PROYECTO:
Hospital Lérida

UBICACIÓN:
Lérida

CLIENTE:
Consorcio VGS

ALCANCE:
Estudio bioclimático

NOMBRE DEL DOCUMENTO:
VGS-HOLE-BI-INF-V2

REGISTRO DE INFORMES

Versión	Fecha	Redactó	Aprobó
1	22/04/2026	Jfigueroa	Agarcia

CONTENIDO

Introducción 4
Metodología 4
Fases de estudio 4
Herramientas de simulación y software 5
Análisis del sitio 5
Descripción general del proyecto 5
Información geográfica 6
Información meteorológica 6
Temperatura del bulbo seco 7
Humedad relativa 7
Dirección y velocidad del viento 8
Requerimientos normativos y referentes 8
Normativas exigidas para el proyecto 8
Requerimientos técnicos obligatorios 9
Resolución 350 de 2022 9
Resolución 0194 de 2025 9
Requerimientos bioclimáticos de referencia 9
Confort térmico 9
Tasas de renovación de aire 10
Confort lumínico 11
Conclusiones análisis del sitio 11
Diagnóstico inicial volúmenes exteriores 12
Análisis de sombras 12
Análisis incidencia solar 14
Zonificación requerimientos y recomendaciones 17
Zonificación bioclimática 17
Requerimientos bioclimáticos 18

INTRODUCCIÓN

El **estudio bioclimático** tiene como objetivo promover una **calidad del ambiente interior** (calidad del aire, confort térmico y niveles de la iluminación natural) reduciendo el consumo de **energía** durante la **operación**. Se analiza el impacto de implementar estrategias pasivas, identificando aquellas que más favorezcan al proyecto. Los diferentes análisis se desarrollan mediante el uso de software especializado evaluando los aspectos de:

- Confort térmico:

Análisis de las temperaturas interiores, evaluando la percepción de frío y calor de los ocupantes. Garantizando un rango de aceptabilidad mínimo del 80%.

- Calidad del aire:

Análisis de las tasas de renovación de aire alcanzadas en espacios interiores, garantizando una tasa de renovación de aire superior al requerimiento mínimo establecido según su uso.

- Confort lumínico:

Análisis de los niveles de iluminación natural alcanzados al interior de los espacios con acceso a la luz natural.

METODOLOGÍA

El estudio bioclimático se fundamenta en un proceso analítico y propositivo que integra variables climáticas, normativas y arquitectónicas. Se emplea una metodología de optimización iterativa, donde cada estrategia es sometida a validación mediante simulaciones para asegurar su efectividad antes de ser incorporada como recomendación.

Fases de estudio

Para el desarrollo de este estudio, se plantean las siguientes fases:

1. **Análisis del sitio:** Evaluación de las condiciones meteorológicas del lugar donde se ubica el proyecto (temperatura, humedad relativa y viento) y su impacto sobre las condiciones interiores.

2. **Diagnóstico bioclimático:** Estudio de los volúmenes del proyecto y del entorno en términos de la proyección de sombras y de la incidencia de la radiación solar sobre el proyecto, identificando las áreas críticas que podrían requerir alguna intervención.

3. **Análisis de estrategias:** Evaluación iterativa del impacto de implementar estrategias bioclimáticas, optimizando el confort térmico, la renovación adecuada del aire y la iluminación natural; así como propender por la eficiencia energética.

4. **Zonificación y recomendaciones:** Propuesta de tipo de ventilación para cada espacio y estrategias bioclimáticas específicas. Planteando la especificación de materiales, sistemas constructivos, inclusión de aberturas, etc.

5. **Conclusiones:** Validación de las estrategias bioclimáticas implementadas y presentación de las conclusiones principales del estudio.

Herramientas de simulación y software

Para garantizar la precisión de los resultados, el estudio utiliza herramientas de última generación validadas por estándares internacionales:

- DesignBuilder (Motor Energyplus y Radiance): Utilizado para las simulaciones termodinámicas, análisis de confort térmico, renovación de aire e iluminación natural. Este software permite evaluar el comportamiento horario durante un año.

- Meteonorm (Licenciado): Empleado para la generación de archivos climáticos sintéticos específicos para las coordenadas del proyecto.

ANÁLISIS DEL SITIO

Este capítulo presenta la información recolectada para el lugar donde se va a desarrollar el proyecto. Esta información permite entender las condiciones del entorno que condicionan el diseño de estrategias pasivas a ser recomendadas.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto Hospital Lérida se emplaza en un entorno caracterizado como semiurbano. El diseño responde a una tipología institucional educativa. Cuya configuración volumétrica y orientación determinan las estrategias pasivas aplicables. A continuación, se presenta la imagen de referencia y los datos generales del proyecto:



Ilustración 1. Imagen de referencia del proyecto. / Fuente: Google earth

Tabla 1. Descripción general y especificaciones del proyecto. / Fuente: Datos proporcionados por el cliente

Parámetro	Especificación
Uso Principal	Hospital / Atención Médica
Número de Pisos	1 piso
Programa arquitectónico	Consultorios médicos, cuartos de hospitalización

Información geográfica

La precisión de los análisis depende directamente de que el desarrollo del archivo climático corresponda a la ubicación exacta del proyecto. A continuación, se presentan las coordenadas geográficas y la fuente de datos meteorológicos utilizados para las diferentes simulaciones.

Tabla 2. Datos Geográficos del Sitio. / Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de la zona.

Ciudad / Ubicación	Tolima
Latitud	4.861
Longitud	-74.905
Altitud	400.0 m.s.n.m.
Zona Climática	Cálido seco

A continuación, se presenta el mapa de localización satelital del contexto urbano y del entorno inmediato del proyecto, lo que permite identificar las condiciones del entorno inmediato.

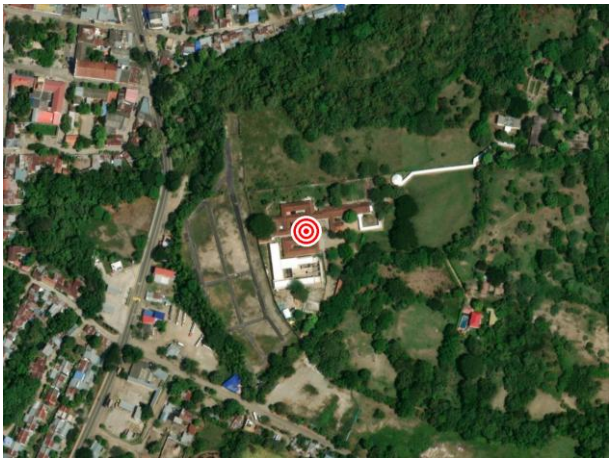
Localización general	Localización puntual
	

Ilustración 2. Mapa satelital de contexto urbano. / Fuente: Elaboración propia de API de ArcGIS.

