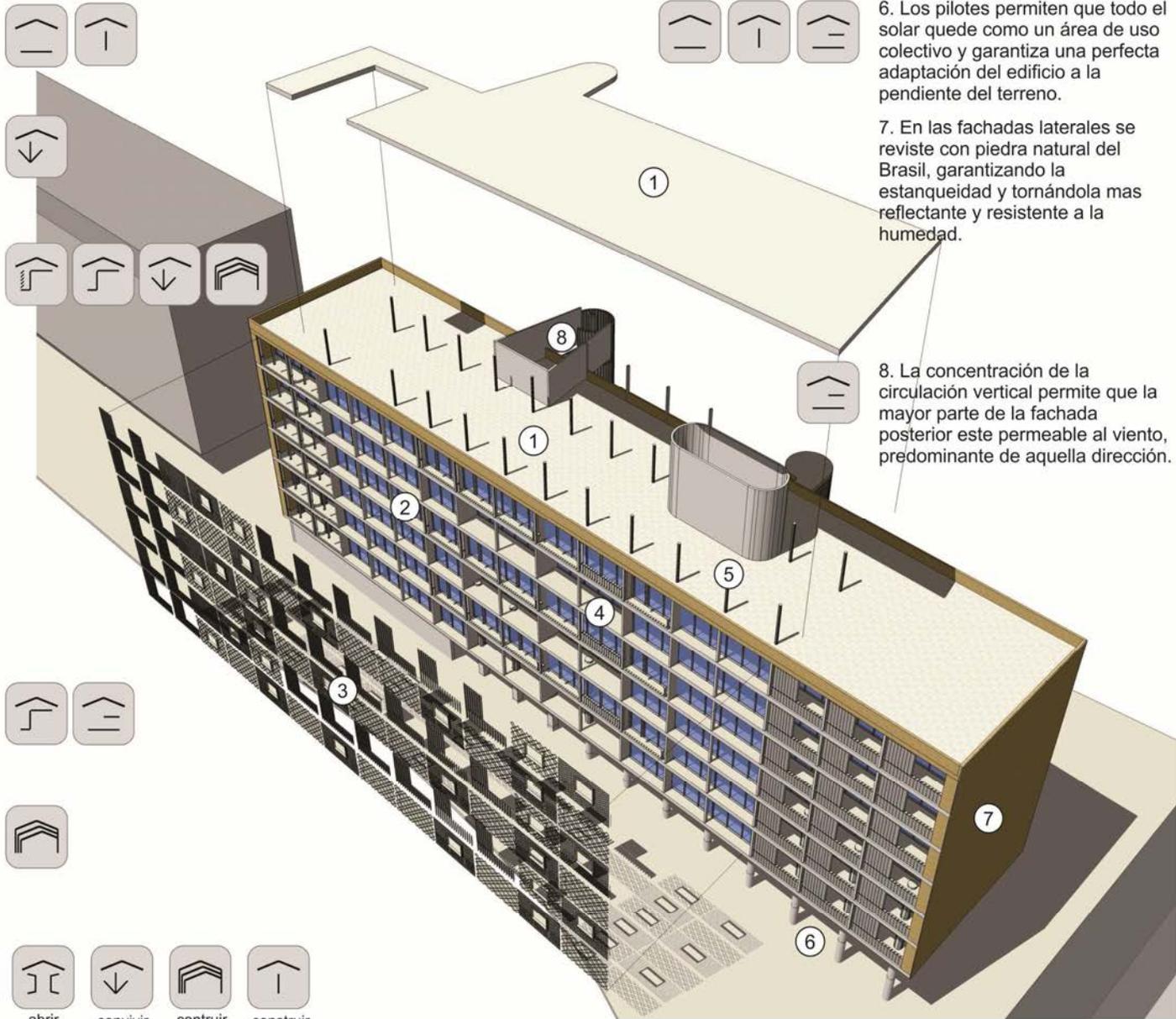
4. El edificio posee dos conjuntos de balcones, el frontal, contiguo a los salones y a las habitaciones y el del fondo, contiguo al área de servicio.

5. La estructura es independiente, hay una modulación distinta para el cerramiento externo y para la estructura de soporte, que no se interceptan con las paredes.

6. Los pilotes permiten que todo el solar quede como un área de uso colectivo y garantiza una perfecta adaptación del edificio a la pendiente del terreno.

7. En las fachadas laterales se reviste con piedra natural del Brasil, garantizando la estanqueidad y tornándola mas reflectante y resistente a la humedad.

8. La concentración de la circulación vertical permite que la mayor parte de la fachada posterior este permeable al viento, predominante de aquella dirección.



-   
 crear sombra
-   
 empotrar paredes
-   
 proteger ventanas
-   
 agujerear muros
-   
 abrir puertas
-   
 convivir naturaleza
-   
 contruir con poco
-   
 construir frondoso

5.114 - La piel del edificio Bristol. (modelo producido por el autor)

## 5.7 GUARDERÍA ERNESTINA PESSOA - FRANCISCO BOLONHA, 1952. VITÓRIA, ES



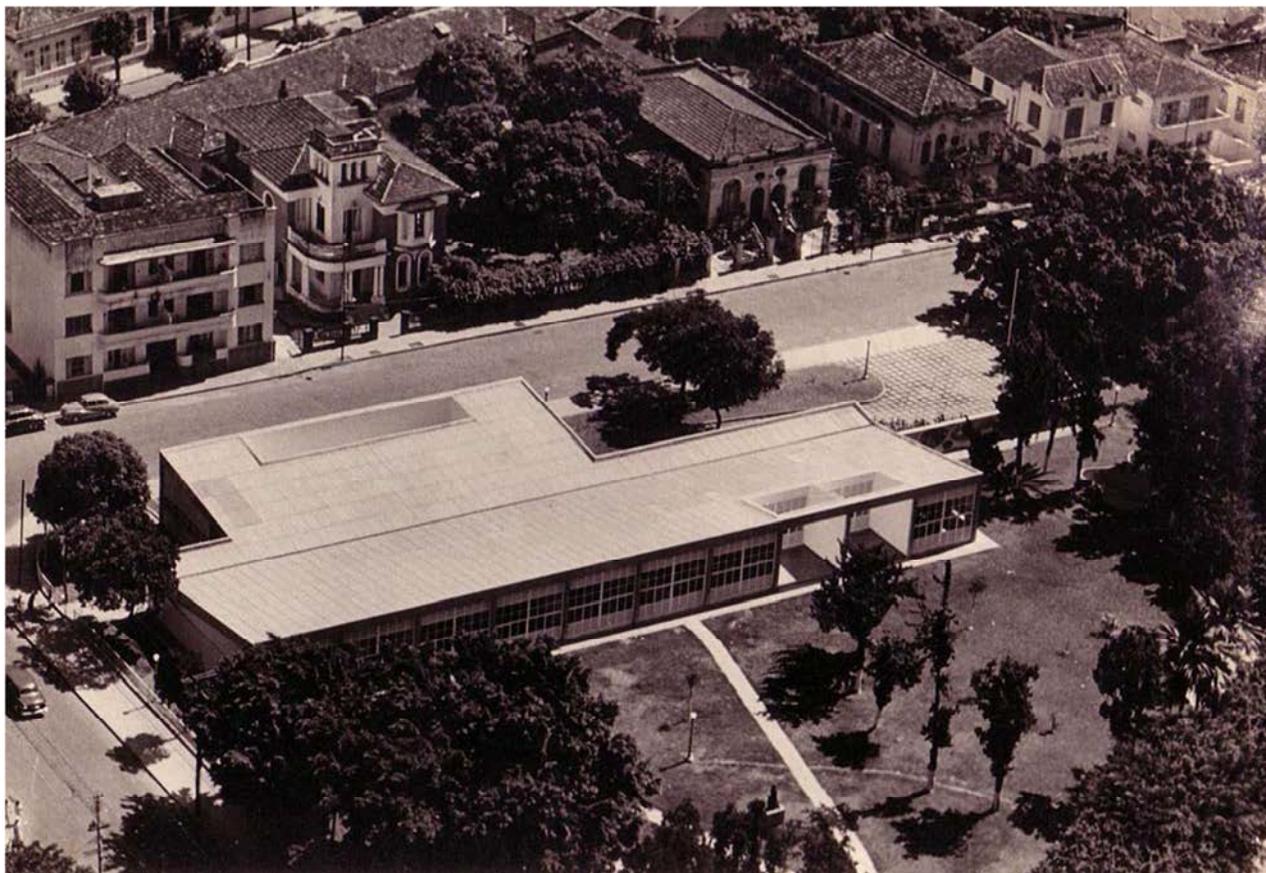
### **Clima** tropical

- Media anual de las temperaturas: 23,6° C
- Medias anuales de las temperaturas máximas: 28.4° C
- Medias anuales de las temperaturas mínimas: 20,0° C
- Meses con más lluvias: diciembre, enero, febrero y marzo
- Humedad relativa del aire, media anual: 84,0%

**Latitud:** 20,32° Sur

**Longitud:** 40,33° Oeste

Fundado en 1912 por el Gobierno del Estado de Espírito Santo, el Parque Moscoso es considerado el más antiguo de la capital, Vitória. El nombre del parque es un homenaje al presidente provincial, Henrique Moscoso. La primera intervención en el Parque fue en 1952, en el gobierno Jones dos Santos Neves, con la construcción de la guardería Ernestina Pessoa, y una concha acústica, ambas diseñadas por el



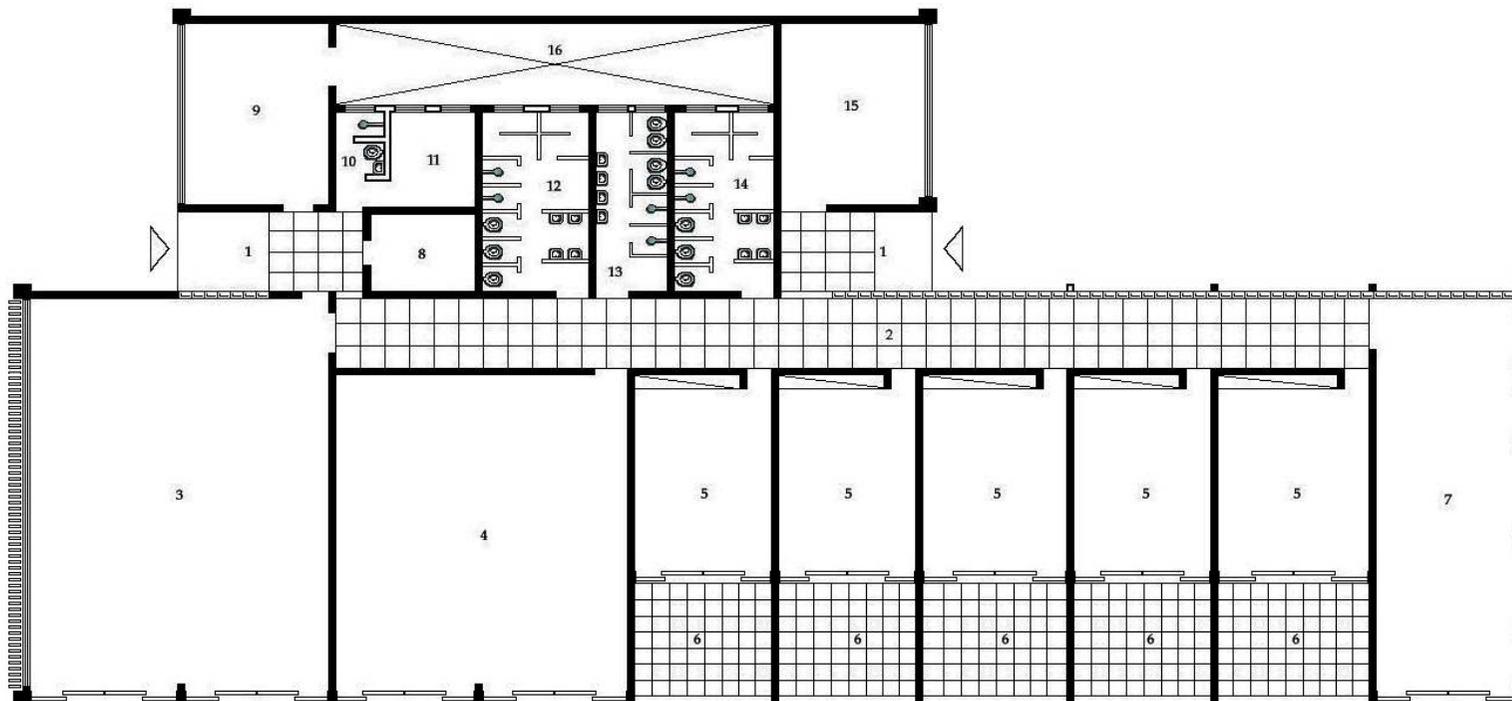
5.116 – Vista aérea de la guardería en el año de su inauguración. (Acervo del Instituto Jones dos Santos Neves, Vitória, ES)

arquitecto Francisco Bolonha y con los nuevos conceptos de la arquitectura moderna. (fig. 4.116)

La ubicación de esta guardería está en una esquina de una manzana con una superficie de unos 26.500 m<sup>2</sup>. El arquitecto dejó la mayor parte de la parcela disponible para un parque y áreas de proporciones generosas para los niños.

Se trata de una de las obras más expresivas de la arquitectura moderna producida en la ciudad de Vitoria, siendo reconocida incluso en la literatura extranjera. El conjunto cuenta con extrema sencillez y armonía en la forma de la cubierta mariposa, los elementos agujereados, los cobogós -que crean el juego de luz y sombra- y la ligereza de la fachada de cristal. La integración con las artes se da a través de los paneles exteriores e interiores, los mosaicos con diseño para los niños, resaltando el carácter lúdico del mundo infantil. El uso los brises verticales, cobogós y la combinación del cristal con las venecianas, muestran la gran preocupación de Bolonha por el confort ambiental, proporcionando sombra y ventilación (MURTA, 2011).

Las aulas se abren a patios pequeños que pueden ser utilizados para trabajar fuera de las puertas. Son cinco en total, el proyecto también incluye una sala de música, una sala de descanso y un comedor. El cuidado con el aspecto formal del diseño, evidenciado por el mural en mosaico vitrificado, firmado por Anisio Medeiros, que de forma alguna ha perjudicado la eficiencia funcional de la disposición.



5.117 – Planta Baja (1. Acceso, 2. Pasillo, 3. Comedor, 4. Aula de Música, 5. Aulas, 6. Patio, 7. Aula multiuso, 8. Depósito, 9. Cocina, 10. WC, 11. Guarda Volúmenes, 12 Baño Niñas, 13. Baño profesores, 14. Baño Niños, 15. Secretaria, 16. Servicios)

### 5.7.1 EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA GUARDERÍA ERNERSTINA PESSOA



5.118 - Vista de la fachada principal con la "cubierta mariposa" y la fachada protegida por brises. (Acervo del autor)



5.119 - Vista de la fachada interna con los mosaicos de cerámica y las puertas de acceso a los patios de cada aula. (Foto del arquitecto João Bosco)

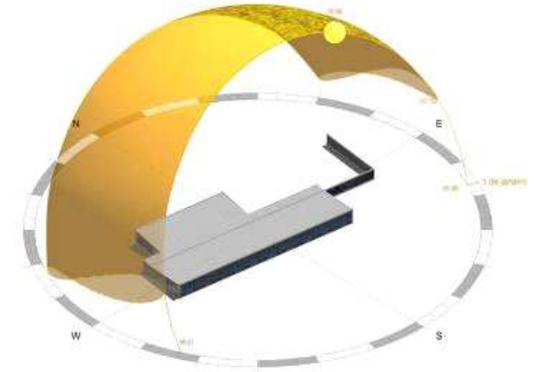
Una obra de extrema sencillez donde muchos preceptos modernos se aplican en absoluta armonía con el paisaje del parque que rodea el edificio. Las recomendaciones de HOLANDA (1996) fueron plenamente atendidas en las diversas soluciones bioclimáticas adoptadas. En la ubicación de los edificios se nota el cuidado extremo que Bolonha tuvo con la orientación solar para distribuir las diferentes funciones de los edificios. Al Norte se encuentran las circulaciones, protegidas por cobogós (fig. 4.118) en cerámica (agujerear las paredes), la secretaria y servicios. En el Sur, donde no hay luz solar directa, están las aulas, salón, comedor y aula de música. Todas estas habitaciones disponen de ventilación cruzada a través de la comunicación con el pasillo (continuar los espacios). La fachada oeste está protegida por un conjunto de lamas móviles de madera, que aseguran la iluminación de la sala sin luz solar directa. Todas las ventanas cuentan con doble capa de vidrio y venecianas (proteger las ventanas). El patio cubierto entre el aula y el exterior, crea un espacio de transición y de utilidad para que los niños puedan estar en contacto con el paisaje en un espacio cubierto. Las puertas se abren completamente, permitiendo la total apropiación de este espacio (abrir puertas).

