Diplomatura en Sustentabilidad de los espacios para la Salud I

Conceptos y estrategias generales. Especificidad de los Edificios para la Salud

Año 2019

Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria (AADAIH)

Universidad del Gran Rosario (UGR)

International Federation of Hospital Engineering (IFHE)

Directora: Arq. Alicia Preide

Asesor Académico: Arq. Javier Sartorio

TRABAJO INTEGRADOR FINAL
ALUMNOS: FONDOSO OSSOLA, Santiago / URTENECHE, Emilia
FECHA DE ENTREGA: 05/12/19

LA SUSTENTABILIDAD EN EL SECTOR SALUD A PARTIR DE ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y OTRAS ALTERNATIVAS

CASO DE APLICACIÓN: Hospital Zonal General de Agudos “Dr. Ricardo Gutiérrez” de La Plata



ÍNDICE

Introducción……3-4

Caso de aplicación……5-8

Desarrollo

Cap. 1: El diseño bioambiental……...9-13

Cap. 2: El saneamiento energético a partir del reciclado de la envolvente edilicia……14-21

Cap. 3: Tratamiento de la luz natural…….....22-30

Cap. 4: Implementación de energías renovables……..31-37

Cap. 5: Calidad espacial en el establecimiento de salud……38-45

Conclusiones……46

Anexo de figuras y tablas ……47-62

Bibliografía……..63-64

INTRODUCCIÓN

Desde la segunda mitad del siglo XX, los cambios y procesos surgidos a partir de la creciente demanda energética han introducido el concepto de sustentabilidad en la toma de decisiones en los distintos organismos que conforman los poderes de diferentes estados.

A partir de 1950, las tendencias globales de las variables socio-económicas más significativas han tenido un crecimiento considerado. La aceleración del incremento de la población lleva aparejado el aumento del uso de energías primarias, una mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el deterioro de la capa de ozono. Por lo anteriormente mencionado y el hecho de que en 1973 se produce “la crisis del petróleo”, diferentes estados han adoptado medidas para hacer un uso consciente y responsable de los recursos sin comprometer el acceso a estos por parte de generaciones futuras.

Actualmente en nuestro país, el consumo energético del sector edilicio ocupa un lugar importante en cuanto al total de la demanda, el 33% de la energía está destinada al sector de vivienda y comercios, el 25% al transporte y el 32% a la industria (Czajkowski, 2019). Tanto en la etapa previa a la finalización de la obra como en la posterior, los edificios pueden llegar a consumir grandes cantidades de energía. La demanda que estos generan depende de las variables que hacen que un edificio se comporte como energo-intensivo, algunas de estas son: el uso, la morfología, la cantidad de metros cubiertos, el material empleado para la construcción y el entorno en el que se implanta.

Uno de los sectores que mayor impacto genera en el medio ambiente es el de salud. La Red de Hospitales Verdes expone datos que confirman la gravedad que revisten los efectos de dicho sector (Karliner y Gunther, 2011). En Inglaterra el consumo en el sector salud genera 18 millones de toneladas de CO_2 por año. En un caso de Latinoamérica, los hospitales brasileños, utilizan enormes cantidades de energía que representan más del 10% del total del consumo energético comercial del país. Asimismo, en China, el gasto del sector de la salud en construcciones supera los USD 10 millones por año; además, crece al 20% anual y consume cantidades significativas de recursos naturales.

Como respuesta a estos efectos, nuestro país desde 2007 cuenta con el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE). Este declara de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía y se establece a la eficiencia energética como una actividad permanente de mediano a largo plazo. Años más tarde, en 2015, adhirió a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), serie de lineamientos impulsados por las Naciones Unidas bajo el documento “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible”. Los objetivos globales que se plantean son erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. El presente trabajo aborda los temas que comprenden el 7° y el 11° de los ODS, “Energía Asequible y no contaminante” y “Ciudades y comunidades sostenibles” respectivamente. De forma genérica, ambos apuntan al acceso de los servicios de energía modernos, mejorar el rendimiento energético y aumentar el uso de fuentes renovables para crear comunidades más sostenibles.