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Para las simulaciones, se construyó un archivo meteorológico específico. Representando un año meteorológico típico (TMY) basado en datos históricos y proyectado al año 2030

(RCP de 4.5). La validez de esta data se verificó con la estación meteorológica más cercana, denominada Garcia Hda, ubicada a 1.60 km del proyecto.

Tabla 3. Información Estación meteorológica más cercana. / Fuente: IDEAM.

Código	Nombre	Municipio	Departamento	Altitud (m.s.n.m.)	Longitud	Latitud
21255150	Garcia Hda	Lerida	Tolima	350 m.s.n.m.	74°53'29.6"W	4°51'19.5"N

A continuación, se presentan las variables climáticas consolidadas que rigen las simulaciones del estudio:

Temperatura del bulbo seco

La temperatura promedio es de **23.9 °C**. Manteniéndose estable a lo largo del año. Varía en un rango con un valor mínimo que llega a los **15.9 °C** y un valor máximo que alcanza los **34.4 °C**. La Ilustración 3 muestra el comportamiento anual de la temperatura de bulbo seco.

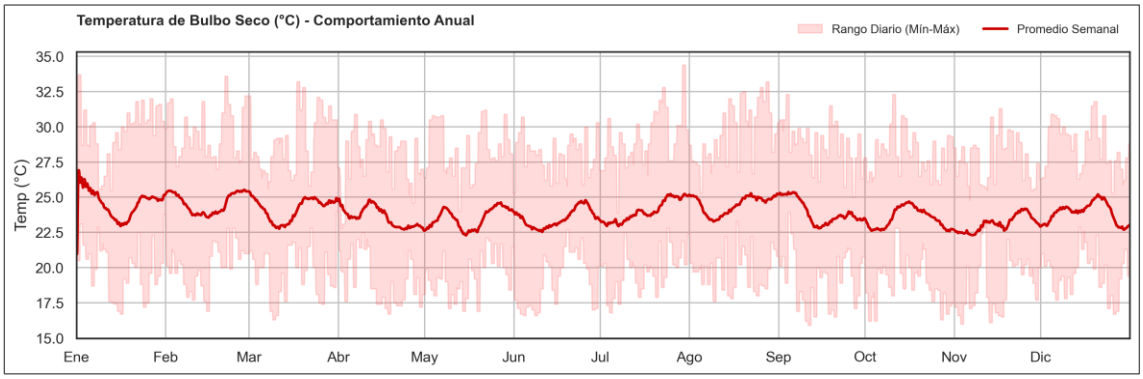


Ilustración 3. Temperatura bulbo seco anual. / Fuente: Elaboración propia a partir del archivo climático.

Humedad relativa

La humedad relativa promedio es del **87.9%**. La humedad relativa presenta fluctuaciones diarias con valores altos en las mañanas y bajos en la tarde. Hay valores que pueden descender hasta un **45.0%** y ascender hasta un **100.0%**. La Ilustración 4 muestra el comportamiento anual de la humedad relativa.

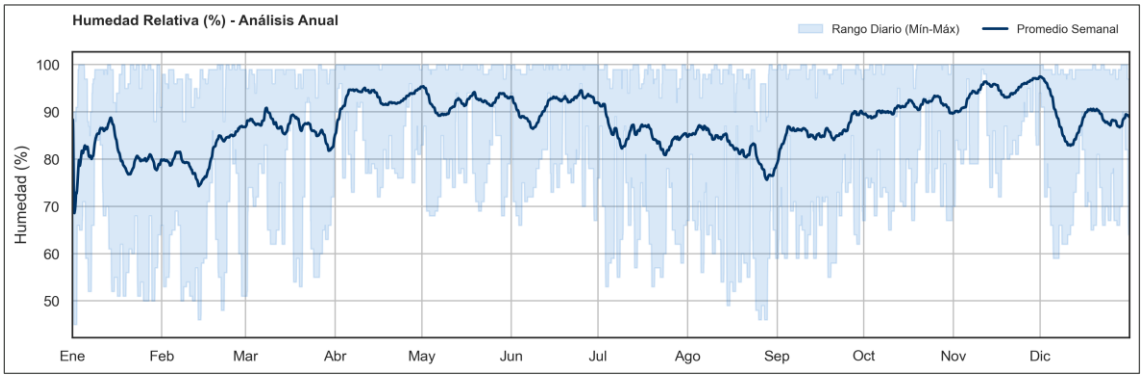


Ilustración 4. Humedad relativa anual. / Fuente: Elaboración propia a partir archivo del climático.

Dirección y velocidad del viento

La rosa de los vientos tiene un patrón predominante de vientos provenientes entre los **28° y 118°** con relación al norte. Existen velocidades que oscilan entre los **0.0 y los 1.5 m/s**. A lo largo del año, hay vientos en todas las orientaciones y con diferentes velocidades. Se pueden registrar eventos extremos con vientos que alcancen velocidades de **12.4 m/s** o mayores.

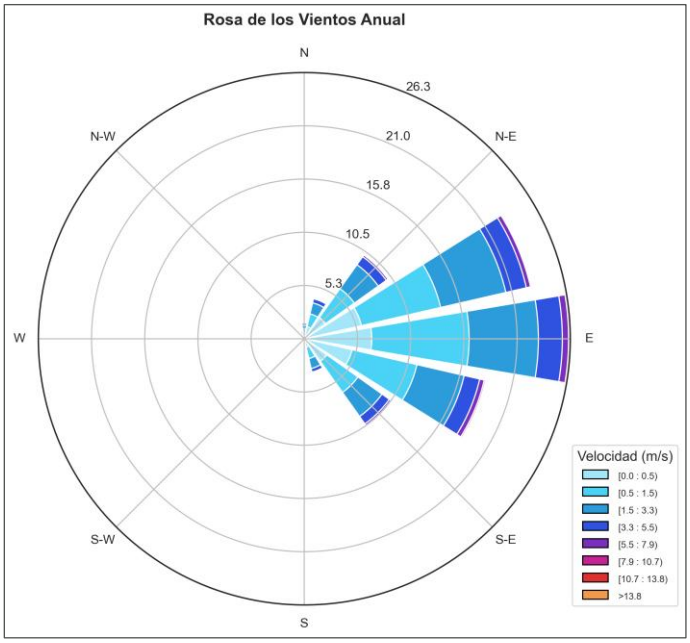


Ilustración 5. Distribución anual de velocidad y dirección del viento. / Fuente: Elaboración propia.

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS Y REFERENTES

El desarrollo del proyecto se rige por un conjunto de normativas que establecen los estándares mínimos de habitabilidad, eficiencia energética y calidad ambiental. El presente capítulo consolida estas exigencias para asegurar que todas las estrategias bioclimáticas y técnicas estén alineadas con el marco legal vigente aplicable al proyecto.

NORMATIVAS EXIGIDAS PARA EL PROYECTO

La siguiente tabla presenta el marco normativo de obligatorio cumplimiento:

Tabla 4. Marco normativo aplicable al proyecto. / Fuente: Elaboración propia.