La "cubierta mariposa" (fig. 4.119) resuelve el flujo de la lluvia, a menudo torrencial en la ciudad de Vitória, garantizando la protección de las fachadas de la cortina de agua, lo que podría comprometer la utilidad de las carpinterías frente al parque. La inclinación de la cubierta aumenta la altura en las habitaciones principales, mejora la

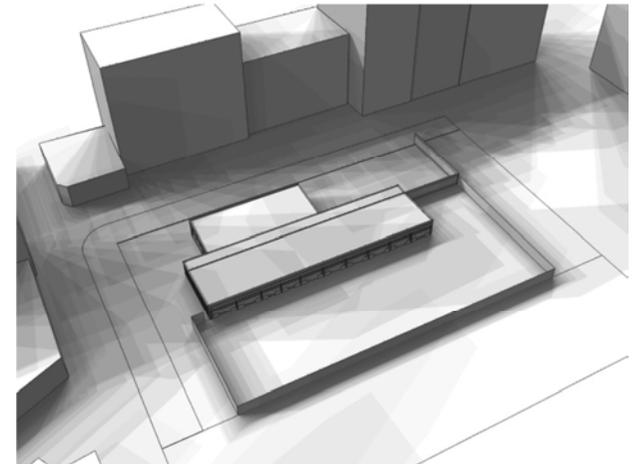
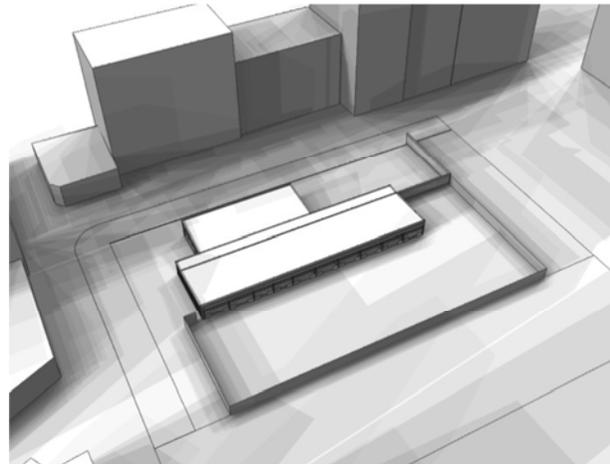
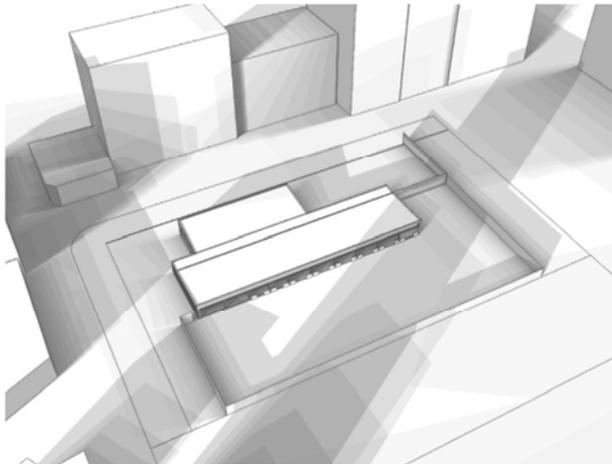
permeabilidad del aire y permite el escape de aire caliente que se acumula en las partes altas (crear una sombra y construir frondoso).

#### 5.7.2 LA PIEL PARA LA SOMBRA EN LA GUARDERÍA ENERSTINA PESSOA:

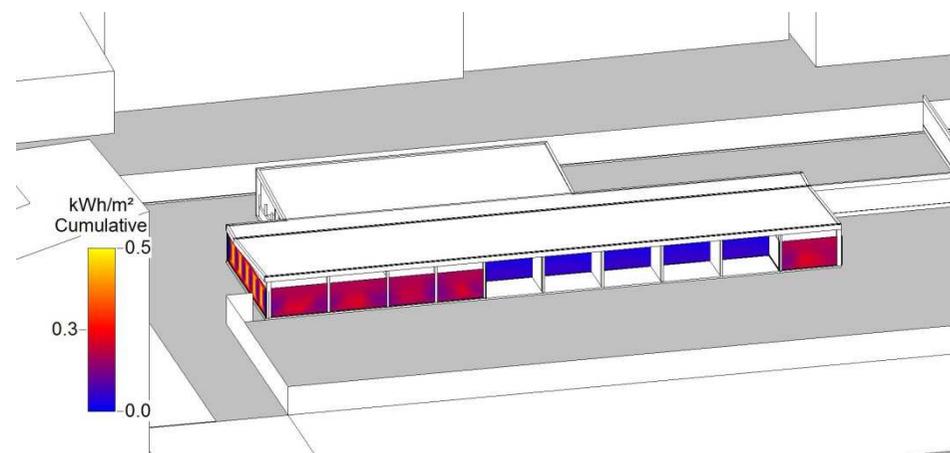
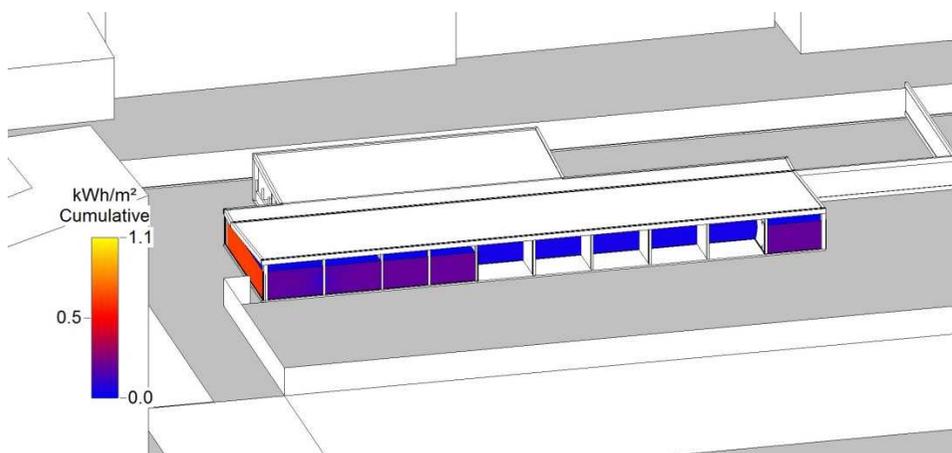
El las figuras de 5.121 a 5.123 se puede comprobar la calidad de las soluciones bioclimáticas empleadas en el proyecto de Bolonha. Se percibe que la orientación Sur de las ventanas principales ya define una zona de poca incidencia solar con valores cercanos a 1 kWh/m<sup>2</sup>, acumulado en el día del solsticio de verano. Estos valores son reducidos, durante este mismo día, con el uso de las dobles carpinterías y de los brises para valores entre cero y 0,5 kWh/m<sup>2</sup>.



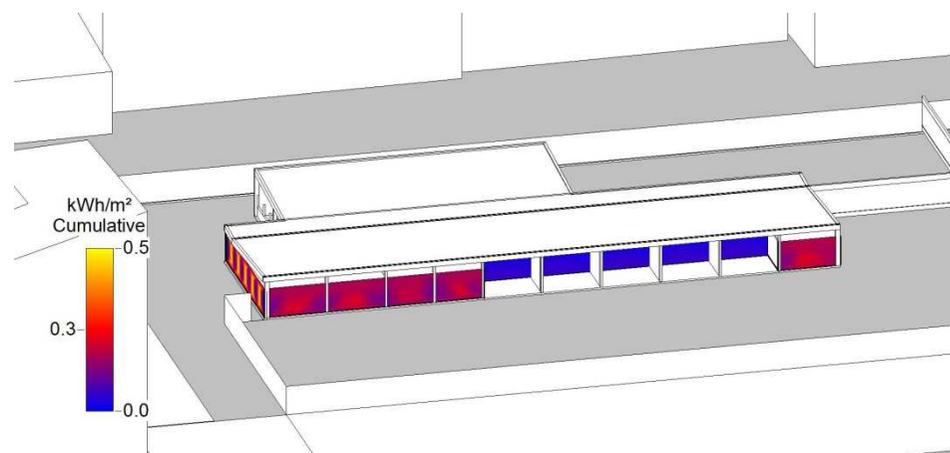
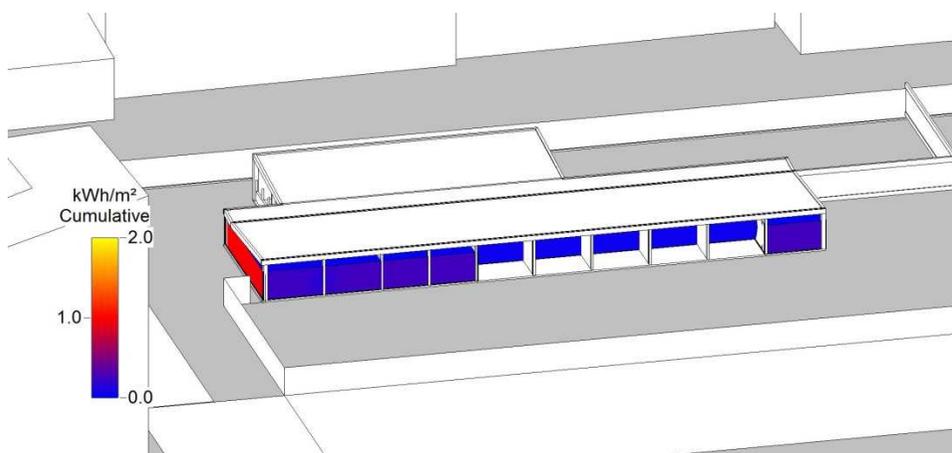
5.120 – Trayecto solar anual en la ciudad de Vitória con el modelo representando el 1 de enero a las 10 de la mañana.



5.121 – La superposición de las sombras en verano, equinoccio e invierno. Modelo producido con Ecotect.

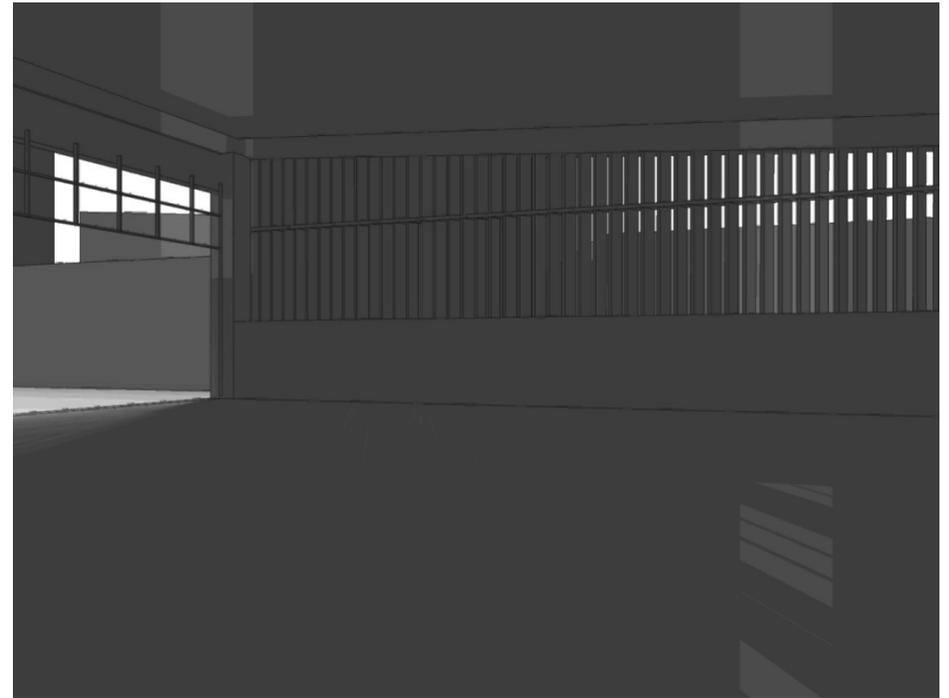
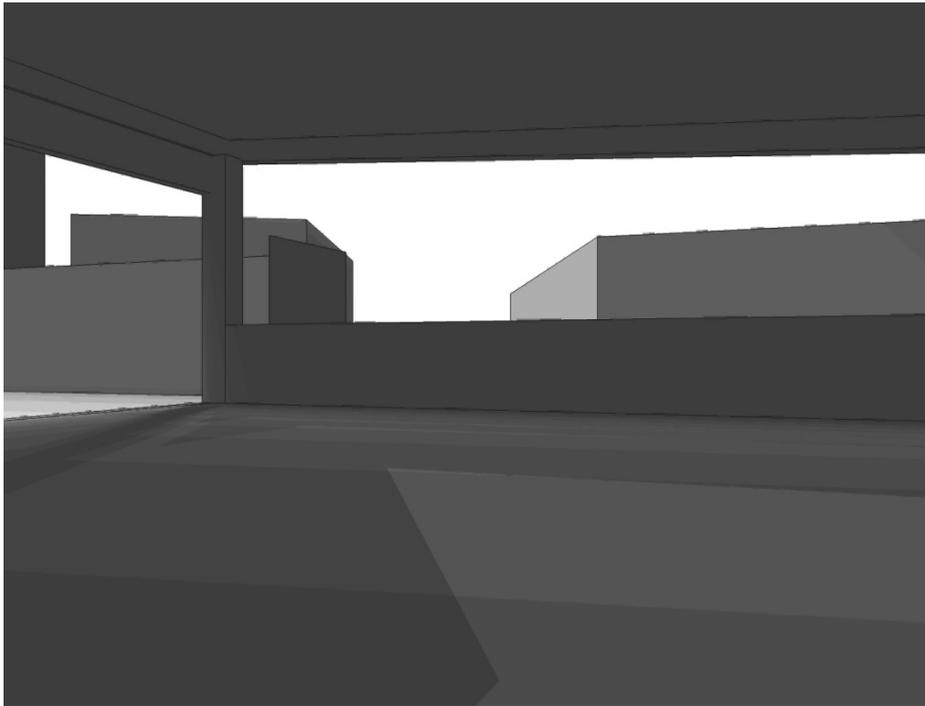


5.122 – Radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).



5.123 – Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de invierno sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).

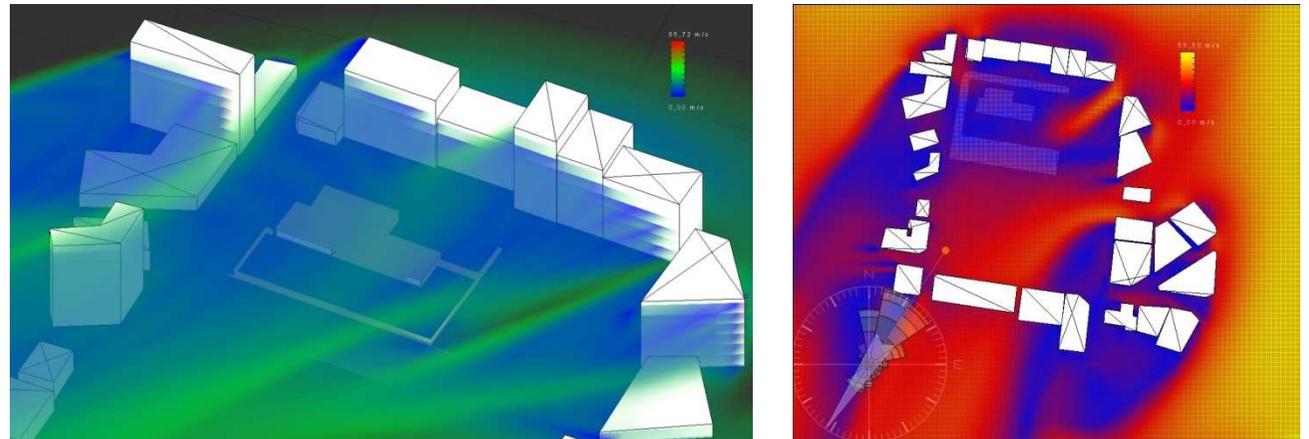
En el estudio de la solución para la protección solar en el salón del comedor se demuestra (fig. 5.124) la eficacia de los brises móviles y de la doble carpintería. La superposición de las sombras se presenta en el día del solsticio de verano, donde hay más entrada de radiación solar en aquella sala.



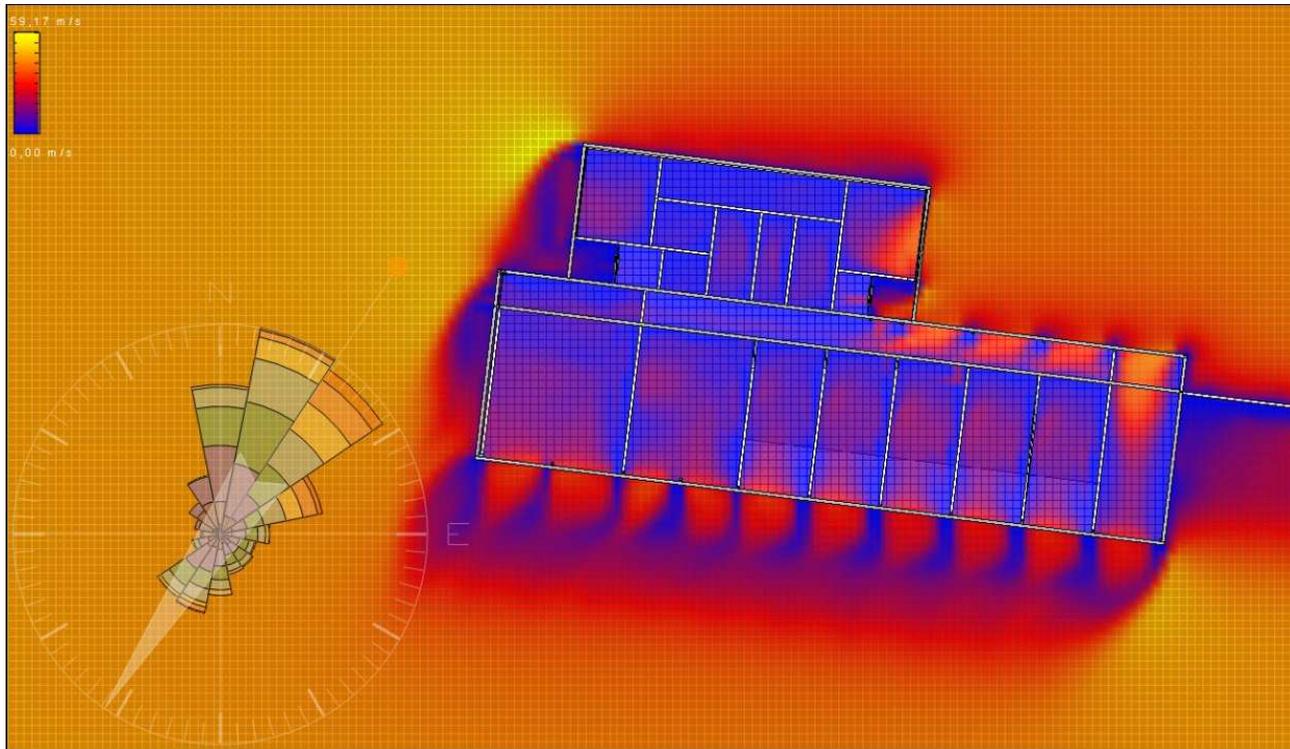
5.124 – Superposición de las sombras del salón del comedor en el día del solsticio de invierno sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (modelo producido con Ecotect).