En esta misma línea, se encuentra trabajando, ya desde hace varios años, el Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC), unidad ejecutora doble dependencia CONICET-UNLP, del cual formamos parte, y es en el marco de nuestras becas doctorales CONICET, que se basan en la “Evaluación de la eficiencia energética y propuestas tecnológicas constructivas para el mejoramiento de la envolvente edilicia del

sector salud" y en el "Análisis, ensayo y evaluación de estrategias energéticas alternativas para el sector salud en escenarios urbanos", que vamos a analizar el efector de salud mencionado anteriormente, en cuanto a los aspectos que se reconocen como problemáticos y/o factibles de mejorar.

Se plantea la reconversión de un efector de salud existente hacia un camino basado en el desarrollo sustentable, orientado a la eficiencia energética, al acondicionamiento pasivo a partir de la envolvente edilicia y a la utilización de energías renovables.

Los conceptos teorizados y practicados que han sido desarrollados en el marco de la sustentabilidad para edificios de salud se implementan a nivel de anteproyecto en un establecimiento existente. Se propone como caso de aplicación el Hospital Zonal General de Agudos "Dr. Ricardo Gutiérrez", de la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. El mismo pertenece al sector público y funciona bajo la coordinación del Ministerio de Salud de la Provincia.

Objetivo general:

- Desarrollar alternativas de reconversión en un edificio sanitario existente hacia modelos de aprovechamiento y racionalización de recursos, que conduzcan al desarrollo sustentable.

Objetivos específicos:

- Implementar pautas de diseño bioclimático en un edificio sanitario existente, teniendo en cuenta los factores climáticos del sitio en el cual este se encuentra implantado y las condiciones de habitabilidad y confort de los usuarios.
- Desarrollar propuestas tecnológico-constructivas para el reciclado de la envolvente edilicia, mediante el saneamiento energético, que contribuyan a mejorar la Eficiencia Energética.
- Evaluar y proponer alternativas para el aprovechamiento de Energías Renovables.

Metodología:

i. Realizar un diagnóstico del edificio sanitario existente, mediante el relevamiento del funcionamiento y el análisis del estado actual.
ii. Desarrollar estrategias y propuestas de mejora con respecto a la situación actual, para reconducir al desarrollo sustentable del edificio sanitario analizado.
iii. Evaluar las medidas implementadas, a partir del análisis y comparación de las situaciones "actual" y "propuesta".

CASO DE APLICACIÓN

HOSPITAL ZONAL GENERAL DE AGUDOS “DR. RICARDO GUTIÉRREZ”, ciudad de La Plata (región sanitaria XI), Provincia de Buenos Aires, Argentina. (Figura 1)



Figura 1. Entrada principal del Hospital

Marco histórico: El Hospital Ricardo Gutiérrez fue inaugurado el 6 de agosto de 1954, destinado a la atención de los enfermos de la Minoridad, entidad que dependía en aquel entonces del Ministerio de Salud Pública. La parte central de la estructura edilicia estaba destinada al Hospital, funcionando en las alas laterales casas de admisión de menores con causas penales.
Las graves deficiencias en su funcionamiento, con sumarios por fallas de orden moral y administrativas habían determinado su intervención en diciembre de 1955. Las casas de admisión de pacientes agudos y de tránsito no funcionaban como tales ya que estaban convertidas en casas de internación, con permanencia prolongada y hacinamiento de sus asilados, dado que el número sobrepasaba la capacidad destinada a dar albergue a la población, con sublevaciones de internados.
Debido a estos antecedentes es que se propuso en su oportunidad al Ministerio de Salud Pública, convertir el Hospital en General, a los fines de beneficiar la atención médica de una extensa barriada y la convivencia social de los menores internados. Reconociendo esta situación el Ministerio dictó la Resolución N° 00052 de fecha 31 de enero de 1956.
La apertura comunitaria del Hospital produjo la extensión de su influencia geográfica a una vasta zona que abarcó el barrio Hipódromo, Dique, Ensenada, etc. Por otra parte, la cercanía de la estación ferroviaria canalizó público desde Berazategui y estaciones intermedias.