Norma	Entidad	Alcance técnico	Obligatoriedad	Condición de aplicación
Resolución 350 de 2022	Ministerio de Salud y Protección Social	Lineamientos de bioseguridad y evaluación de ventilación en espacios ocupados.	Nacional (todos los usos)	Actividades con ocupación continua.
Resolución 194 de 2025	Ministerio de Vivienda,	Construcción sostenible: ahorro de agua y energía con	Nacional (todos los usos)	Edificaciones nuevas con metas

Norma	Entidad	Alcance técnico	Obligatoriedad	Condición de aplicación
	Ciudad y Territorio	medidas pasivas y activas.		mínimas de desempeño.

Nota: La vigencia normativa fue verificada a la fecha de emisión del presente informe.

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS OBLIGATORIOS

Se detallan a continuación los requerimientos específicos de cada norma.

Resolución 350 de 2022

La Resolución 350 de 2022 del Ministerio de Salud y Protección Social establece los protocolos generales de bioseguridad para la prevención de la transmisión del COVID-19. En lo referente al componente bioclimático y la calidad del ambiente interior, la normativa determina los siguientes parámetros obligatorios:

Tabla 5. Requerimientos técnicos — Resolución 350 de 2022

Tema	Requerimiento normativo
Tasa de Renovación	Se debe recomendar y garantizar un flujo mínimo de aire equivalente a 4 renovaciones del volumen del espacio a ventilar cada hora.

Resolución 0194 de 2025

La Resolución 0194 de 2025 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio establece los parámetros y lineamientos de Construcción Sostenible para edificaciones en Colombia. Define porcentajes mínimos de ahorro en consumo de agua y energía respecto a una línea base, en función de la ubicación geográfica y la tipología del proyecto.

Tabla 6. Porcentajes de ahorro de la resolución 0194 de 2025

Tipología del proyecto	Tipo de clima	Tema	Requerimiento normativo
Hospital	Cálido seco	Ahorro mínimo en energía	15%
		Ahorro mínimo en agua	25%

REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DE REFERENCIA

Confort térmico

Para espacios con ventilación natural, se adopta el Modelo de Confort Adaptativo según el estándar **ASHRAE 55** y la **NTC 5316**. Para el proyecto con una temperatura media exterior de **23.9 °C,** se establecen los siguientes límites operativos:

- Límite de Aceptabilidad del 80% (Estándar General): Entre 21.7°C y 28.7.
- Límite de Aceptabilidad del 90% (Estándar Estricto): Entre 22.7°C y 27.7.

Nota técnica: Las simulaciones buscarán que los espacios permanezcan dentro de esta banda la mayor parte del tiempo durante las horas ocupadas.

Tasas de renovación de aire

Los hospitales son espacios donde la calidad de aire interior es de suma importancia para el bienestar de los pacientes, el personal y los visitantes. La calidad del aire debe ser adecuada y variará dependiendo del área en cuestión, desde los quirófanos y unidades de cuidados intensivos que requieren altos estándares de asepsia, hasta áreas de recepción y corredores que tienen requisitos de calidad menos estrictos.

Basándose en el estándar americano ANSI/ASHRAE Standard 170 con relación a los requerimientos que proporcionan un control del confort ambiental, la asepsia y los olores en los centros sanitarios, se determinan los requerimientos de renovaciones de aire críticos.

Adicionalmente, para los espacios no especificados en el Estándar 170 (como áreas administrativas o de flujo público general), los índices de ventilación se obtendrán de la norma ANSI/ASHRAE 62.1Para la definición de los caudales de diseño, se aplica el siguiente criterio de jerarquía normativa: si existen espacios con tasas prescritas en ambos estándares, se utilizará la tasa de cambio de aire mayor, garantizando así el escenario más seguro para la salud.

Renovación de aire según ASHRAE 170

Se presentan los requerimientos de renovaciones de aire según el Standard 170. Los índices de ventilación de los espacios no especificados en Estándar 170 se obtendrán de la norma ANSI/ASHRAE 62.1 (tablas 4 y 5). Si existen espacios con tasas prescritas en ambos estándares se utilizará la tasa de cambio de aire mayor. (7.1.3 “Requerimientos generales” ASHRAE 170).

Tabla 7. Parámetros de diseño. / Fuente: Elaboración propia a partir de la Tabla 7-1 estándar ASHRAE 170.

Categoría de ocupación	Relación de la presión de aire con áreas adyacentes	Mínimo de aire exterior (ACH)	Mínimo de aire total (ACH)	Extracción total del aire directamente al exterior	Aire recirculado mediante unidades de sala
Sala de examen general	No requerido	2	4	No requerido	No requerido
Baños	Negativo	No requerido	10	Si	No
Corredor	No requerido	No requerido	2	No requerido	No requerido
Almacén de elementos no críticos	Negativo	No requerido	10	Si	No

Extracción de aire

Los espacios donde se genera aire contaminado requieren de una **extracción** constante. Se determinan a partir de su uso y área o de la cantidad de unidades, como los baños.

La Tabla 8 presenta los requerimientos de extracción de aire para los diferentes tipos de espacios que se prevé se van a desarrollar y ventilar de forma natural en el proyecto.

Tabla 8. Requerimientos de extracción de aire. / Fuente: Elaboración propia con la Tabla 6-4 ASHRAE 62.1.

Categoría	Exh (L/s unidad)	Exh (L/s-m2)
Vestuarios (deportivos/industriales/sanitarios)	0.0	2.5
Garajes de estacionamiento	0.0	3.7
Salas de almacenamiento de ropa sucia	0.0	5.0
Baños privados	12.5 / 25	0.0
Baños públicos	25 / 35	0.0

Notas:

- *Para los baños privados utilizar la tasa más alta de extracción a no ser que se implemente un sistema de operación continua, caso en el que se podrá utilizar la tasa más baja.*
- *Para los baños públicos, la tasa se establece por cada sanitario y/u orinal. En estos se debe proveer la tasa de extracción más alta si se prevén horarios de alta ocupación.*

Confort lumínico

Se evalúa la autonomía de luz natural utilizando el criterio de Factor de Luz Día (FLD). Este indicador mide el porcentaje de luz exterior que llega a un punto interior bajo condiciones de cielo nublado, independientemente de la orientación solar directa.

Según las recomendaciones del **RETILAP** y la norma **UNE EN 12464-1**, se establecen los siguientes objetivos:

- Espacios de Permanencia (Dormitorios, recepciones u otros): Garantizar un FLD promedio > 2%.
- Espacios de Circulación: Garantizar un FLD promedio > 1%.
- Uniformidad: Asegurar una distribución homogénea para evitar contrastes visuales severos (deslumbramiento).