### 5.7.3 LA PIEL PARA LA VENTILACIÓN EN LA GUARDERÍA ENERSTINA PESSOA

Hay dos direcciones de ventilación predominantes en la ciudad de Vitória, la deseable es la proveniente del Nordeste, mientras la ventilación Sur acostumbra venir asociada a lluvia y frío. En la figura 5.125 se verifica que las densas manzanas vecinas crean una barrera a la permeabilidad/incidencia del viento, que penetra todavía por entre los bloques. En el estudio del viento en la sección y en planta baja (fig. 5.126) se percibe la importancia de los cobogós utilizados en la cara Norte como forma de penetración de la ventilación en las aulas. Hay poca ventilación en la zona del comedor, pero el efecto negativo de la presión del viento permite algún paso del aire allí. La altura del techo, a partir de la forma inclinada de la cubierta, garantiza una mejor permeabilidad del viento.



5.125 – Visión en perspectiva y en vista superior de la penetración del viento en el solar por medio de los solares y edificios vecinos. (modelo producido con Ecotect).



5.126 – Penetración de la ventilación deseable en los espacios internos. (modelo producido con Vasari)



5.127 - El movimiento de los brises verticales de madera. (Fondo del autor)

#### 5.7.4 LA CONSTRUCCIÓN DE LA PIEL DE LA GUARDERÍA ENERSTINA PESSOA

Hay una extrema precisión en la definición de los distintos elementos constructivos y de la envolvente del proyecto de Bolonha. Cada uno de los componentes de cerramiento externo se ha pensado para la orientación específica donde están instalados (fig. 5.127). Los brises móviles de madera, que siguen funcionales hasta el día de hoy (fig. 5.128), garantizan la protección de sol vespertino, mientras los cobogós, al Norte, garantizan el cruce del viento hacia el interior de las clases. En la figura 5.129 se presentan las distintas pieles de la Guardería Ernestina Pessoa.



5.128 - Cobogós, rejas, venecianas componiendo la gama de soluciones para la envolvente de la guardería (Acervo del autor).

1. Cubierta tipo "ala de mariposa" con un único conducto central



2. El forjado está construido paralelo al plano de la cubierta, generando espacios de mayor altura.



3. Porches creando espacios de medio-cerrados para los niños y transición entre el exterior y el interior con doble carpintería.



4. Puertas transparentes con gran abertura generando integración entre interior y exterior.



5. Espacios amplios y de gran altura interna facilitando el flujo del aire e la disipación del aire caliente.



6. Las zonas de circulación están protegidas con cobogó cerámico garantizando a circulación cruzada del aire.



7. Las ventanas para el ponente son protegidas con sistema de brises móviles.

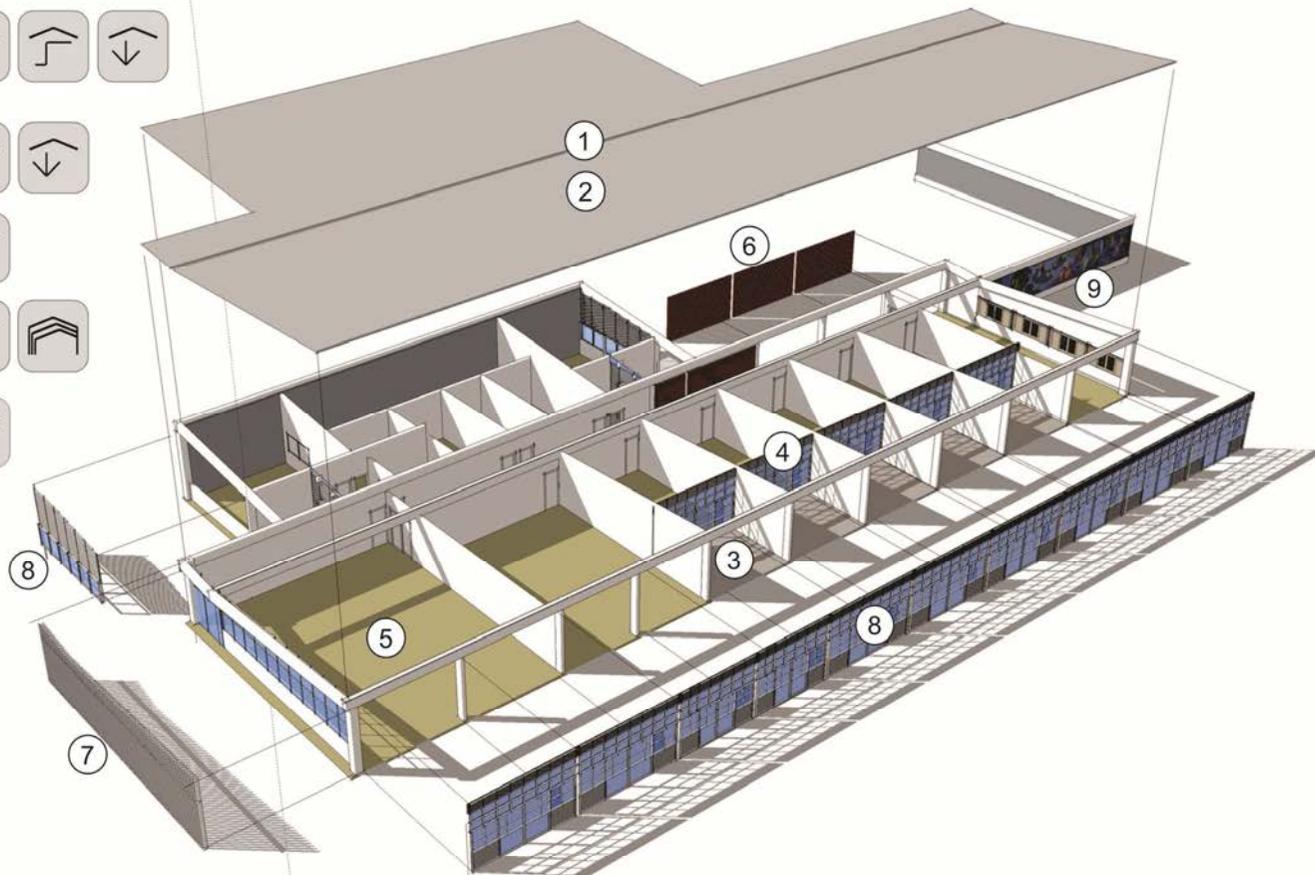


8. Todas las ventanas poseen venecianas integradas a carpintería como forma de protección solar.

8

9. Las fachas exteriores sin aperturas, son acabadas con mosaicos en pastilla vitrificada con diseños adecuados a una guardería.

7



crear sombra



empotrar paredes



proteger ventanas



agujerear muros



abrir puertas



convivir naturaleza



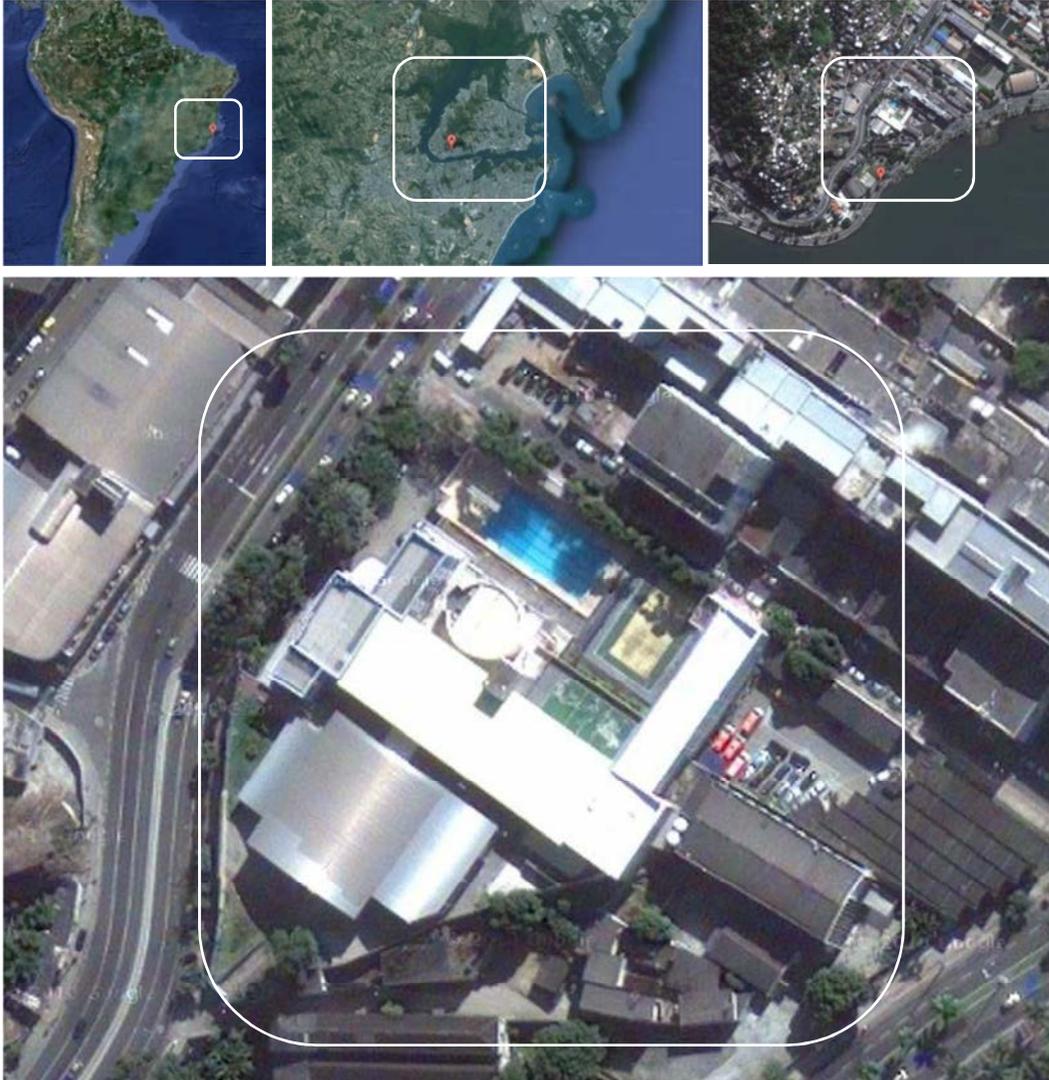
contruir con poco



construir frondoso

5.129 - La piel de la guardería Enerstina Pessoa. (modelo producido por el autor)

## 5.8 COLEGIO ESTADUAL – HELIO VIANNA, 1954, VITÓRIA, ES



### **Clima** tropical

- Media anual de las temperaturas: 23,6° C
- Medias anuales de las temperaturas máximas: 28.4° C
- Medias anuales de las temperaturas mínimas: 20,0° C
- Meses con más lluvias: diciembre, enero, febrero y marzo
- Humedad relativa del aire, media anual: 84,0%

**Latitud:** 20,32° Sur

**Longitud:** 40,33° Oeste

5.130 – La ubicación del edificio. ([www.google.com.br/maps](http://www.google.com.br/maps). Acceso en noviembre de 2011)

El tradicional Colegio Estatal de Espírito Santo fue creado en 1908 con el nombre de "Gymnasio Espírito Santense", funcionando a través del tiempo en diferentes direcciones, hasta la construcción de la sede permanente para una de las instituciones educativas más importantes del estado. El edificio fue inaugurado en 1957, diseñado por el arquitecto Elio de Almeida Vianna. Se encuentra en un terreno en pendiente, en la costa del puerto de Victoria. Vianna fue el pionero de la arquitectura moderna en la provincia de Espírito Santo, proyectando más de 50 escuelas, fábricas y residencias.

El diseño del Colegio Estatal se destaca por su adecuación a la topografía del terreno, el cuidado del confort ambiental y la funcionalidad con el reto de cumplir con el programa. En los tres volúmenes que componen la obra, predomina una composición de extrema sencillez. Los bloques están dispuestos alrededor del patio de recreo, que proporciona una sensación de recogimiento y reunión. La implantación sigue la pendiente de la topografía del terreno, con un escalonamiento hacia el patio creado por las alas del edificio. El uso de brises y cobogós junto con los "pilotis" genera el patio cubierto en el bloque más grande, en un diseño de llenos y vacíos.

En la organización de las distintas plantas se buscaron las mejores condiciones de irradiación solar, ventilación y acústica. La jerarquía de los espacios se observa en el tamaño -el bloque más pequeño se destina a la administración, el mayor al uso colectivo (aulas) y el bloque situado en la parte posterior del solar, a aulas para uso específico, con los diferentes sistemas de iluminación y ventilación. Hay dos

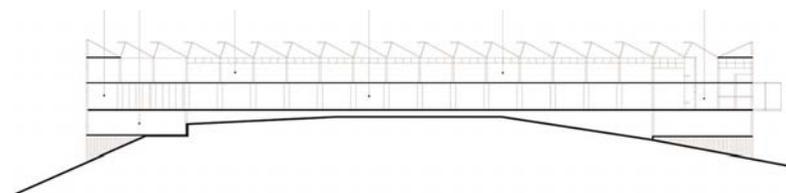
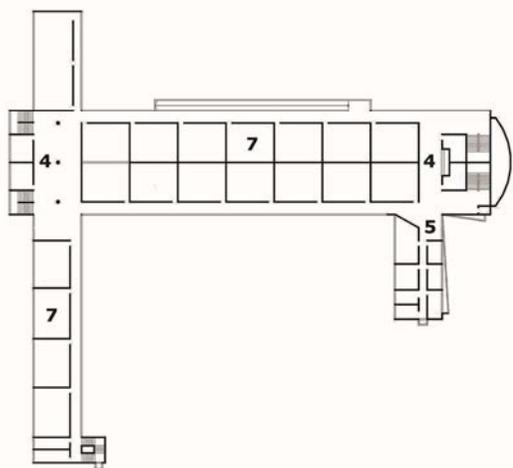
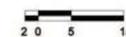
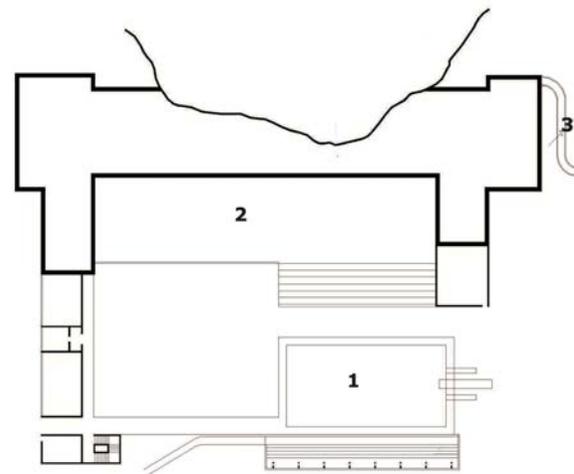
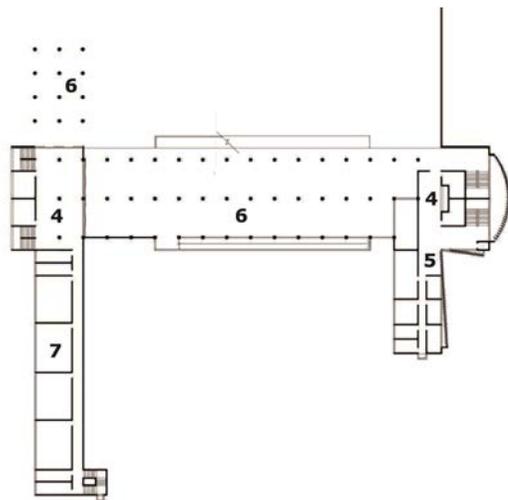


5.131 - Detalle de los brises. (Fondo Del arquitecto João Bosco)

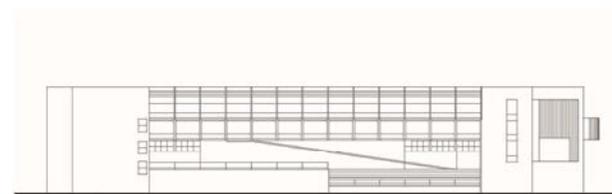
entradas en cada planta, situadas en cada extremo del pasillo, lo que facilita el flujo de personas en la hora de entrada y salida.



5.132 - Vista da fachada principal del Colegio Estatal, Arquitecto Elio Vianna. (Instituto Jones dos Santos Neves, 1950)



CORTE



5.132 - Colegio Estatal: plantas, sección y fachada. (1. Área deportiva, 2. Patio descubierto, 3. Acceso principal, Vestíbulos de servicios, 5. Secretaria, 6. Patio cubierto, 7. Aulas)



5.133 - Vista de los *sheds* de iluminación del Colegio Estatal. (Fondo del arquitecto João Bosco)

### 5.8.1 EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA DEL COLEGIO ESTATAL

Varias soluciones fueron utilizadas en la búsqueda del confort ambiental. Los cobogós en los pasillos laterales que permiten la iluminación y ventilación y la reducción de los efectos negativos/secundarios de la insolación. En las aulas de la tercera planta la iluminación es cenital, optimizando el nivel lumínico en el interior. Las paredes de media altura permiten una mayor permeabilidad del aire. (MURTA, 2011)

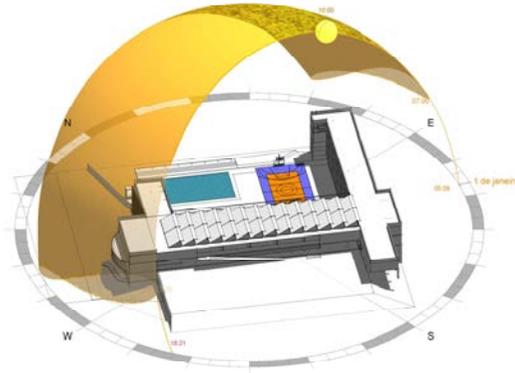
Se puede observar en los proyectos de Elio Vianna una forma peculiar de utilizar las imágenes síntesis de la arquitectura moderna brasileña: el uso recurrente de la estructura libre, la posición estratégica de los bloques en relación a la visión del paisaje, la calle, la forma del terreno y la topografía. Se verifica el uso de los "pilotis", estructura independiente, la base de piedra, elementos de control de la ventilación natural, persianas, cobogós, ventanas con persianas. (FERREIRA & MIRANDA, 2010)

La propuesta de Vianna es bastante original respecto a las necesidades de una escuela con la inversión de las aulas con acceso periférico e iluminación zenital. Estos pasillos reciben cobogós a lo largo de toda la altura de las paredes, lo que permite la entrada de ventilación y protección contra el sol, lo que funciona como una doble piel en el bloque de las aulas. La iluminación y la salida de ventilación están garantizadas por los *sheds*. (fig. 5.134) El estudio de la insolación retrata la preocupación de Vianna por la protección contra el sol vespertino, resuelta con el uso de persianas en toda la fachada Suroeste y con la definición de la posición de los

*sheds*. Los brises, instalados verticalmente aseguran la protección durante todo el año. Los *sheds*, sin embargo, reciben el sol hasta las 10:00 de la mañana en verano, lo que compromete el confort en las aulas en este periodo, pero no reciben la luz del sol en ningún otro momento. Considerando que en verano son las vacaciones escolares, el proyecto presenta un buen ajuste a la orientación.