Área de influencia: Determinada por la población de la zona o región sanitaria (XI). En la práctica el hospital ve sobrepasada su área de influencia, y ocasionalmente también recibe derivaciones de pacientes de otras regiones sanitarias y del resto del país.

Tipo: Polivalente. Como Hospital General de Agudos, se encuentra en condiciones de recibir pacientes con riesgos de sufrir diversos tipos de patologías, y está destinado al diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades de comienzo brusco y/o evolución

breve. Aunque siga siendo un hospital general, se destaca por poseer un alto perfil materno-infantil. En la actualidad, el hospital ofrece la asistencia de casi todas las especialidades médicas, tanto por la mañana como por la tarde. Algunas unidades también ofrecen Hospital de día. En 1963 se lo declaró como Hospital de Enseñanza, a los fines de realizar parte de la actividad docente de la Facultad de Ciencias Médicas de La Plata.

Subsector de pertenencia: Público. Funciona bajo la coordinación del Ministerio de Salud Provincial. Brinda asistencia a quién la demanda, tenga o no cobertura, o capacidad de pago; asume tareas que a la actividad privada no la atraen: enfermedades infecciosas, psiquiátricas, emergencias, etc. al mismo tiempo lleva adelante tareas de docencia e investigación.

Jurisdicción de dependencia: Provincial. Funciona bajo la coordinación del Ministerio de Salud Provincial.

Política operacional: Abierto las 24 horas, en el Hospital Gutiérrez trabajan 568 personas, discriminadas en: 7 becarios, 185 de carrera hospitalaria, 47 residentes y 329 bajo la Ley 10.430 (agrupa principalmente al personal de maestranza, administrativo y técnico).[1]
Con un total de 112 camas, el promedio mensual de ocupación/cama es del 75%. Las consultas mensuales ascienden a un total de 12.918, un 82% de las mismas corresponden a pacientes sin Obra Social.
Con respecto al modelo de Cuidados Progresivos de Pacientes, en el Hospital Gutiérrez se sigue trabajando con la estructura de internación por especialidades.

Tipología edilicia: Claustral. "[…] Esta tipología surge de los clásicos partidos monacales que son primeramente adaptados a cumplir la función hospitalaria en las guerras del medievo europeo. Los autores de la bibliografía consultada coinciden en que esta tipología es la menos adecuada para cumplir la función sanitaria. La principal razón esgrimida es que por la propia conformación de las salas del edificio en torno a patios cerrados impiden el correcto asoleamiento de las caras del mismo y la eficiente ventilación cruzada generando rincones umbríos que posibilitan el desarrollo de agentes patógenos. […]" (Czajkowsky, 1999)

Datos significativos de implantación y entorno: El Hospital se halla emplazado en la manzana comprendida entre las diagonales 114 y 120 y las calles 39 y 40. Tiene su acceso principal por la Diagonal 114. Si hablamos del contexto urbano, se encuentra justo en el límite del casco urbano de la ciudad de La Plata, más precisamente en el "Barrio Hipódromo", limitando con el "Barrio El Dique", Partido de Ensenada. Además, su cercanía a la Estación de Tren de La Plata atrae público desde Berazategui y estaciones intermedias (Figura 2).
Con respecto a la orientación solar, la ubicación del norte paralelo a la Diagonal 80 permite el asoleamiento de los patios que conforman la tipología claustral, así como también el de la mayor parte de las caras que conforman la envolvente exterior del Hospital. Se ven comprometidas, en cuanto al asoleamiento las caras que dan hacia la calle 40 y parte de la fachada frontal del edificio, sobre la Diagonal 114.
Los vientos predominantes provienen de las orientaciones norte y este.

[1] Datos de enero de 2003. Fuente: Dirección General de Administración. Ministerio de Salud de la Provincia.