CONCLUSIONES ANÁLISIS DEL SITIO

A partir de la información analizada del lugar se concluye qué:

- Las condiciones de temperatura y humedad relativa del aire exterior son adecuadas para ser aprovechadas en la ventilación y el acondicionamiento térmico del proyecto. Sin embargo, se debe tener especial cuidado con las bajas temperaturas que se pueden presentar en las horas de la mañana y las altas en las horas de la tarde.
- Dadas las características climáticas del lugar y las velocidades promedio del viento, se considera viable implementar estrategias de ventilación natural, lo que podría mejorar el confort térmico del proyecto y garantizar una adecuada renovación de aire en los espacios que se puedan ventilar de forma natural.

DIAGNÓSTICO INICIAL VOLÚMENES EXTERIORES

Este capítulo presenta los análisis y el diagnóstico del impacto que tiene el sol sobre la volumetría del proyecto. Para entender cómo el volumen interactúa con el entorno e identificar estrategias pasivas que puedan mejorar el desempeño del proyecto.

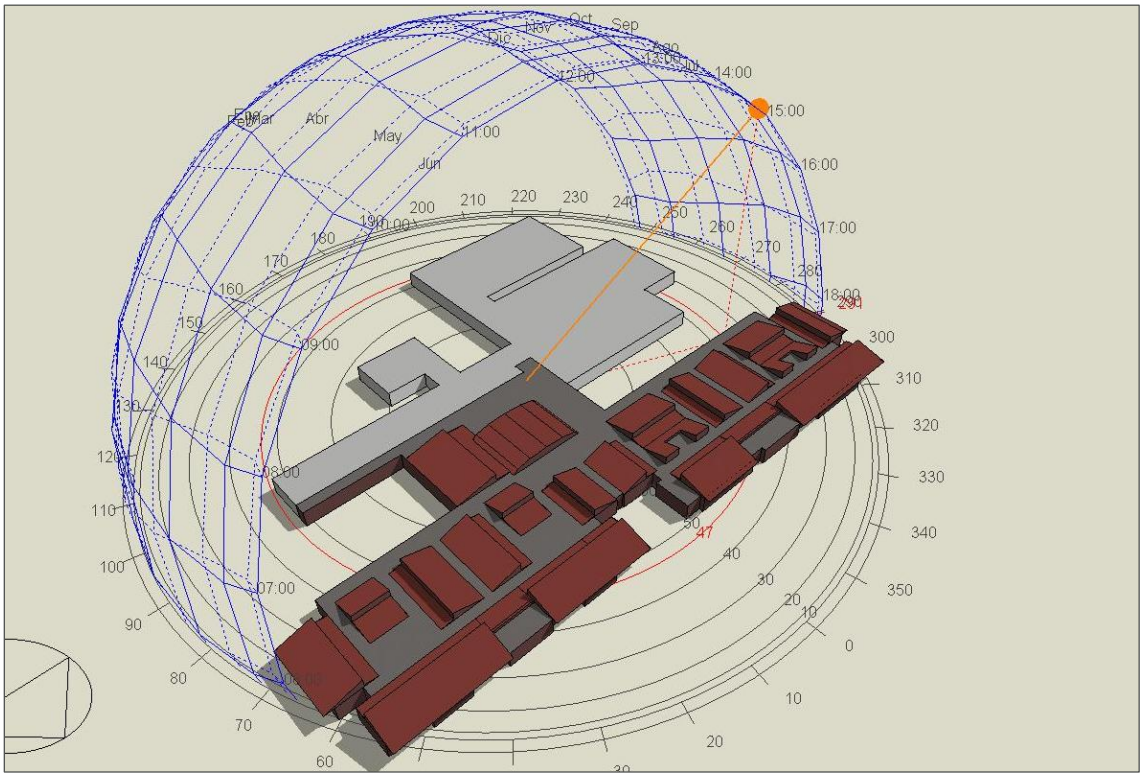


Ilustración 6. Modelo y contexto

ANÁLISIS DE SOMBRAS

Con el fin de evaluar el comportamiento de la radiación solar sobre el proyecto y la influencia de las edificaciones y elementos del entorno, se realizó un análisis de proyección de sombras mediante simulación tridimensional. El modelo del proyecto fue desarrollado considerando su morfología arquitectónica y el contexto urbano inmediato, utilizando el software DesignBuilder.

El análisis se desarrolló para cuatro fechas representativas del año: los solsticios de invierno (diciembre) y de verano (junio), así como los equinoccios de otoño (septiembre) y primavera (marzo). Adicionalmente, se evaluaron cuatro momentos del día: 8:00, 10:00, 14:00 y 16:00. Para cada una de estas fechas se analizaron las diferentes horas con el fin de identificar la evolución de las sombras a lo largo del día y determinar la disponibilidad de acceso solar sobre las fachadas y los espacios exteriores del proyecto.

Este análisis permite comprender cómo la geometría del edificio y las condiciones del entorno influyen en el auto-sombreado del proyecto, así como en las posibles obstrucciones solares generadas por el contexto urbano, aspectos relevantes para el desempeño térmico del edificio.

Tabla 9. Proyección de sombras en equinoccios y solsticios/ Fuente: elaboración propia