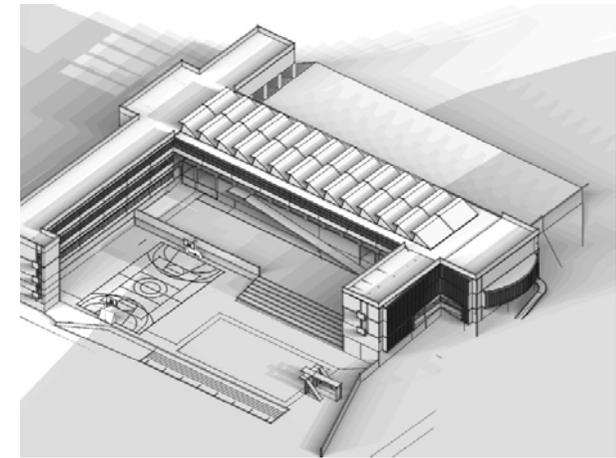
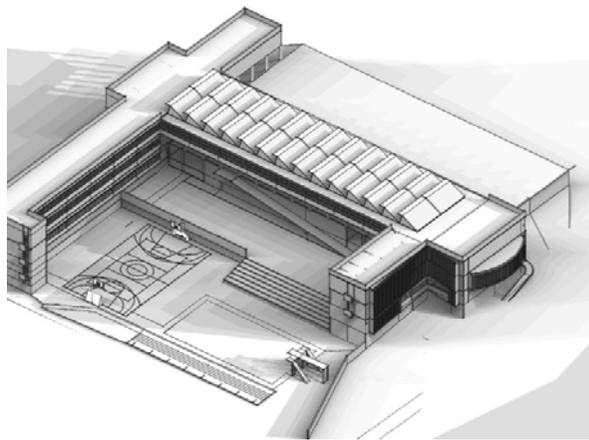
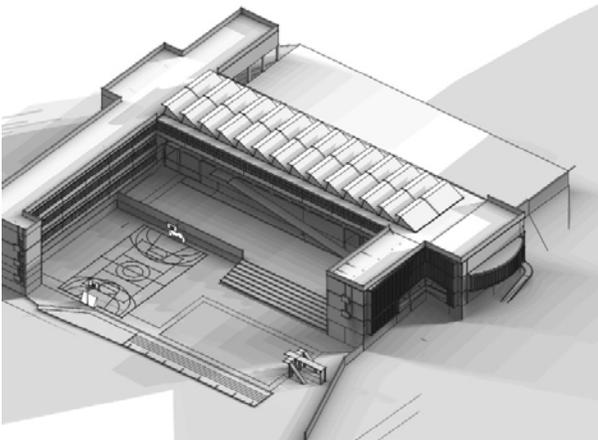
En el caso del Colegio Estadual, el estudio de la ventilación debe centrarse en los *sheds*, colocados por Vianna en la dirección de la ventilación deseable. En la ciudad de Vitória, la segunda dirección predominante del viento, la Sur, en general viene asociada a bajas temperaturas, lo que requiere la protección de los vientos de esa dirección. Las ventanas laterales de las salas y los pasillos con el uso de cobogós para la ventilación permiten el paso del aire. El efecto se concentra en el lote superior de las zonas con la creación de turbulencia en el área de uso. Esta solución necesita un control efectivo de la apertura para permitir el ajuste de la velocidad del viento, de lo contrario, puede dificultar el trabajo en el aula. Hay que registrar el aspecto audaz e innovador de la solución en un edificio de carácter educativo, retratando la verdadera intención del arquitecto en la búsqueda de soluciones pasivas para el confort ambiental/bioclimático.

### 5.8.2 LA PIEL PARA LA SOMBRA EN EL COLEGIO ESTATAL

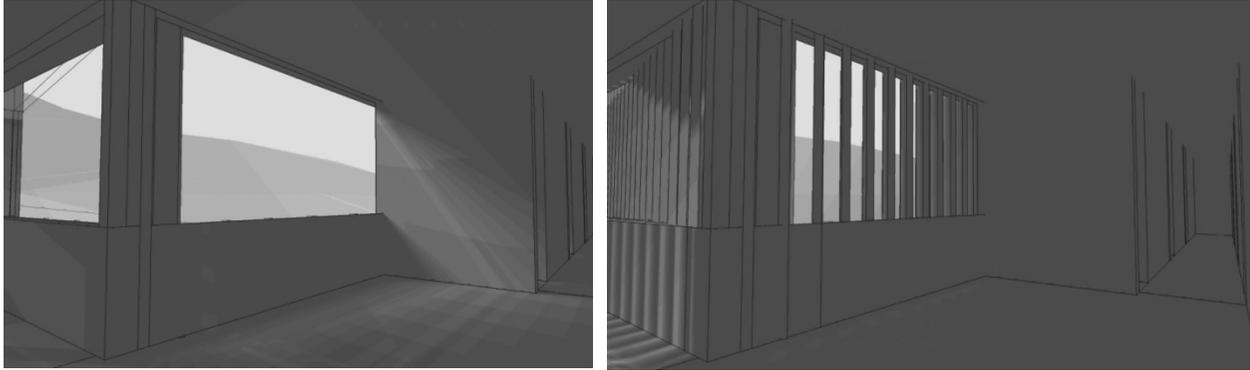


5.134 – Trayectoria solar anual en la ciudad de Vitória con el modelo representando el 1 de enero a las 10 de la mañana.

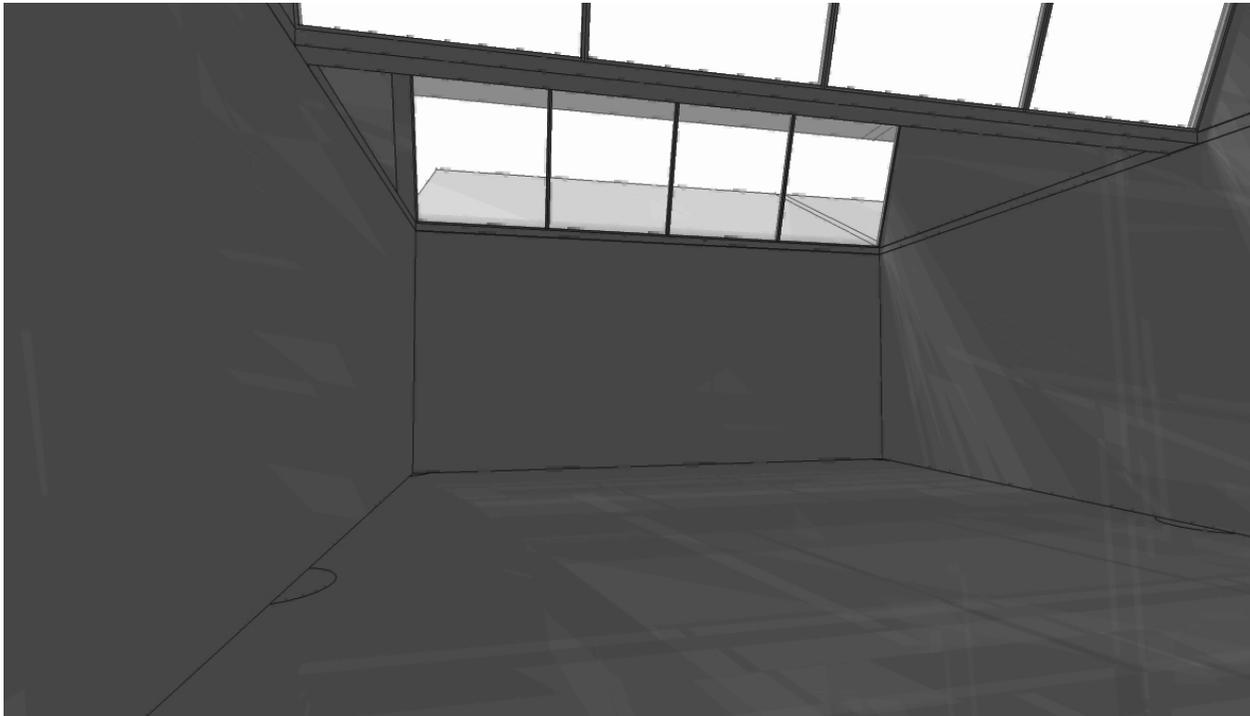
En los estudios de sombra, el Colegio Estatal tiene un aspecto peculiar en el diseño de Vianna que son los *sheds* en las aulas. De esta manera, a partir de las distintas evaluaciones con la superposición de las sombras en la figura 5.136, se percibe que el periodo crítico para entrada de sol en estos dispositivos es el verano. De esta manera, se presenta en la figura 5.138 la visión interna de la clase. Allí se percibe que la entrada de sol es limitada a una pequeña franja en el periodo de la mañana, lo que puede causar incómodidad en las clases. Debemos considerar también que en Brasil no hay clases en verano, lo que no deja de apuntar una incorrección en el diseño del elemento. Ya en el bloque administrativo (fig. 5.137), se demuestra el correcto diseño de los brises que bloquean totalmente la incidencia solar directa en aquel espacio.



5.135 – La superposición de las sombras en verano, equinoccio e invierno. Modelo producido con Ecotect.

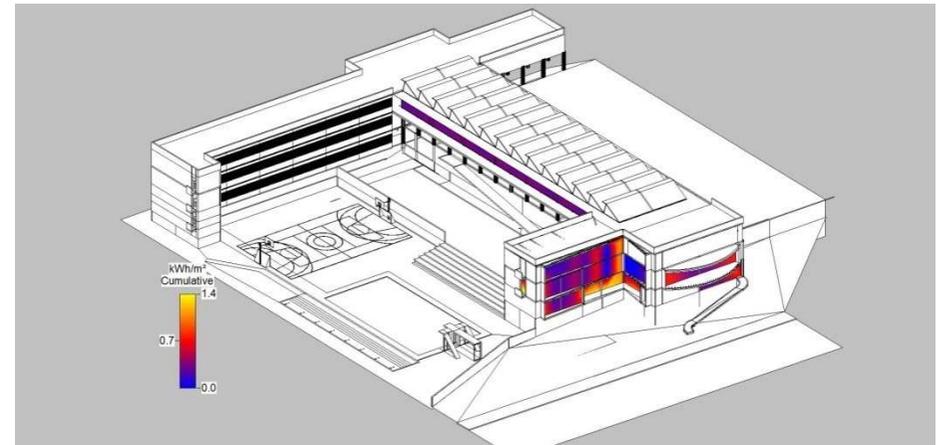
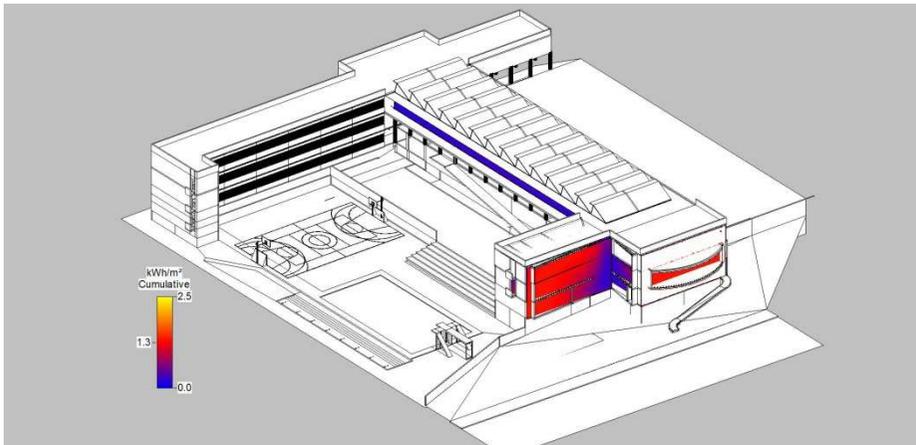


5.136 – La superposición de las sombras en equinoccio en el bloque administrativo, sin y con los brises. Modelo producido con Ecotect.

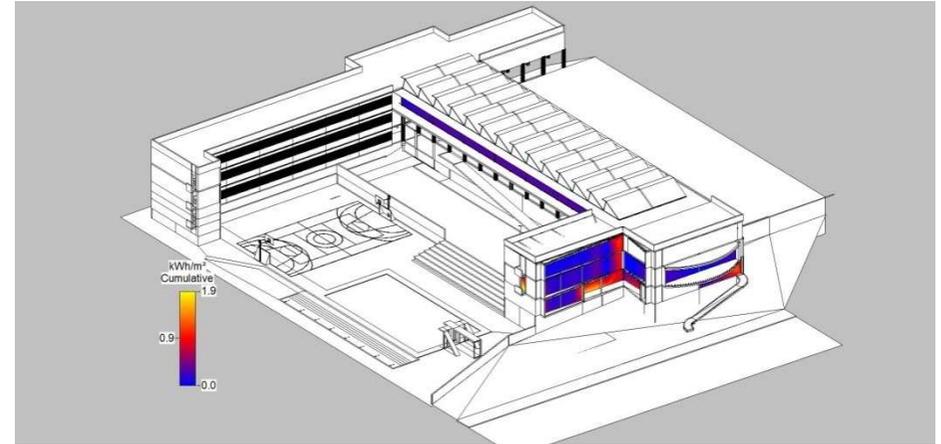
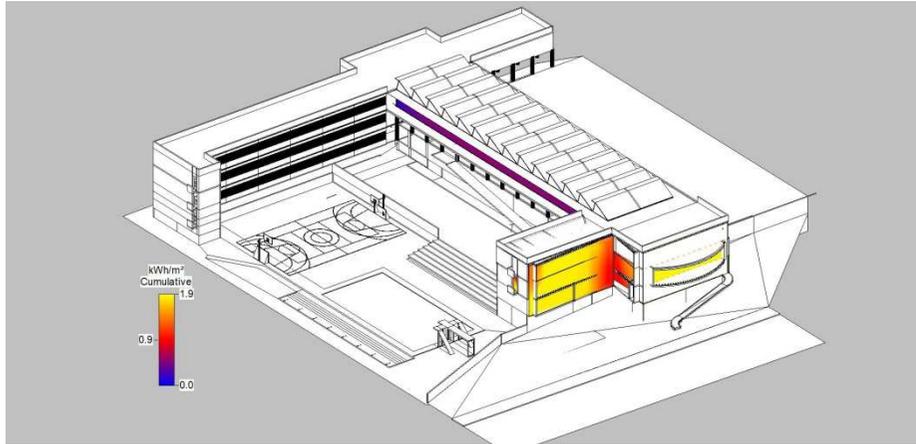


5.137 – La superposición de las sombras en verano dentro de una de las clases. Modelo producido con Ecotect.

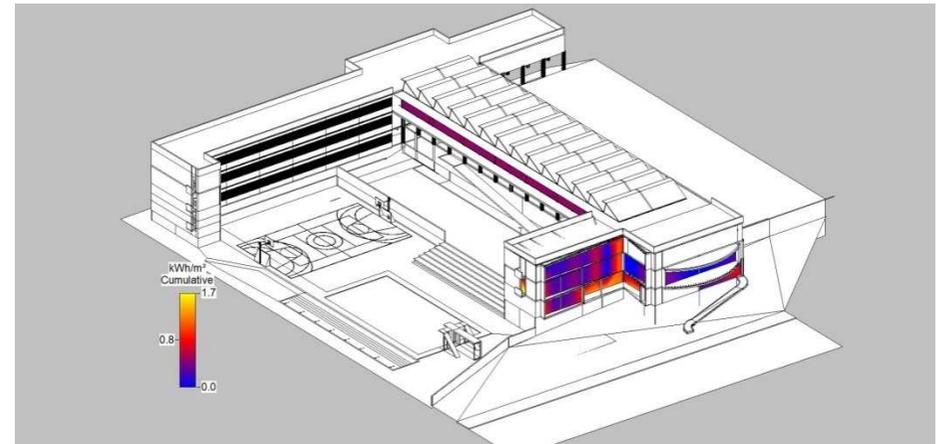
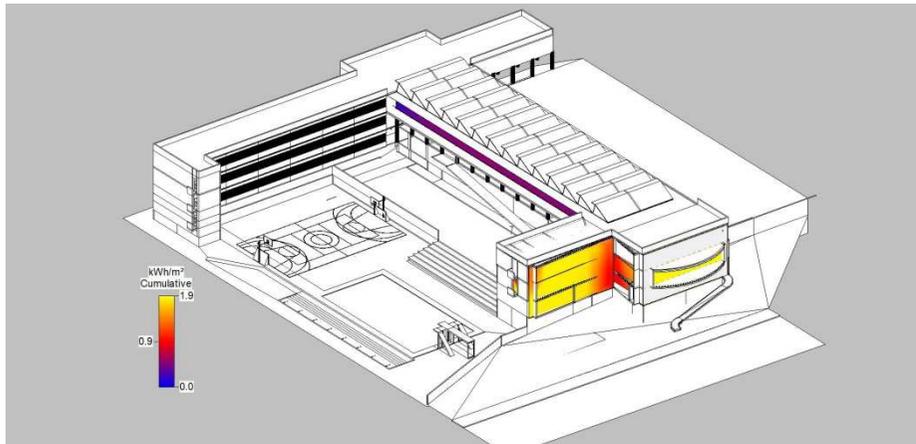
En el análisis de la radiación solar se percibe también la eficiencia de los elementos: valores de 1.9 kWh/m<sup>2</sup> en equinoccio llegan a casi cero con la aplicación de los brises. En las clases, los pasillos exteriores son cubiertos con cobogós en toda la altura del piso, permitiendo el paso del aire, pero bajando también toda la radiación directa (fig. 5.139 a 5.141).



5.138 – Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de verano sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).



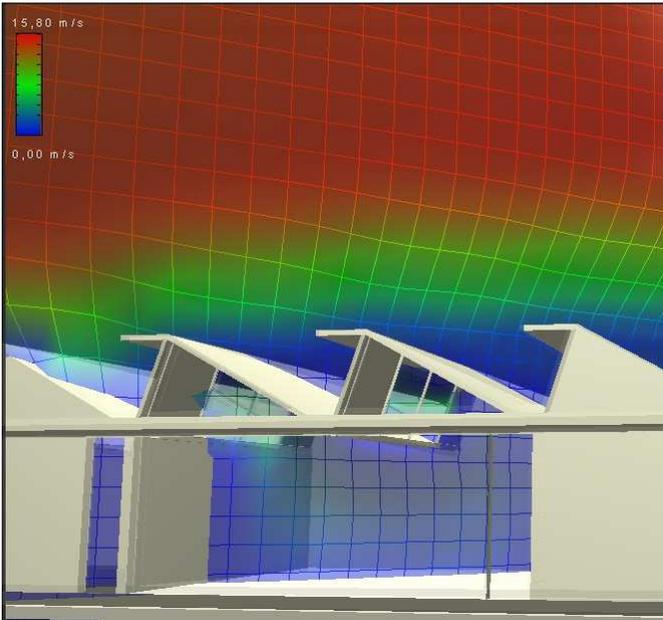
5.139 – Radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).



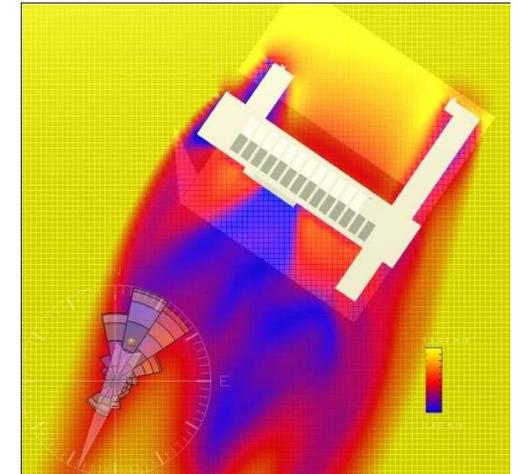
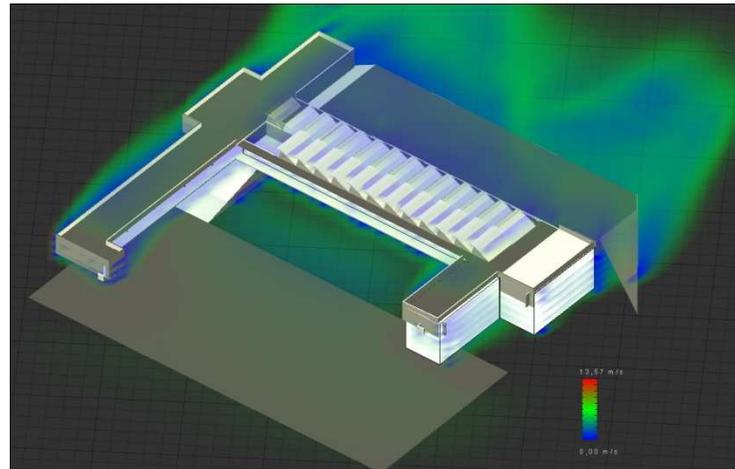
5.140 – Radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de invierno sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).

### 5.8.3 LA PIEL PARA LA VENTILACIÓN EN EL COLEGIO ESTATAL

En la evaluación global del sistema de ventilación del colegio estatal se nota que la "U" formada por el bloque abraza la ventilación principal e incluso atraviesa por debajo del "pilotis" en la planta baja. Se evaluó también el potencial de entrada de ventilación por los *sheds* de las clases que, en teoría, debían entrar y salir por las puertas, pues en la simulación, la velocidad del viento que se arremolina en el interior es muy baja (figs. 5.142 y 5.143).



5.141 - La penetración del viento en los *sheds* (modelo producido con Vasari).



5.142 - Visión en perspectiva y en vista superior de la penetración del viento en el Colegio Estadual. (Modelo producido con Ecotect).

#### 5.8.4 LA CONSTRUCCIÓN DE LA PIEL DEL COLEGIO ESTATAL

Una vez más, la estructura en hormigón armado define el esqueleto estructural del edificio, según una modulación predefinida y en acuerdo con la dimensión de las clases. Las distintas fachadas han sido tratadas en conformidad con la orientación solar, recibiendo cobogós, brises o ventanas acristaladas, dependiendo del ángulo de incidencia. En la figura 5.146 se presentan las distintas pieles del colegio estadual.



5.143 – Foto de la época de la construcción del colegio. (Fondo del Instituto Jones dos Santos Neves, ES).



5.144 – Visión interna del conjunto de clases, ya en uso, a partir del parque acuático. (Fondo del Instituto Jones dos Santos Neves, ES)

1. Vianna invierte el sentido normal de una clase al hacer la iluminación exclusivamente por medio de sheds orientados hacia la ventilación predominante.



2. A las fachadas del bloque de clases no queda mas la función de aprovechamiento del paisaje por lo que se cierra con cobogos de hormigón, garantizando la sombra y la permeabilidad del aire.



3. La altura del techo de las clases, variable y amplia, aprovecha al circulación del aire que circula por los pasillos ventilados atravesándolas.



6. La fachada para la calle, oeste, esta protegida por brises soleir verticales que garantizan a protección solar y la privacidad de la zona administrativa.



7. En las fachadas laterales, la color clara, garantiza la estanqueidad, tornándola mas reflectante y resistente a la humedad. Allí quedo unos balcones en el final de los pasillos que permiten el control social de todo el pateo exterior.



4. todos los pasillos se cierran con los cobogos, en el bloque este permiten el cruce de la ventilación sin perdida de seguridad.



5. La estructura es independiente, hay una modulación rigida y el pilotes es utilizado como pateo cubierto para las actividades extra clase.



8. La base del edificio en el bloque administrativo esta construida en piedra, haciendo al interface entre la construcción y la pendiente del solar, alejando los espacios de la humedad.



5.145 - La piel del Colegio Estadual. (modelo producido por el autor)

## 5.9 EDIFICIO CONCÓRDIA - RINO LEVI, 1955, SÃO PAULO, SP



### **Clima** subtropical

- Media anual de las temperaturas: 19.2° C
- Medias anuales de las temperaturas máximas: 22.5° C
- Medias anuales de las temperaturas mínimas: 16,0° C
- Meses con más lluvias: diciembre, enero, febrero y marzo
- Humedad relativa del aire, media anual: 78,0%

**Latitud:** 20,32° Sur

**Longitud:** 40,33° Oeste

5.146 – La ubicación del edificio. ([www.google.com.br/maps](http://www.google.com.br/maps). Acceso en noviembre de 2011)



5.147.148 – Vista del edificio Concórdia y su inserción en la ciudad (GUERRA, 2001)

Edificio comercial para una empresa de embutidos y derivados de la carne de cerdo que se compone de un solo volumen con cinco plantas, con tiendas en la planta baja, garaje en el entresuelo y las oficinas de en los últimos tres plantas.

El edificio Concórdia es un buen ejemplo del uso funcional de las diversas pieles modernas con una composición plástica de alta calidad. Rino Levi utiliza, en las fachadas Este y Oeste, el muro cortina protegido en la fachada Oeste con brises y en la fachada Este por pérgolas sobre el jardín interior (fig. 5.150), con una clara intención de la apropiación de este espacio por el edificio. En el bloque del garaje y en el volumen de circulación vertical, cobogós asociados a una franja de brises, ambos sin carpinterías internas, permiten la ventilación de estos espacios. La planta baja alberga tiendas y se mantiene en albañilería con las puertas de acceso directo a la calle. Rino Levi aprovecha la pequeña

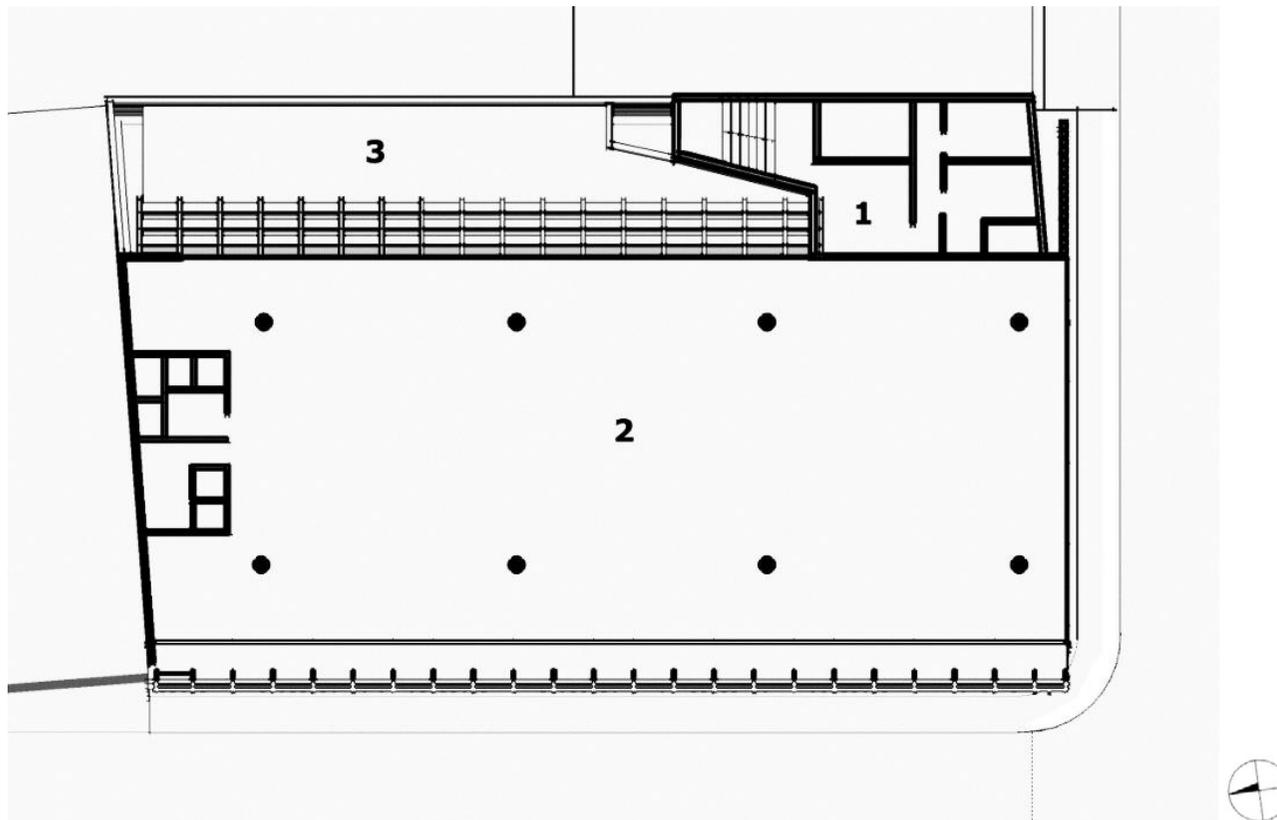


5.149 – Vista del pateo interior. (GUERRA, 2001).

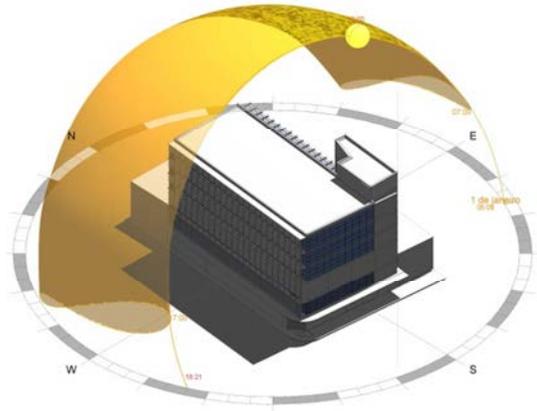
angulosidad del solar para sacar el lado Sur del plano de circulaciones verticales, jugando con la sombra producida por los cobogós (fig. 5.148).

### 5.9.1 EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA DEL EDIFICIO CONCORDIA

Si observamos la trayectoria solar (figs. 5.152 y 5.153), vemos que el sol vespertino está bloqueado por este conjunto de brises y sus soportes, que forman en realidad una fachada de doble piel. Ya las pérgolas sobre el jardín interior reducen la luz



5.150 - Planta típica y sección (1. Circulación vertical y baños, 2. Oficinas, 3 Patio)

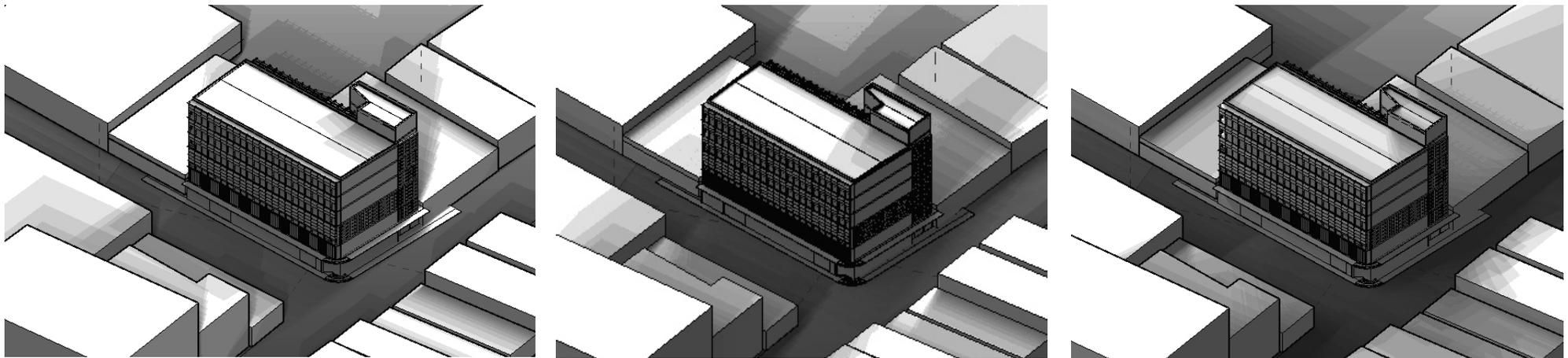


5.151 - Trayectoria solar anual en la ciudad de São Paulo con el modelo representando el 1 de enero a las 10 de la mañana. (Modelo producido en Vasari)

directa del sol entre las 8.00 y las 11.00 de la mañana (a las 8:00h se inicia la jornada laboral en las oficinas). En la cara Sur, se observa que sólo hay radiación directa en las últimas horas de las tardes de invierno, lo que no compromete el acondicionamiento del edificio.

Hay que destacar la riqueza de soluciones bioclimáticas presentes en un sólo edificio, y la maestría que Rino Levi demostró en estas soluciones, en planos alternados y en el mismo plano, como se observa en la composición de cobogós con el muro cortina en la cara Sur.

En cuanto a las recomendaciones de HOLANDA (1976), se debe señalar el cuidado en el estudio de la insolación en las fachadas, con diferentes formas de protección solar para cada una (proteger las ventanas), y el cuidadoso detalle de los elementos de construcción, especialmente las pérgolas y brises (construir con poco). En la



5.152 - Visión de la fachada frontal con la superposición de las sombras en verano en la planta típica, sin y con los brises. Modelo producido con Ecotect.