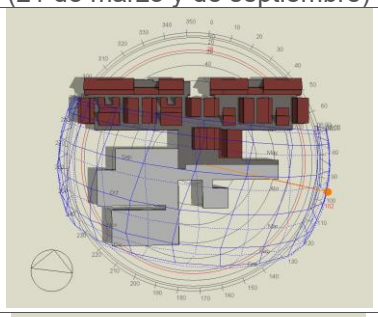
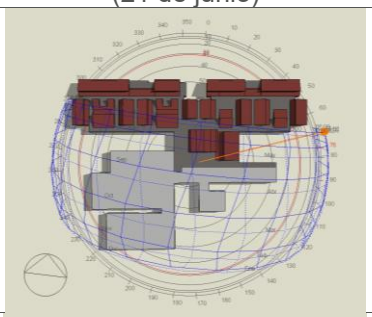
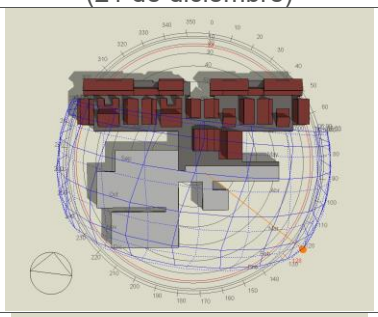
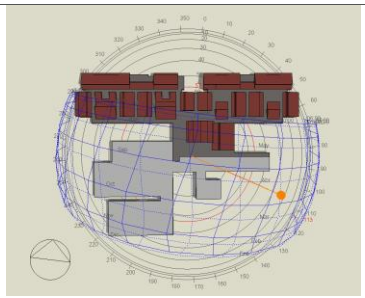
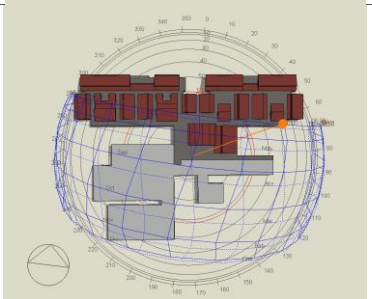
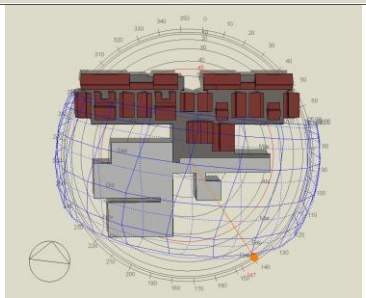
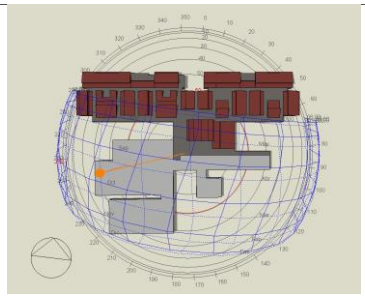
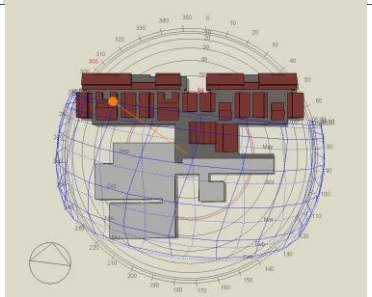
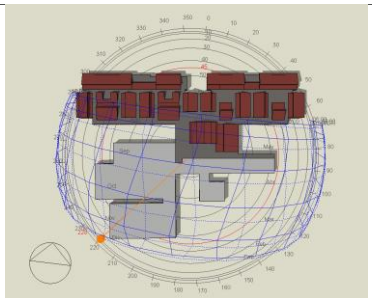
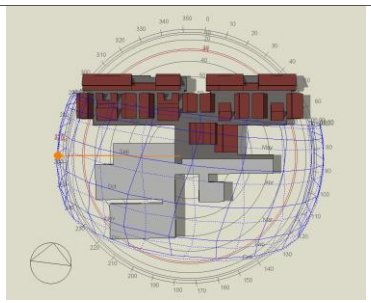
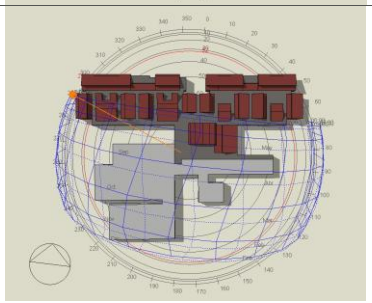
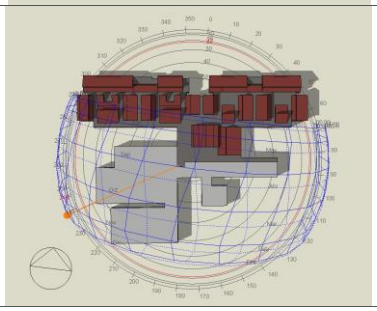
Hora	Equinoccios (21 de marzo y de septiembre)	Solsticio de verano (21 de junio)	Solsticio de invierno (21 de diciembre)
8:00			
10:00			
14:00			
16:00			

Tabla 10. Síntesis del comportamiento de sombras. / Fuente: Elaboración propia.

Aspecto evaluado	Observación
Auto-sombreado del proyecto	La morfología del proyecto genera zonas de sombra propias en determinados momentos del día, principalmente en los patios y zonas abiertas al interior del proyecto
Obstrucciones del entorno	No hay proyección de sombras importantes por edificios en el contexto

Fachadas con mayor exposición	Dada la orientación del proyecto se observa que los espacios de habitaciones tipo bipersonal, fachada oriental y occidental reciben mayor radiación solar a lo largo del año.
Periodo de mayor exposición solar	La radiación solar se concentra sobre la cubierta durante la mayor parte del día dados los ángulos de altura desde las 10 de la mañana a las 2 de la tarde.

ANÁLISIS INCIDENCIA SOLAR

Con el objetivo de evaluar el comportamiento térmico de la envolvente del proyecto, se realizó un análisis de radiación solar incidente sobre las superficies exteriores del edificio mediante simulación computacional. Este análisis permite estimar la cantidad de energía solar que recibe cada superficie a lo largo de un año, expresada en kWh/m²·año, lo cual constituye un indicador relevante para identificar posibles cargas térmicas y definir estrategias de control solar.

Los resultados se representan mediante mapas de calor que muestran la distribución espacial de la radiación sobre la envolvente. En esta representación, los colores fríos (azules) indican niveles bajos de radiación incidente, mientras que los colores cálidos (amarillos y rojos) corresponden a superficies con mayor exposición solar.

A partir de este análisis es posible identificar las orientaciones y superficies más expuestas a la radiación solar, lo que permite orientar decisiones de diseño relacionadas con estrategias de protección solar, selección de materiales, control de ganancias térmicas y optimización del confort térmico interior.

La siguiente tabla presenta un resumen de los niveles aproximados de radiación solar acumulada por orientación en el proyecto.

Tabla 11. Resumen de radiación solar por superficie. / Fuente: Elaboración propia.

Superficie	Radiación aproximada (kWh/m²·año)	Nivel de exposición	Implicaciones de diseño
Cubierta	1500-1875	Alta	Requiere estrategias de control térmico como aislamiento o materiales de alta reflectancia solar
Fachada Oriente	750 - 1125	Media – Alta	Cuenta con alta ganancia térmica
Fachada Occidental	625 - 1000	Media – Alta	Necesidad de control solar
Fachada Norte	375 - 625	Baja / Media	Menor necesidad de control solar
Fachada Sur	625 - 750	Baja / Media	Permite captación de iluminación natural con menor ganancia térmica