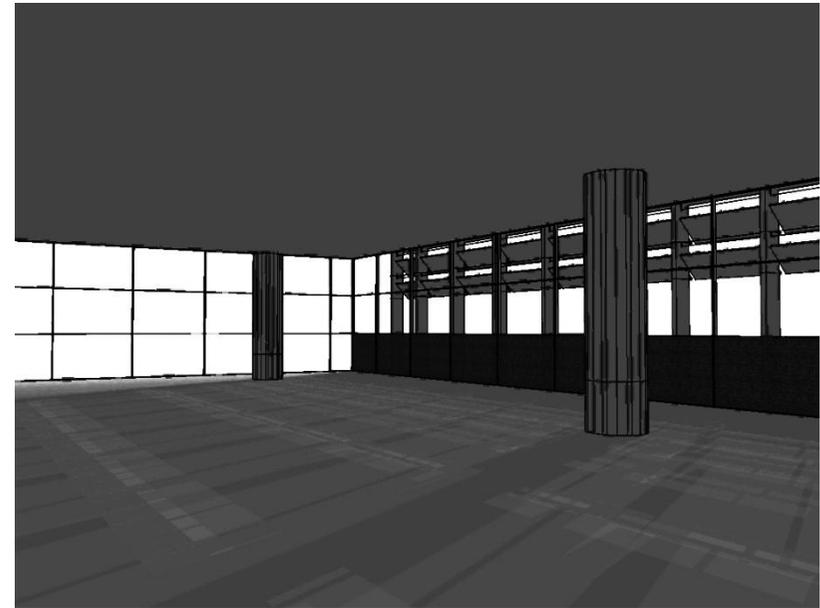
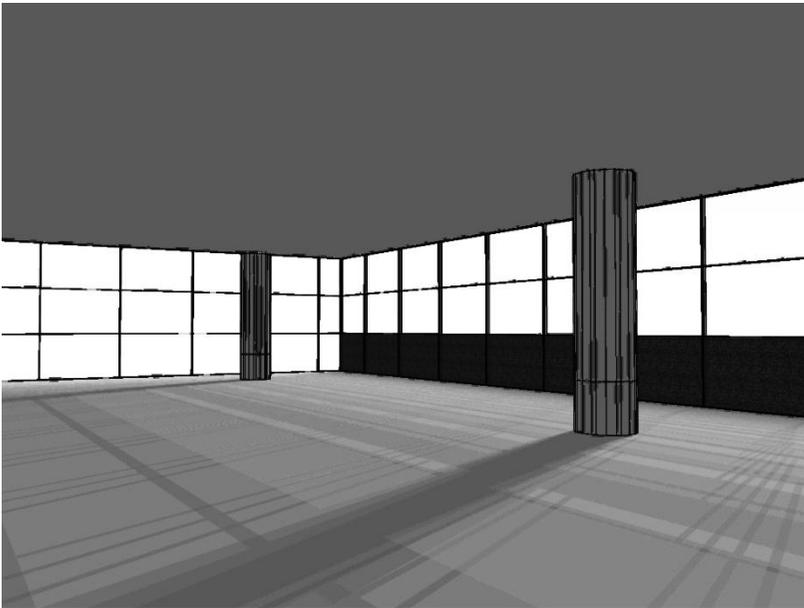
apropiación del patio interior a través de las carpinterías acristaladas con la protección de las pérgolas, se observa la intención del contacto con el ambiente interno y el paisaje creado (abrir puertas y convivir con la naturaleza), preocupación inusual en edificios de oficinas o administrativos. La ventilación natural es posible mediante el uso de los brises y cobogós desplegados de la piel interior, complementando el conjunto de soluciones bioclimáticas del edificio (agujerear muros).

#### 5.9.2 LA PIEL PARA LA SOMBRA EN EL EDIFICIO CONCORDIA

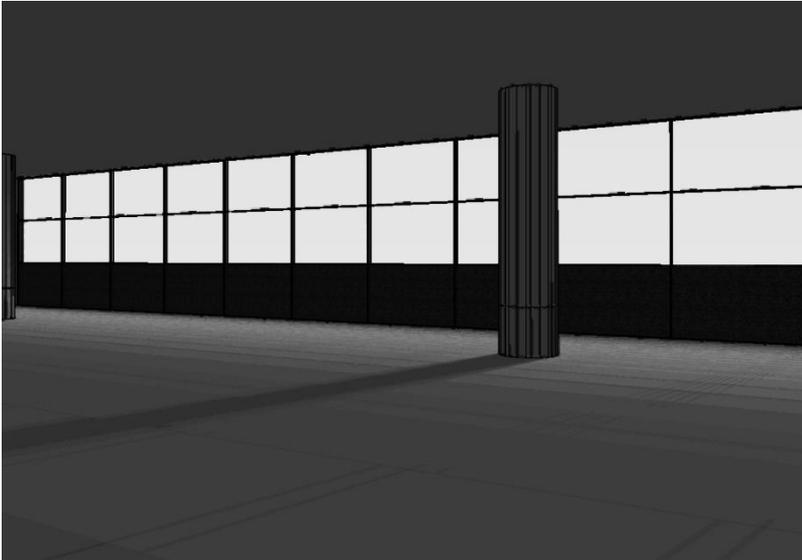
En la evaluación de la trayectoria del sol en el solar se ha determinado que el principal análisis a hacerse era el de la eficiencia de los brises frontales y el de las pérgolas del jardín interior, además de evaluar si la fachada con cristales sin brises no permitiría demasiada incidencia de luz. Se ha percibido también que la incidencia más fuerte y más importante ocurre en verano, por lo que se ha hecho el estudio de las figuras 5.154 y 5.155, donde se representa el espacio interno de la planta típica con y sin los elementos de protección. Hubo una reducción importante de la cantidad de luz directa en las dos fachadas, mientras la ganancia de luz por la fachada acristalada queda en una estrecha franja cercana a las ventanas, o sea, la fachada acristalada sigue recibiendo la insolación directa pero, a partir de una angulación superior que no llega a las partes más profundas del salón.

Para la evaluación de la radiación solar directa también se han estudiado las fachadas que dan a las calles y la fachada que da al patio interior. En las figuras 5.156 a 5.161 se observa que los elementos de protección, brises y pérgolas,

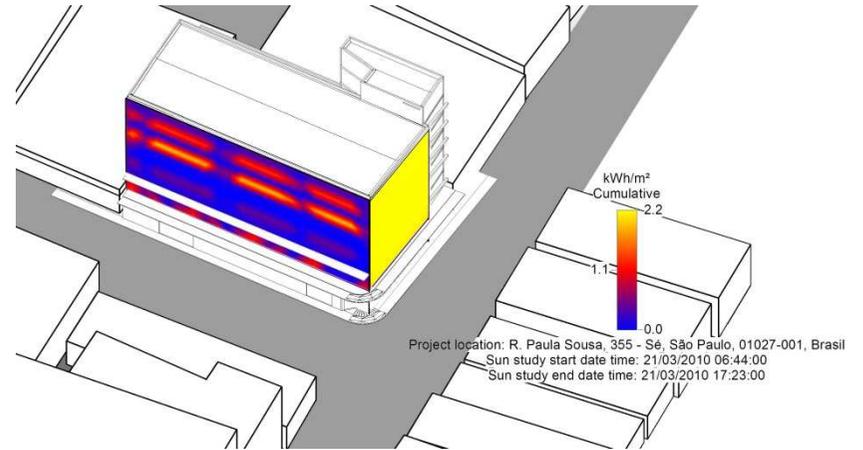
reducen significativamente la radiación sobre las fachadas. Los valores bajan, en verano, de 1,2 kWh/m<sup>2</sup> a casi cero. En la cara interior los valores de partida son menores, cerca de 0,5 kWh/m<sup>2</sup> en verano, bajando de forma no homogénea a aproximadamente 50% menos que el valor anterior. En verano se percibe también una incidencia no protegida en la fachada acristalada.



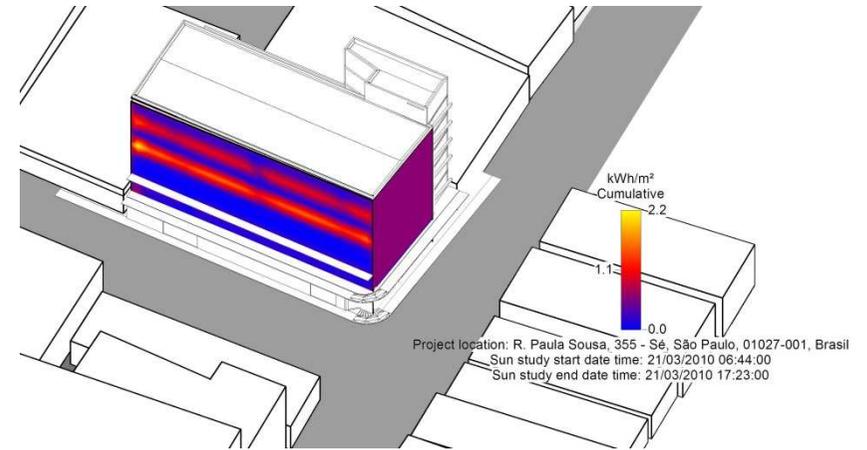
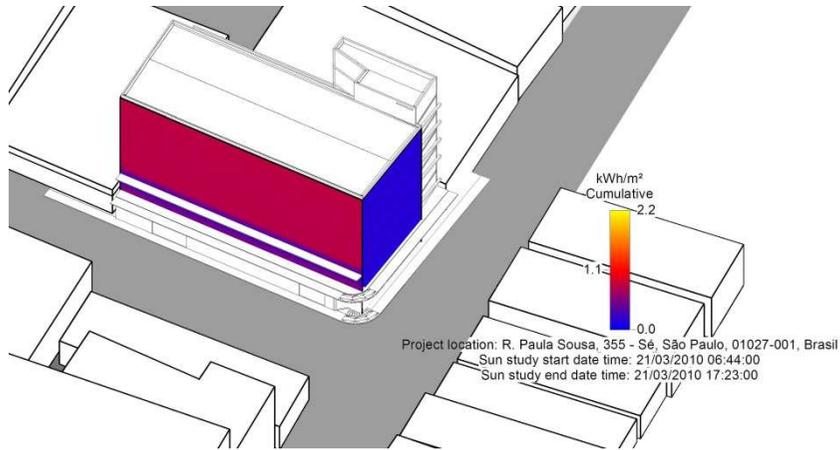
5.153 – Visión de la fachada frontal con la superposición de las sombras en verano en la planta típica, sin y con los brises. Modelo producido con Ecotect.



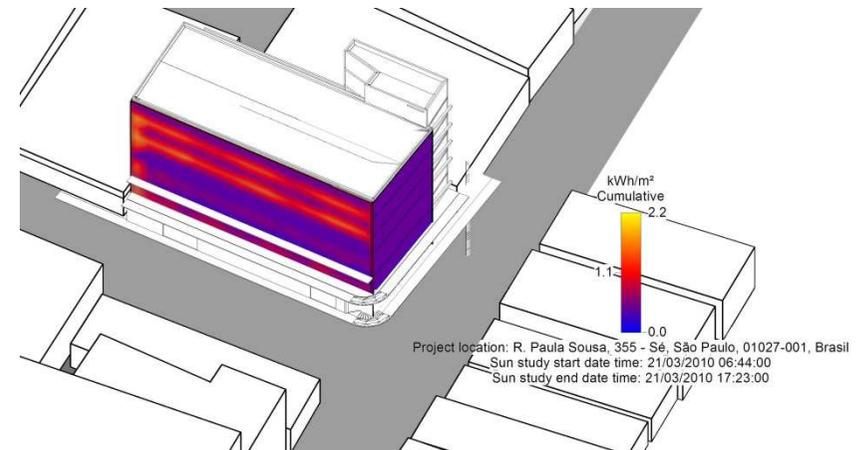
5.154 – Visión de la fachada frontal con la superposición de las sombras en verano en la planta típica, sin y con los brises. Modelo producido con Ecotect.



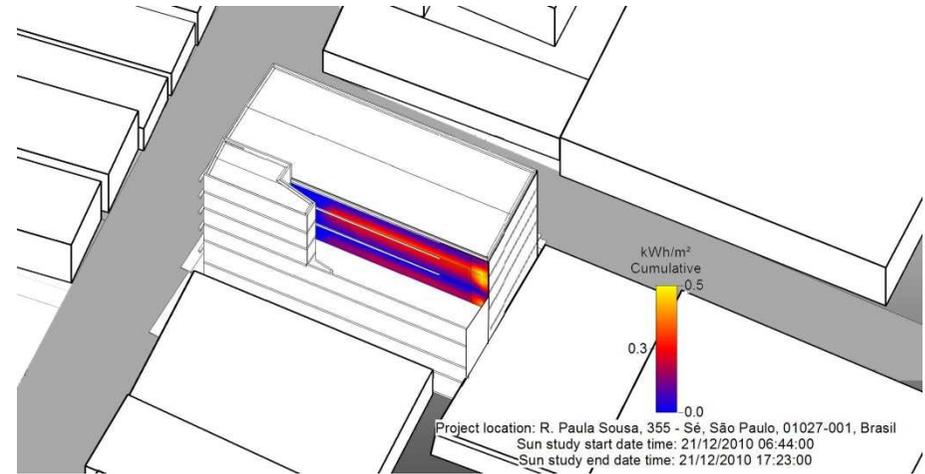
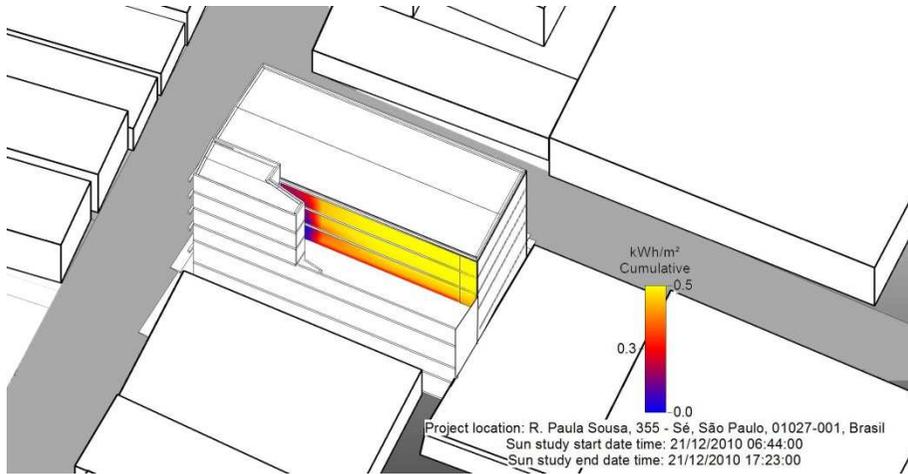
5.155 – Vista de la fachada frontal con la radiación solar acumulada en periodo de día de verano sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).



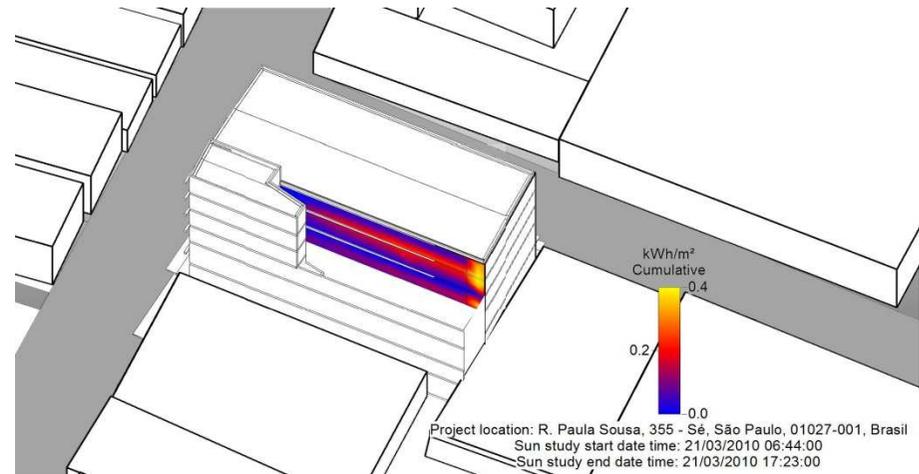
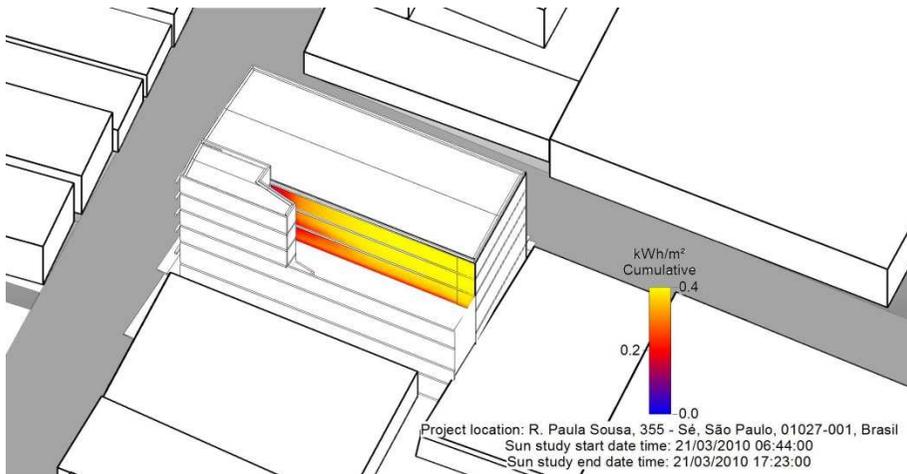
5.156 - Vista de la fachada frontal con la radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).



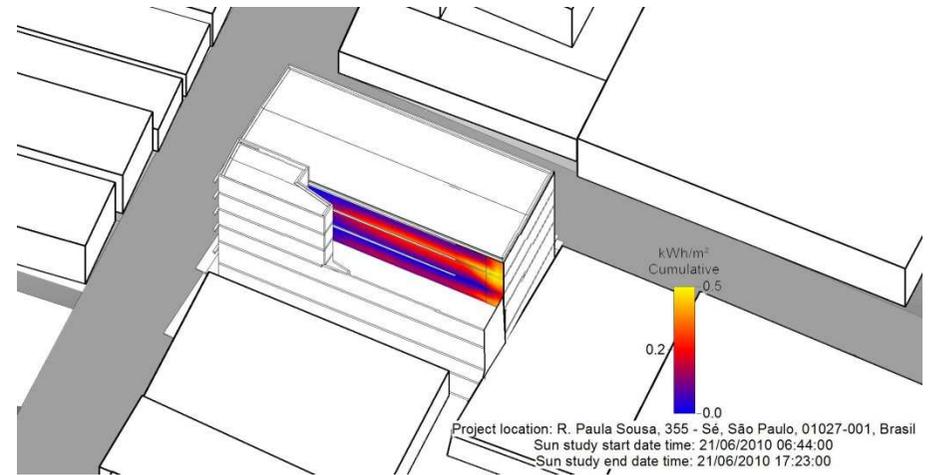
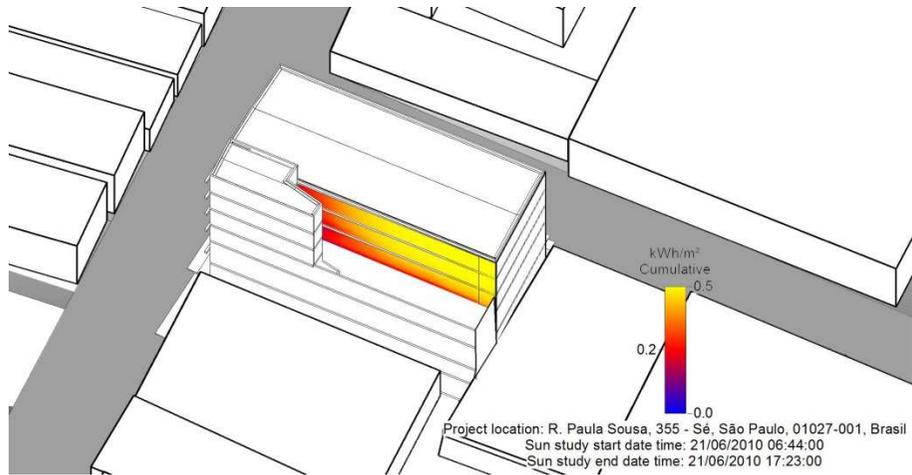
5.157 - Vista de la fachada frontal con la radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de invierno sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).



5.158 – Vista de la fachada del fondo con la radiación solar acumulada en periodo de día de verano sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).



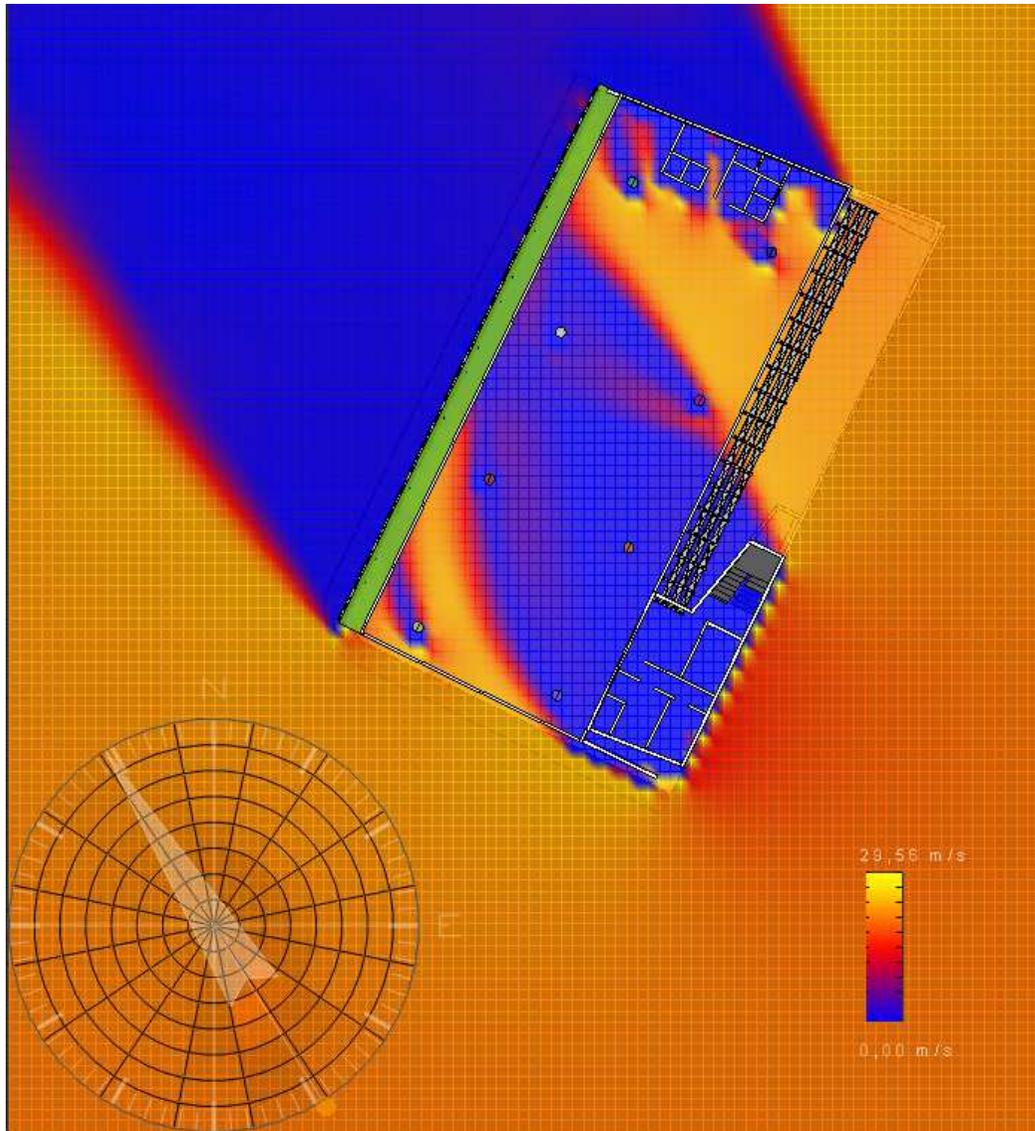
5.159 – Vista de la fachada del Acervo con la radiación solar acumulada en periodo de día de equinoccio sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).



5.160 – Vista de la fachada del fondo con la radiación solar acumulada en periodo de día de solsticio de invierno sin (a la izquierda) y con (a la derecha) los brises y venecianas (Simulación producida con Vasari).

### 5.9.3 LA PIEL PARA LA VENTILACIÓN EN EL EDIFICIO CONCORDIA

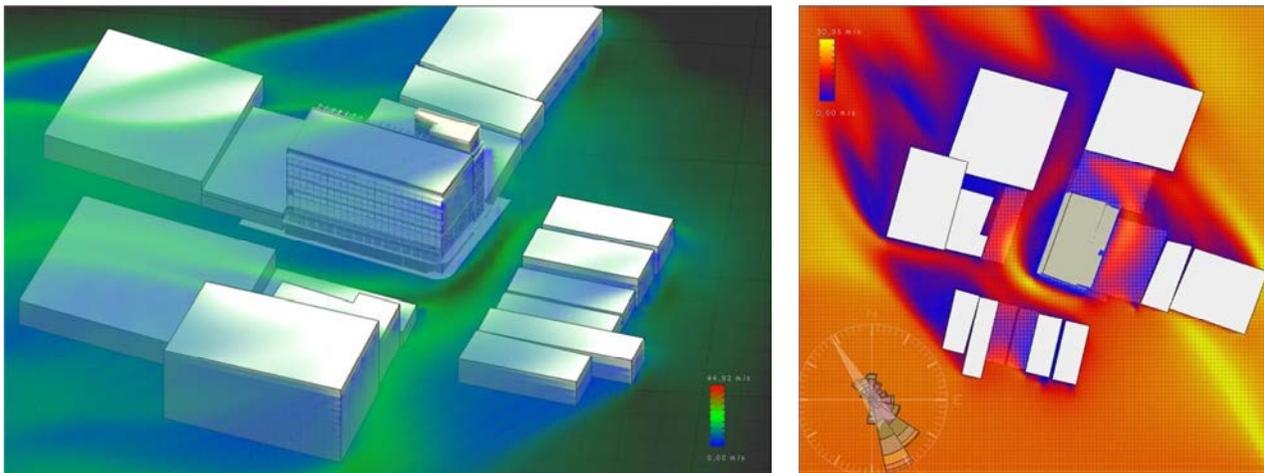
Al igual que otros edificios en áreas centrales, la ventilación del edificio Concordia será influida por el tejido urbano circundante y sus edificios, todos con alturas similares a éste. Sin embargo, la ejecución de la construcción ofrece un patio en la parte posterior, lo que contribuye a la utilización de la ventilación del Este, predominante en esta zona. La permeabilidad al aire se puede ver en el diagrama de la figura 5.162, principalmente a través de la adopción del concepto de oficina abierta.



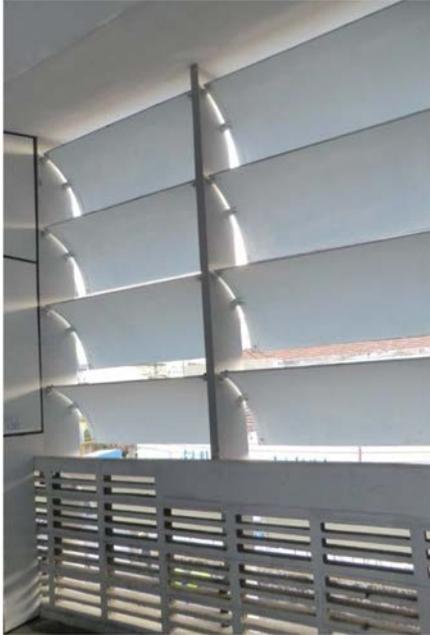
5.161 – La penetración del viento en el edificio Concórdia. (Modelo producido con Vasari).

#### 5.9.4 LA CONSTRUCCIÓN DE LA PIEL DEL EDIFICIO CONCÓRDIA

La elección de este edificio para análisis, al contrario de los demás, no ocurre por estar considerado una obra destacada en el ámbito de las obras maestras de la arquitectura moderna brasileña. No obstante, el edificio Concórdia es uno de los casos estudiados donde hay una aplicación más completa de los distintos elementos que componen el repertorio de envolventes del periodo estudiado. En una misma fachada, Rino utiliza cobogós, brises horizontales y verticales, cristales, rejas metálicas, cada uno para una situación particular y apropiada para los distintos usos del edificio. Aun con el actual mal estado de conservación del edificio se percibe en la figura 5.164 el cuidado en el diseño de los brises y la variedad de soluciones en relación al uso de la planta por detrás de la piel.



5.162 – Visión en perspectiva y en vista superior de la penetración del viento en el Edificio Concórdia. (Modelo producido con Ecotect).



5.163 – La complejidad de la piel del edificio Concórdia (Acervo del Autor).

1. La fachada oeste, se hace una galería a la frente de las carpinterías, creando un espacio de transición.



2. En la fachada sur, no se tiene protección solar quedando acristalada.

3. En la fachada del ponente, los brises impiden la radiación solar directa



4. Parte del aparcamiento y de la fachada del entresuelo y del bloque de circulaciones se cierra con cobogós.



5. En la fachada este hay un patio sobre los pisos de aparcamiento donde hay una Terraza Jardín. La fachada está protegida por pérgolas, una en cada piso.



6. En la planta baja están los depósitos y los cerramientos son en paredes sin ventanas



crear sombra

empotrar paredes

proteger ventanas

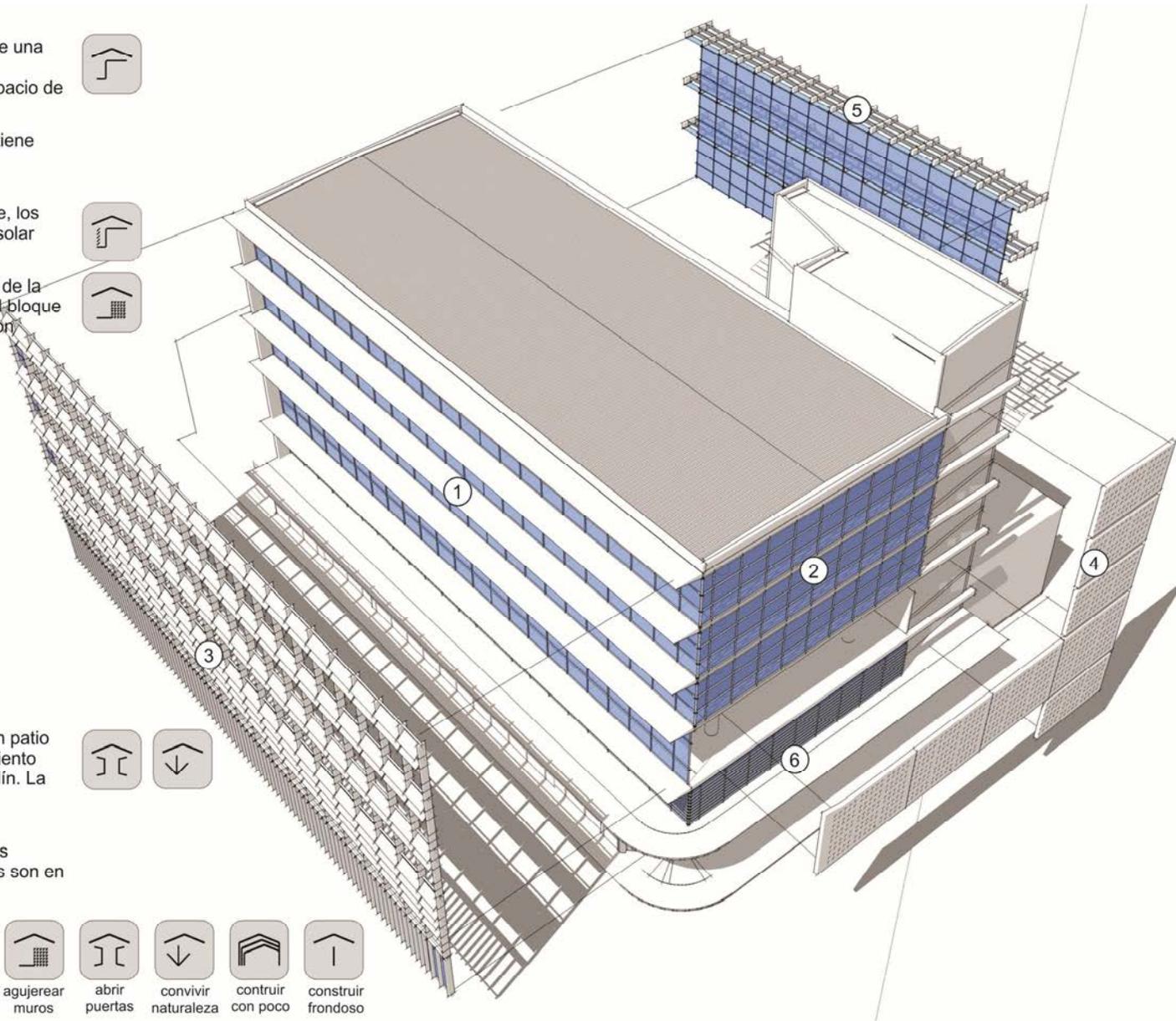
agujerear muros

abrir puertas

convivir naturaleza

contruir con poco

construir frondoso



5.164 – La piel del edificio Concórdia. (modelo producido por el autor)

## 5.10 CONSIDERACIONES SOBRE LA TERCERA PARTE:

A partir de los criterios definidos anteriormente, se puede percibir diferentes soluciones y tratamientos en la envolvente de estos edificios. Esto apoya la hipótesis principal de que el cuidado con la envolvente objetivando la adaptación al clima ha sido una de las principales características del racionalismo brasileño. El conjunto de edificios ha demostrado ser lo suficientemente diverso en ubicación y usos, aunque presenten cierta homogeneidad en los climas donde están ubicados.

El orden cronológico de los edificios que se presentaron, ilustra el desarrollo y la maduración de la arquitectura moderna a lo largo del tiempo. Empezamos con la simplicidad del edificio de la ABI , donde las soluciones del envolvente generan un edificio casi monobloque, quedando la distinción entre la base, el cuerpo y la corona, en una composición casi clásica. Se encierra con el edificio Concordia, de entre todos, el menos conocido. Sin embargo, el más consistente en relación con el tracto de que la envolvente se diferencie a lo largo de las distintas fachadas y usos del edificio. Esta dualidad ilustra que la selección de estos edificios no sólo se debe a las críticas especializadas que recibieron sino a la calidad del tratamiento de la envolvente, en acuerdo con los criterios expuestos en este trabajo.

La ABI tuvo que encabezar este estudio, sobre todo, porque, fue el primer gran ejemplo de la utilización de los conceptos modernos, y los primeros en utilizar el brise inventado por Corbu. También utiliza algunos preceptos modernos de manera crítica, como la terraza cubierta y pilotes semiocupados con unidades comerciales, lo que garantiza la conformación del perímetro de la manzana. En el análisis se

encontró que los valores de radiación solar acumulada a lo largo de un día de 1,45 kWh/m<sup>2</sup> eran reducidos prácticamente a cero. En la visita al edificio, uno se da cuenta de que esta gran reducción de la radiación solar no impide, sin embargo, la entrada de luz natural que penetra difusamente dentro del edificio.

Se destacan los puntos principales del edificio de la ABI en relación a la evaluación realizada:

- Las terrazas son áreas de uso público pero cubiertas;
- Las fachadas son galerías de circulación formando un área de transición entre el exterior y el interior;
- Las dos fachadas del edificio reciben sol todo el año y la solución con brises fijos es increíblemente sencilla y eficiente;
- El acceso del edificio se hace por un pilotes público, abierto a la acera;
- Partes de la planta baja reciben espacios para tiendas, saliendo directamente hacia la calle.

El MES es un hito en el mundo de la arquitectura. Ya se ha demostrado que este edificio ha creado un modelo para edificios de oficinas y se ha convertido en una especie de estándar, incorporado en muchos otros edificios en diferentes países. Pero el gran énfasis es la armonía en el que las diferentes soluciones de fachada se presentan en el conjunto construido. Una vez más, un edificio que sigue los preceptos modernistas pero de manera crítica y que utiliza elementos de protección solar selectivamente y adecuadamente para cada fachada. Los valores de reducción en la incidencia solar con los brises son de hasta 2,0 kWh/m<sup>2</sup>. En este caso, se

puede controlar la manipulación de los brises que, a diferencia del precursor edificio de la ABI, son móviles. Además del control solar y mantener una iluminación interior muy adecuada, el edificio cuenta con un sistema de fenestración que permite la ventilación cruzada, permitiendo el uso del edificio independiente del acondicionamiento artificial. La conformación de las manzanas alrededor del MES permite una importante vía de penetración de la ventilación predominante en la región. Los pilotes, además de dejar el espacio libre en la planta baja, se conectan con los preciosos jardines de Burle Marx, creando una bella transición entre el edificio y los entornos urbanos inmensamente poblados. Aquí también la terraza jardín está parcialmente cubierta, creando una agradable zona de uso público. En las zonas ajardinadas, árboles fueron plantados para crear sombras de ese espacio.