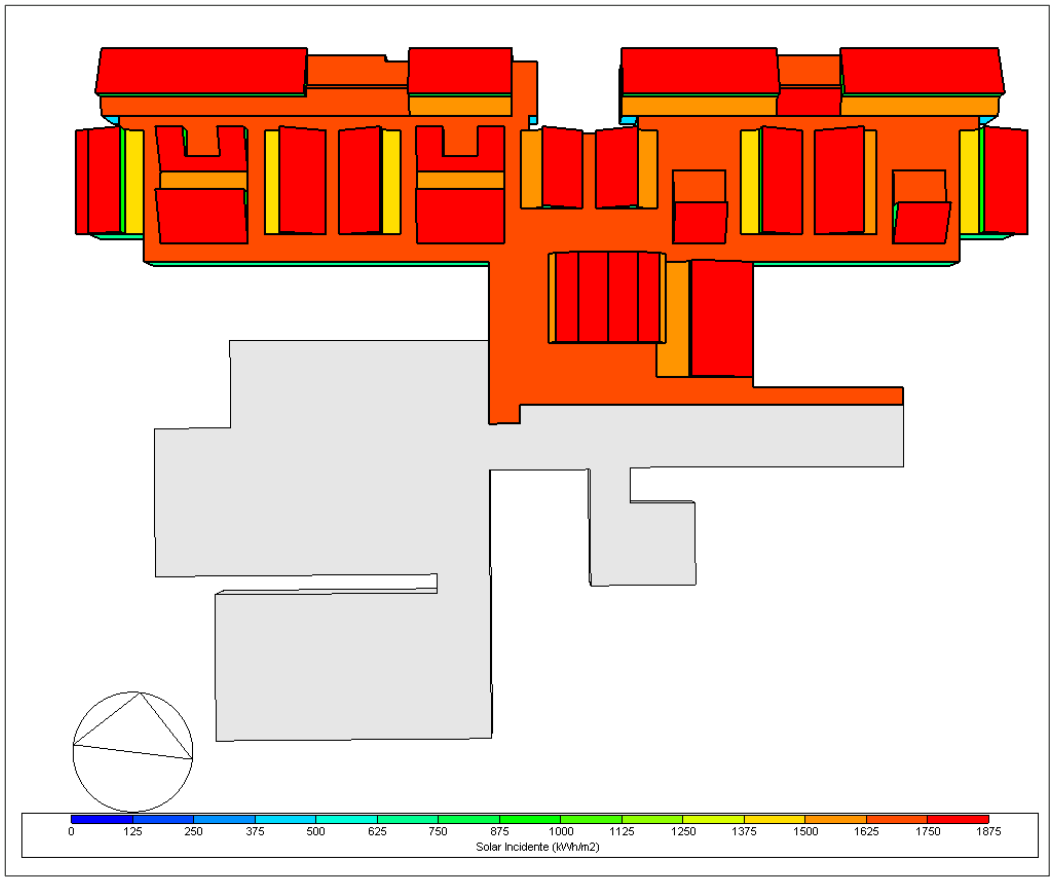


Ilustración 7. Vista en planta - Incidencia solar

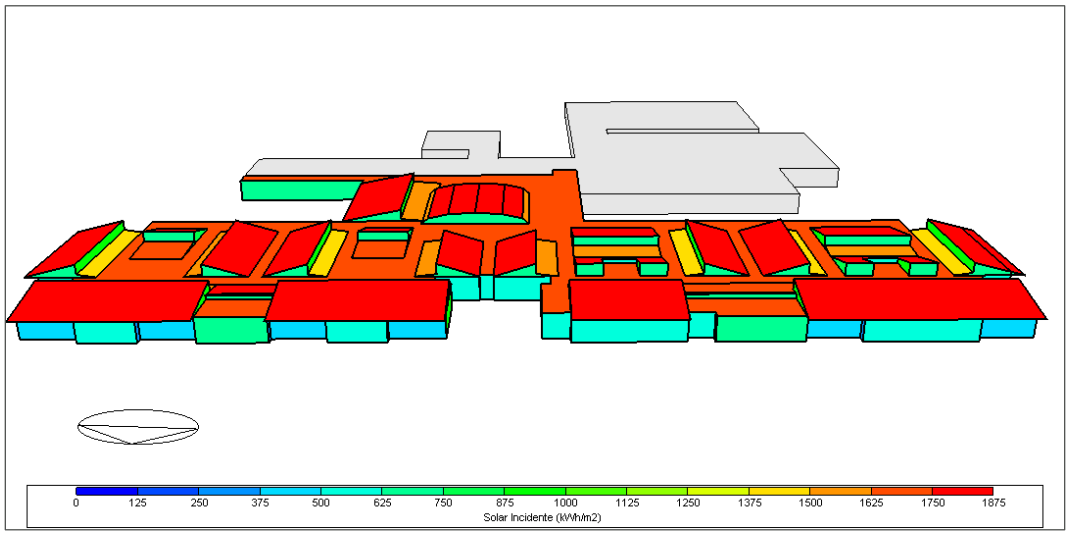


Ilustración 8. Fachada norte – Incidencia solar

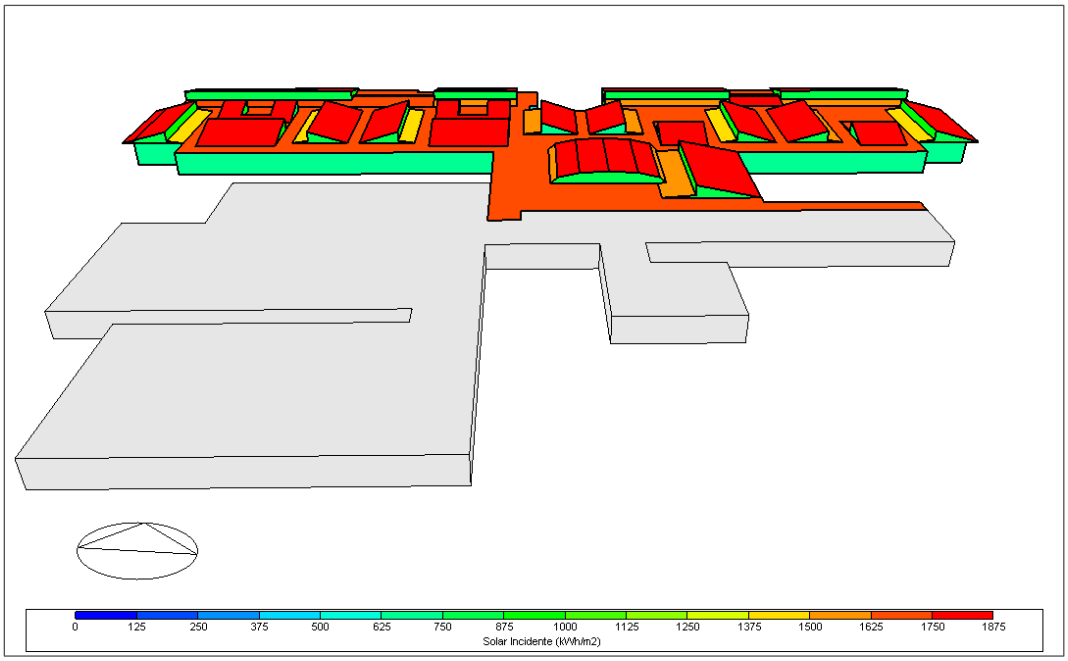


Ilustración 9. Fachada sur – Incidencia solar

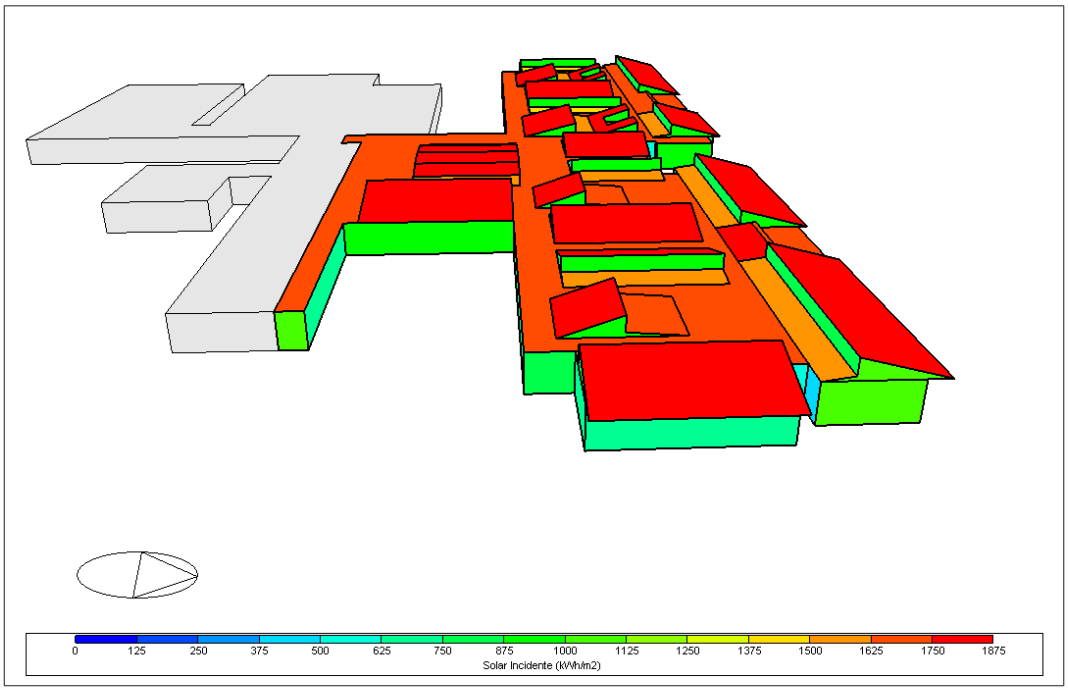


Ilustración 10. Fachadas orientales – Incidencia solar

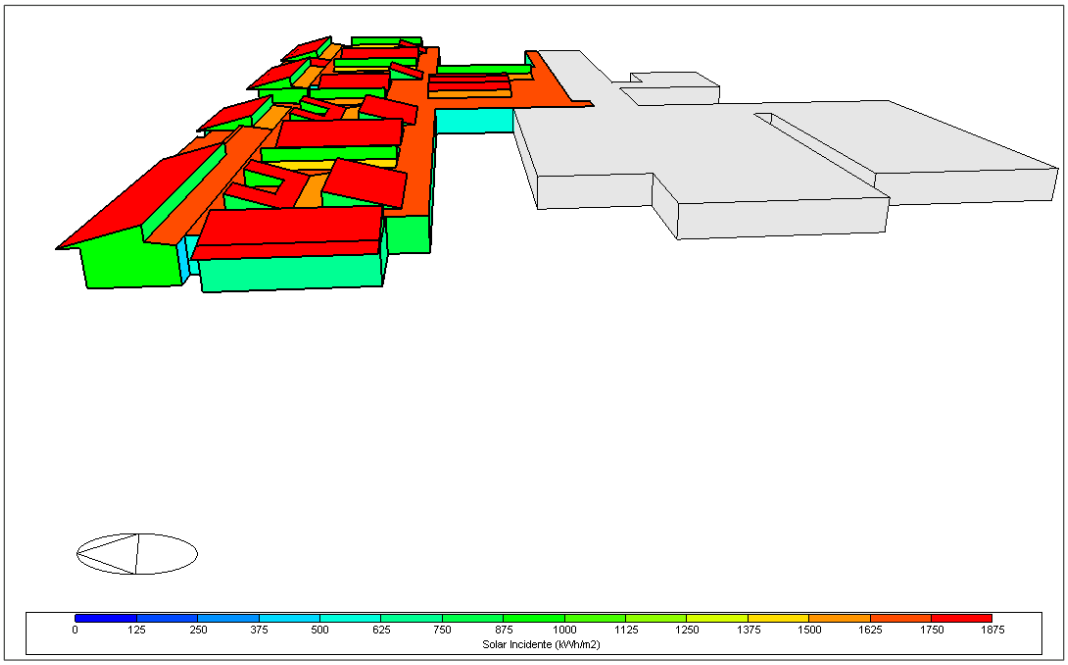


Ilustración 11. Fachadas occidentales – Incidencia solar.

ZONIFICACIÓN REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES

ZONIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

Se desarrolló una zonificación que clasifica los diferentes espacios del proyecto en diferentes categorías, según el tipo de estrategia de ventilación recomendado. La clasificación puede incluir una o más de las siguientes alternativas, con el objetivo de garantizar adecuadas condiciones de confort térmico y renovación de aire:

1. **Ventilación natural** (**verde**): Espacios que por su ubicación y uso se pueden acondicionar de forma natural.

2. **Mixto, ventilación natural + HVAC** (**naranja**): Espacios que se pueden ventilar de forma natural, pero que requieren un apoyo de HVAC.

3. **HVAC** (**azul**): Espacios donde no es posible implementar estrategias de ventilación natural y se requieren un sistema HVAC (Definido por diseñador mecánico).

4. **Definición por tercero / requerimiento especial** (**morado**): Espacios que tienen equipos y/o requerimientos especiales que deben ser definidos por un tercero.

5. **Espacios con uso no identificado** (**rojo**): Espacios en los que no se cuenta con suficiente información para ser clasificados. Se solicitará información al cliente.

A continuación, se presenta la zonificación bioclimática planteada para el proyecto.



Ilustración 12. Zonificación bioclimática piso tipo / Fuente: elaboración propia.

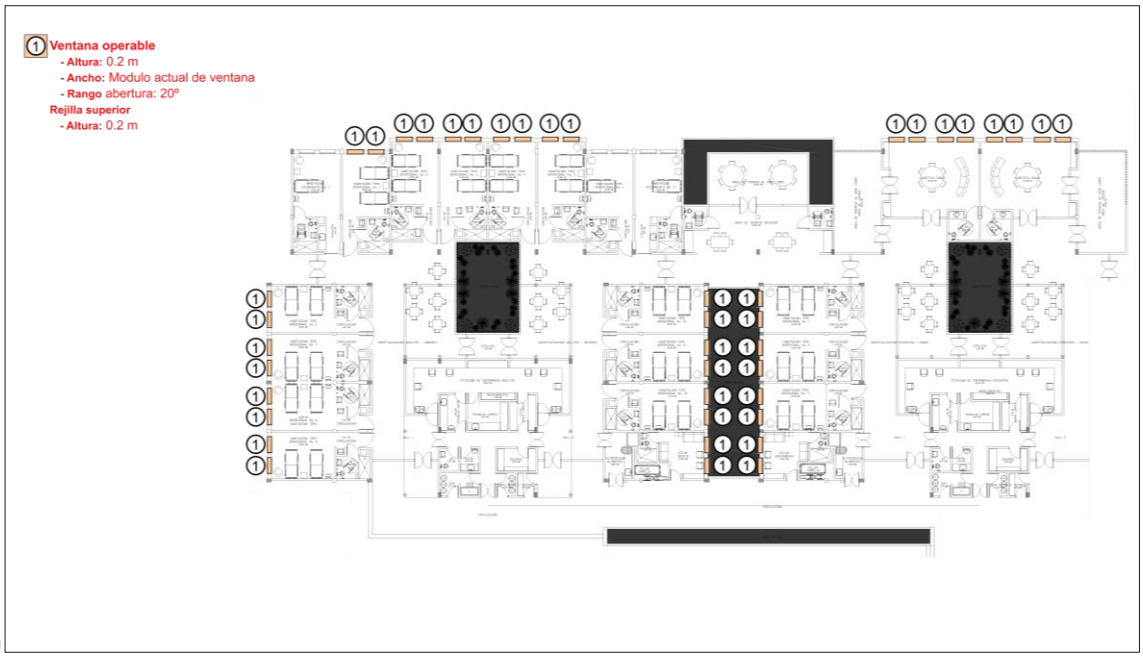
REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS

A continuación, se presentan los requerimientos obligatorios para el proyecto. Con una discriminación entre las estrategias aplicadas y las estrategias que se encuentran en proceso de implementación. Estas de identifican de la siguiente manera:

- Implementadas: texto descriptivo del requerimiento en color **negro**
- En proceso de implementación**:** texto descriptivo del requerimiento en color **rojo**

Notas generales:

- Las rejillas en fachadas (exteriores) no deben tener aberturas superiores a 2cm de diámetro.
- Las ventanas deben tener un coeficiente de descarga mínimo de 0.65, considerando una apertura estándar.
- Las rejillas deben tener un coeficiente de descarga mínimo de 0.5.
- Cuando no sea posible la ventilación natural, se debe implementar ventilación mecánica.



0

Ilustración 13. Recomendaciones bioclimáticas – Nivel 1.

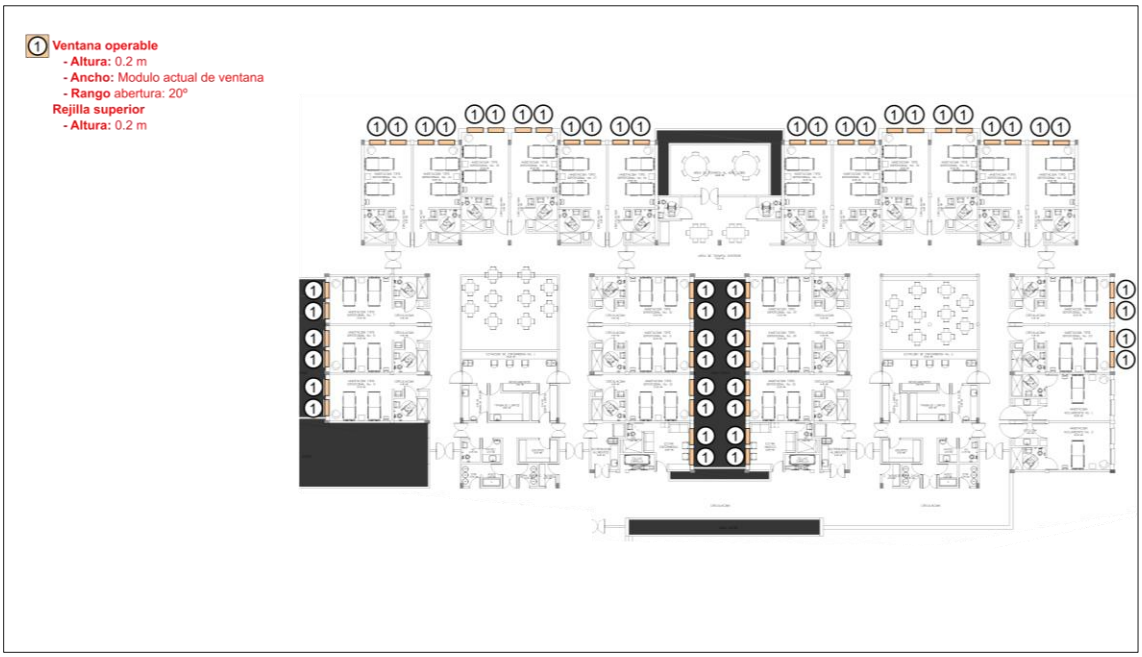


Ilustración 14. Recomendaciones bioclimáticas – Nivel 1.

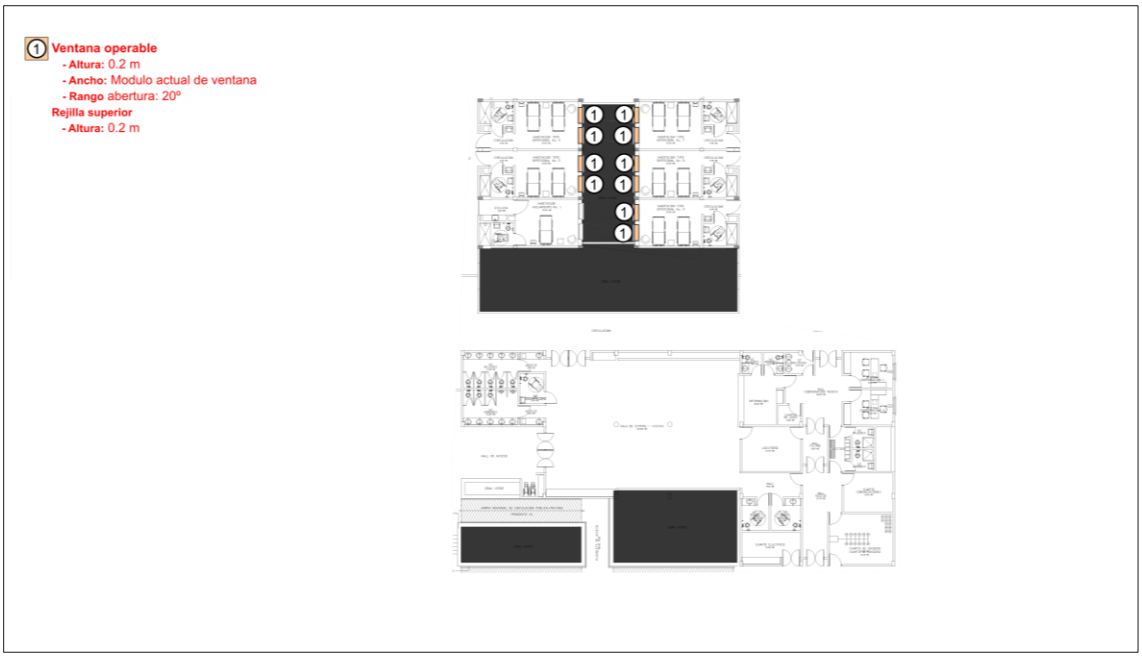


Ilustración 15. Recomendaciones bioclimáticas – Nivel 1.