Se destacan los puntos principales del MES en relación con la evaluación realizada:

- Las cubiertas se hacen con Terrazas Jardín, en dos niveles, en la cima de la torre y en la terraza sobre el bloque más bajo;
- Las fachadas se resuelven con muros cortinas en las caras norte y sur según una modulación rígida;
- En la cara norte se utilizan brises móviles horizontales que permiten el paso del aire y de la luz, pero bloquean la radiación directa;
- En las fachadas más expuestas al sol se reviste con piedra natural del Brasil, garantizando la estanqueidad y haciéndola más reflectante;

- El solar está resuelto como una plaza, parcialmente cubierta por los pilotes y algunas partes cerradas de la planta baja. Toda el área está tratada con el paisajismo de Burle Marx;
- Algunas paredes están revestidas de azulejos con diseños hechos a medida para el edificio;
- Los pilotes permiten que casi todo el solar quede como un área de uso público. Su gran altura confiere monumentalidad al espacio;
- Los pisos con planta libre aprovechan la estructura independiente garantizando la continuidad espacial.

La residencia Olivo Gomes, del Rino Levi, es la síntesis de diversas estrategias bioclimáticas, especialmente entre los requisitos defendidos por Armando de Holanda. La residencia cuenta con un gran sistema de cubiertas amplias, aleros y balcones generosos que ponen la obra bajo una cómoda sombra. Los sistemas de carpintería, especialmente en las habitaciones, crean una fachada dinámica, que permite el control total de iluminación, ventilación y uso, convirtiendo la habitación en un balcón, cuando en la posición levantada, dejando sólo las barandillas. Como en varias obras de Levi, además se observa un gran conocimiento sobre la trayectoria solar que permite la correcta colocación de las aberturas y aleros que garantizan el control de la radiación solar incidente sobre las fachadas. Se observa que, incluso sin tener en cuenta el uso del sistema de carpinterías que se mencionó anteriormente, sólo la simulación con y sin los aleros ya proporciona una reducción significativa en los niveles de radiación incidente sobre las caras del edificio lo que permite alcanzar niveles del orden de los 1,3 kWh/m<sup>2</sup>. La ventilación está

garantizada por dispositivos que permiten el paso del aire, como las pequeñas aperturas sobre las puertas y también el sistema de persianas.

Se destacan los puntos principales de la residencia Olivo Gomes en relación con la evaluación::

- Las cubiertas se resuelven con una única pendiente en cada ala de la casa. Los grandes aleros protegen las fachadas y crean un gran área de sombra;
- El maderamen y el falso techo siguen la pendiente de las tejas generando espacios interiores de gran altura;
- Un gran porche protegido por el voladizo de la cubierta genera un espacio de contemplación de la naturaleza y convivencia de los usuarios;
- Puertas transparentes con gran posibilidad de apertura generando integración entre interior y exterior;
- Espacios amplios y de gran altura interna facilitando el flujo del aire y la disipación del aire caliente;
- Aprovechando la pendiente natural del terreno gran parte de la casa está sobre pilotes alejándola del suelo y generando un gran área de cubierta;
- Las ventanas se abren hacia el naciente y la forma de la casa protege las aperturas del poniente;
- Un tipo singular de carpintería fue desarrollado para esta casa, con una triple guillotina que genera balcones cuando están abiertas;

- La arquitectura se complementa con el paisajismo de Burle Max, con gran exuberancia de la vegetación y una perfecta integración con la arquitectura de la casa.

La casa que Lucio Costa diseñó para el Barón de Saavedra, en Petrópolis, no es lo que se suele definir como arquitectura moderna. Tal vez esta casa sea realmente el momento de transición entre el arquitecto neocolonial y el gran maestro moderno en el que Lucio se convertiría. Sin embargo, esta casa incorpora todo lo que era esencial en la arquitectura colonial en un lenguaje moderno. El techo en cuyo maderamen se inclina bajo el cielo raso, posee su pendiente hacia atrás con respecto a la vista principal de las fachadas, creando un volumen blanco puro. Esta austeridad, por cierto, recuerda mucho a lo que ocurrió en la arquitectura religiosa brasileña, especialmente en los conventos de las ciudades costeras y fortalezas construidas a la entrada de la bahía de varias ciudades. La planta principal elevada del suelo confunde las influencias modernas con la construcción vernácula de las pequeñas ciudades del interior de Brasil, sustituyendo los puntales de madera por columnas de hormigón armado. Incluso las cimentaciones en piedra, están presentes en la pared que divide el patio de servicio de esto pilotes, vuelto para el espacio interior de la planta de L.

Los brises y cobogós utilizados como elementos de composición de los porches y la instalación de estos al frente de las carpinterías del salón y a frente de las habitaciones al final de las dos alas que componen la planta principal, crea un espacio de transición entre el interior y el exterior. En los análisis de sombra se ha comprobado la efectividad de estos dispositivos como filtro de la luz natural que provoca una sombra plena en verano en los ambientes adyacentes a los balcones.

La fachada de los fondos, los pasillos y en el fondo del salón principal, están protegidas por celosías de madera azules, una recreación explícita de la solución empleada en la arquitectura vernácula hace siglos. Para los críticos de este proyecto es una solución que parece una copia, pero cuando se analiza la composición de estos elementos en hilera, casi continuos, se percibe la modernidad de las ventanas horizontales en su diseño. Al verificar la penetración del viento, resulta que estos son precisamente los elementos que permiten la ventilación cruzada sin la luz solar directa del oeste, indeseable en la mayoría de las estaciones del año.

Se destacan los puntos principales de la casa Barón de Saavedra en relación con la evaluación:

- Cubierta en tejas capa y bica con pendiente opuesta a la fachada principal hacia el poniente;
- Maderamen aparente y falso techo junto a las tejas generando pisos con gran altura y continuación espacial;
- Porches creando espacios de convivencia y transición entre el exterior y el interior con protección solar para las actividades diarias;
- Puertas transparentes con gran posibilidad de abertura generando integración entre interior y exterior donde se puede contemplar el paisaje;
- Paredes de anchura doble de capacidad aislante adecuada al clima templado de Petrópolis;

- Los pilotes en la planta baja alejan las zonas de convivencia de la humedad del suelo y crean espacios amplios de utilización flexible;
- Patio de Servicio protegido por muros opacos en la zona de mayor soleamiento;
- Paredes en piedra rústica crean la interrelación del edificio con el suelo;
- Todas las ventanas y aperturas noreste y suroeste están protegidas con celosías;
- El fondo de los porches, también con orientación noreste y suroeste cerrados con cobogós de hormigón;
- La gran altura de los porches demandó la colocación de brises que reducen la radiación en este espacio y en las puertas de cristal;
- Las barandillas son construidas con celosías que permiten el paso del aire;
- Se presenta un diseño muy particular para las ventanas de orientación sureste y noreste creando balcones de cristal.

Parece inconcebible, cuando miramos a las fachadas de los edificios del parque Guinle, la profusión de soluciones, como una vitrina de todos los dispositivos de sombreado disponibles y desarrolladas hasta ese momento. Sin embargo, cuando visitamos los edificios y miramos por detrás de esta fachada bordada, percibimos los diferentes usos, balcones de profundidades diferentes, que fueron protegidos por los diferentes dispositivos que responden a aquella, aparentemente inexplicable, composición. No me puedo imaginar el coraje de Lucio Costa para proponer esta fachada en paneles de cerámica y de madera de color para una construcción de alto

estándar, en una sociedad acostumbrada a la compra de mansiones eclécticas que todavía se construían en 1948. Sin embargo, esta respuesta bioclimática a una fachada castigada por el sol vespertino de la ciudad del Río, no deseable en ninguna de las épocas del año en aquella latitud, creó una referencia que dejó un mensaje para toda una generación de arquitectos: la envolvente de un edificio debe, sobre todo, ser una respuesta a las especificidades de un lugar, más que un mero panel de composición y presentación del edificio a la ciudad.

El coraje de Lucio en la composición de la fachada va más allá al lanzar un modelo de ocupación urbana, que se incorporará en su diseño para Brasilia. La esencia del diseño de los super bloques de la nueva capital, se creó allí como un modelo y como un estándar edilicio. Los bloques largos con 8 plantas sobre pilotes dispuestos en una gran manzana serían el modelo de vivienda para su propuesta de la nueva capital. Las discusiones y las críticas de este modelo han durado décadas en Brasil, sin embargo, para lo que nos proponemos analizar aquí, este modelo también cumple con los criterios de adaptación al clima. Los bloques largos permiten la ventilación cruzada a través de las unidades y definen claramente una frente de servicio y otra social, que permite diferentes tratamientos de las fachadas. Los pilotes permiten la circulación del aire entre los bloques lo que hace posible la ventilación natural de las viviendas.

La evaluación del sombreado y de la incidencia de la radiación en la fachada oeste demuestra la reducción causada por los dispositivos. Algunos, con el diseño más abierto, como los cobogós redondos, son menos eficientes y la ventana que permite la contemplación del paisaje también permite el paso directo de un pequeño

porcentaje de incidencia de la radiación directa. Sin embargo, en general la radiación solar directa se reduce de 1 kWh/m<sup>2</sup> para 0,5 kWh/m<sup>2</sup> en el verano. Los valores de reducción para las otras estaciones son incluso mejores, acercándose a un promedio de 0,9 kWh/m<sup>2</sup>. La ventilación no es efectiva porque hay una gran subdivisión de las unidades con sus distintos baños y habitaciones. Sin embargo, la existencia de un porche trasero conectado al comedor crea una vía importante para el paso del aire.

Se destacan los puntos principales del edificio Bristol en relación a la evaluación realizada:

- En las cubiertas están las Terrazas Jardín, parcialmente cubiertas para una mejor apropiación del espacio en el intenso calor de Río.
- Las fachadas se resuelven con puertas totalmente acristaladas con unas basculas en la parte superior y carriles corredizos que permiten una amplia apertura.
- En la cara oeste se utilizan brises móviles verticales, y cobogós cerámicos con dos tipos distintos de diseño, que permiten el paso del aire y de la luz, pero controlan la radiación directa. En las pantallas se dejan "ventanas" para aprovechar el visual del parque.
- El edificio posee dos conjuntos de balcones, el frontal, contiguo a los salones y a las habitaciones y el del fondo, contiguo al área de servicio.

- La estructura es independiente, hay una modulación distinta para el cerramiento externo y para la estructura de soporte, que no se interceptan con las paredes.
- Los pilotes permiten que todo el solar quede como un área de uso colectivo y garantiza una perfecta adaptación del edificio a la pendiente del terreno.
- En las fachadas laterales se reviste con piedra natural de Brasil, garantizando la estanqueidad y la hace más reflectante y resistente a la humedad.
- La concentración de la circulación vertical permite que la mayor parte de la fachada posterior sea permeable al viento, predominante de aquella dirección.

Por ser un edificio tan pequeño y simple, lo que más nos llama la atención en la guardería Ernestina Pessoa son las numerosas soluciones de fachada. En la cara sur, la fachada semi-transparente, componiendo vidrio y venecianas, se presenta con y sin el balcón de transición. En la fachada oeste, brises en las ventanas del comedor y de doble capa en el área administrativa. En la fachada norte, paredes de azulejos y cobogós en el área de circulación y en la este una solución similar a la norte con las ventanas de venecianas. La cubierta mariposa registra una de las principales respuestas del modernismo brasileño para la recogida de las aguas, para la eliminación de la pendiente en la fachada. En esta descripción no es posible registrar la belleza de la composición de todas estas soluciones en conjunto.

La integración con el paisaje del parque en contrapunto con las soluciones cerradas de las fachadas que dan a la calle también refleja la preocupación de Bolonha con la inserción del edificio en el sitio.

En cuanto a la insolación el gran mérito está en los brises móviles de la fachada oeste, mientras que, la radiación incidente sobre la fachada sur es pequeña, incluso sin los dispositivos de protección, en la mayoría de los meses del año. En la simulación de ventilación es donde se da cuenta de la importancia de los cobogós en el pasillo de acceso a las aulas que permite la penetración de la ventilación predominante al interior del edificio.

Se destacan los puntos principales de la Guardería en relación con la evaluación realizada:

- Cubierta tipo "ala de mariposa" con un único conducto central;
- El forjado está construido paralelo al plano de la cubierta, generando espacios de mayor altura.
- Porches creando espacios medio-cerrados para los niños y una zona de transición entre el exterior y el interior, protegidos con la doble carpintería;
- Puertas transparentes con gran abertura generando integración entre interior y exterior;
- Espacios amplios y de gran altura interna facilitando el flujo del aire y la disipación del aire caliente;
- Las zonas de circulación están protegidas con cobogós cerámicos garantizando la circulación cruzada del aire;
- Las ventanas para el ponente están protegidas con sistema de brises móviles;

- Todas las ventanas poseen venecianas integradas a la carpintería como forma de protección solar;
- Las fachadas exteriores sin aperturas, están acabadas con mosaicos en pastilla vitrificada con diseños adecuados a una guardería.

El Colegio Estatal fue elegido para representar el espíritu transformador e innovador de aquella generación de arquitectos modernos. El edificio está implantado con el objetivo de volver los sheeds de las clases hacia la ventilación predominante, capturándola al interior. Su diseño pretende proteger parcialmente la incidencia solar, sobre todo por la tarde, dejando que una gran cantidad de luz indirecta inunde los ambientes. Los pasillos largos protegidos por completo con cobogós en toda la altura, garantizan la seguridad de los alumnos, al mismo tiempo que permite la penetración constante de la brisa del mar.

Las ventanas del ala este se abren a la bahía lo que permite la contemplación del paisaje. Ya el bloque administrativo, al oeste, que conecta el edificio a la calle, está totalmente protegido por un conjunto de brises de diseño inusual por la creación de volúmenes, no con bloques de albañilería sino con este conjunto de dispositivos.

Toda esta inventiva genera una protección eficaz a la radiación solar demostrada en los ensayos del sombreado. Los valores en la ciudad de Vitoria, en la fachada oeste, llegan a 1,9 kWh/m<sup>2</sup> reduciéndose a valores próximos a cero por los brises y cobogós.

Se destacan los puntos principales de Colegio Estatal en relación con la evaluación realizada:

- Vianna invierte el sentido normal de una clase al hacer la iluminación exclusivamente por medio de sheeds orientados hacia la ventilación predominante;
- Para las fachadas del bloque de clases no queda más la función de aprovechamiento del paisaje por lo que se cierra con cobogós de hormigón, garantizando la sombra y la permeabilidad del aire;
- La altura del techo de las clases, variable y amplia, aprovecha al circulación del aire que pasa por los pasillos ventilados atravesándolas;
- todos los pasillos se cierran con los cobogós, en este bloque y permiten el cruce de la ventilación sin pérdida de seguridad;
- La estructura es independiente, hay una modulación rígida y el pilotes es utilizado como patio cubierto para las actividades extra clase;
- La fachada para la calle, oeste, está protegida por los brises soleil verticales que garantizan a protección solar y la privacidad de la zona administrativa.
- En las fachadas laterales, el color claro, garantiza la estanqueidad, haciéndola más reflectante y resistente a la humedad. Allí quedaron unos balcones en el final de los pasillos que permiten el control social de todo el patio exterior.
- La base del edificio, en el bloque administrativo, está construida en piedra, haciendo la interrelación entre la construcción y la pendiente del solar, alejando la planta baja de la humedad.

El Edificio Concordia, entre todos los ejemplos, presenta uno de los tratamientos más cuidadoso de las fachadas, cada una de una manera diferente, sin embargo, complementaria y armoniosa en su diseño. La distinción entre la planta baja cerrada y la transición de esta solución hasta la torre es una verdadera clase de composición. En la fachada oeste, los elementos de protección solar cambian en densidad a medida que evolucionan hacia la parte superior del edificio, las placas horizontales del entresuelo, a través de los brises en toda la altura del garaje, culmina con la intercalación de brises con cristales en la parte de las oficinas. Incluso en la fachada sur, totalmente acristalada, el diseño de las carpinterías varía a lo largo de la fachada, siendo interceptado por un panel de cobogós que sobresale del cuerpo del edificio.

Los resultados del análisis de las sombras y de radiación no dejan ninguna duda en cuanto al dominio de Rino Levi del dimensionamiento y diseño de los dispositivos de protección propuestos por él. Estos elementos proporcionan una iluminación difusa reduciendo los valores de irradiación de aproximadamente 1,5 kWh/m<sup>2</sup> a valores medios de 0,2 kWh/m<sup>2</sup>. La disposición de la fachada este para un patio también ayuda en la penetración de la ventilación predominante garantizando la posibilidad de ventilación natural en las plantas de oficinas.

Además del ejemplo de la eficiencia en el control bioclimático, el edificio Concordia concluye este análisis como un ejemplo de composición con base a criterios de protector solar en la piel del edificio.

Se destacan los puntos principales del edificio Concordia en relación con la evaluación realizada:

- La fachada oeste, se hace con los brises, una galería frente a las carpinterías, creando un espacio de transición;
- En la fachada sur, no se necesita protección solar quedando acristalada;
- Los brises impiden la radiación solar directa;
- Parte del aparcamiento y de la fachada del entresuelo y del bloque de circulaciones se cierra con cobogós, garantizando la circulación del aire;
- En la fachada este hay un patio sobre los pisos de aparcamiento donde se implantó una Terraza Jardín. La fachada está protegida por pérgolas, una en cada piso;
- En la planta baja están los depósitos y los cerramientos son en paredes sin ventanas.

En general, todos estos edificios construyeron un repertorio. Este repertorio se ha confundido, en nuestros días, con un repertorio de elementos compositivos como si fueran simples capas decorativas. La principal conclusión que podemos extraer de este análisis es que debe haber una conexión honesta entre los principios compositivos con justificaciones bioclimáticas en el uso de cada una de estas soluciones. La esencia del diseño de una "piel" nace de la eficacia de las capas de la envolvente, lo que dará belleza al conjunto, no mediante la simple aplicación decorativa sino por la esencia utilitaria ("utilitas") combina la belleza ("venustas"). Se atribuye la belleza de la arquitectura moderna brasileña, al diseño de las curvas y

a la forma creativa en el manejo del hormigón armado. Sin embargo, en los tiempos de hoy, donde el cuidado con el clima se está convirtiendo en la preocupación fundamental para la arquitectura contemporánea, debemos recuperar esta belleza compositiva de esta genuina "piel" bioclimática que encontramos en estos edificios estudiados.