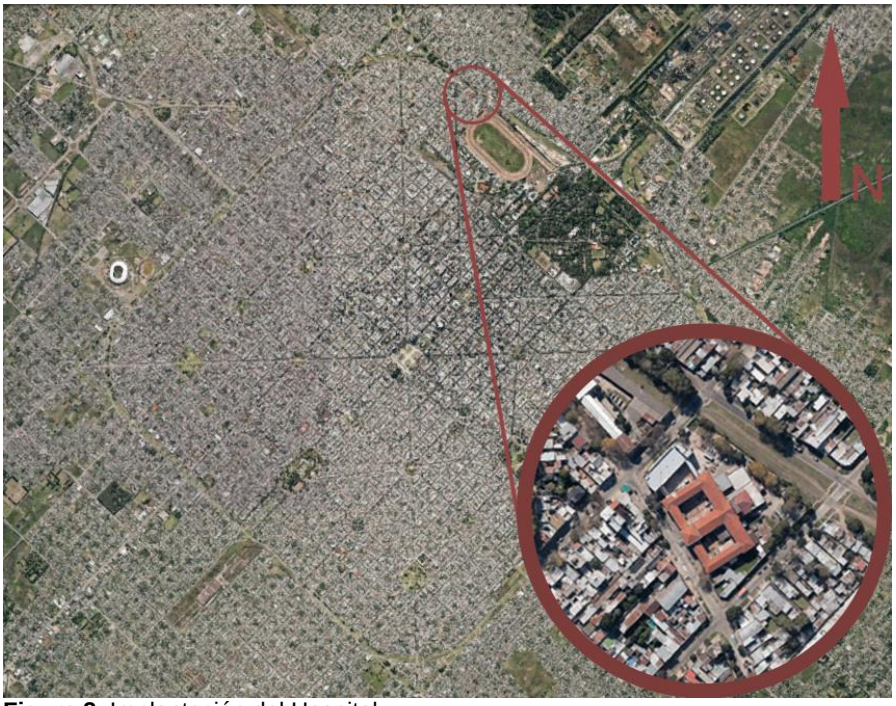


Figura 2. Implantación del Hospital.

Cantidad de camas: 112

Superficies: cubierta: 7.572 m2
Número de plantas: Planta Baja y un nivel + 2° nivel en el frente + subsuelo.
En ejecución, un nuevo servicio de Guardia y Emergencia, que se inscribe en el "Plan Integral de Guardias" llevado a cabo por el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. La obra está prevista en el sector donde hoy en día funcionan depósitos y Unidad de emergencia patológica que deberán demolerse para implantar el nuevo Edificio, en la actual Playa de estacionamiento, sobre el fondo del predio y con acceso por calle 39. Sobre la medianera que da a la calle 120 se implantara un nuevo edificio destinado a las residencias médicas. (Figuras 3 y 4)

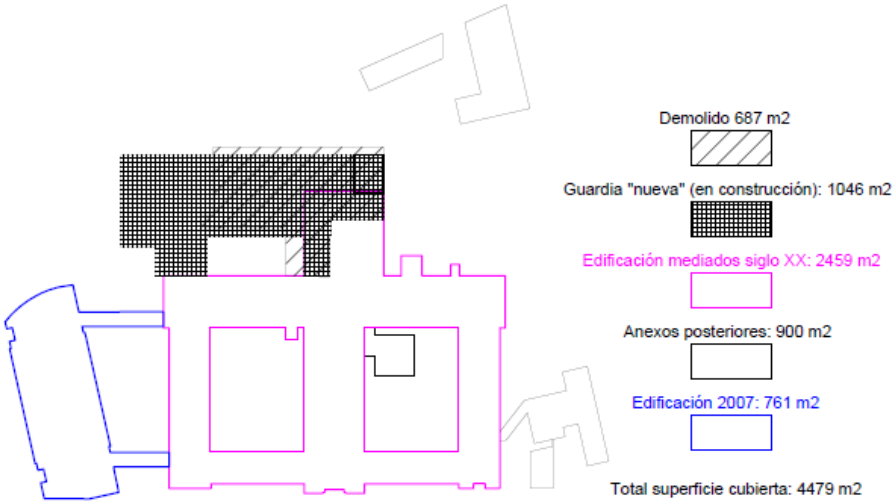


Figura 3. Superficies del Hospital.

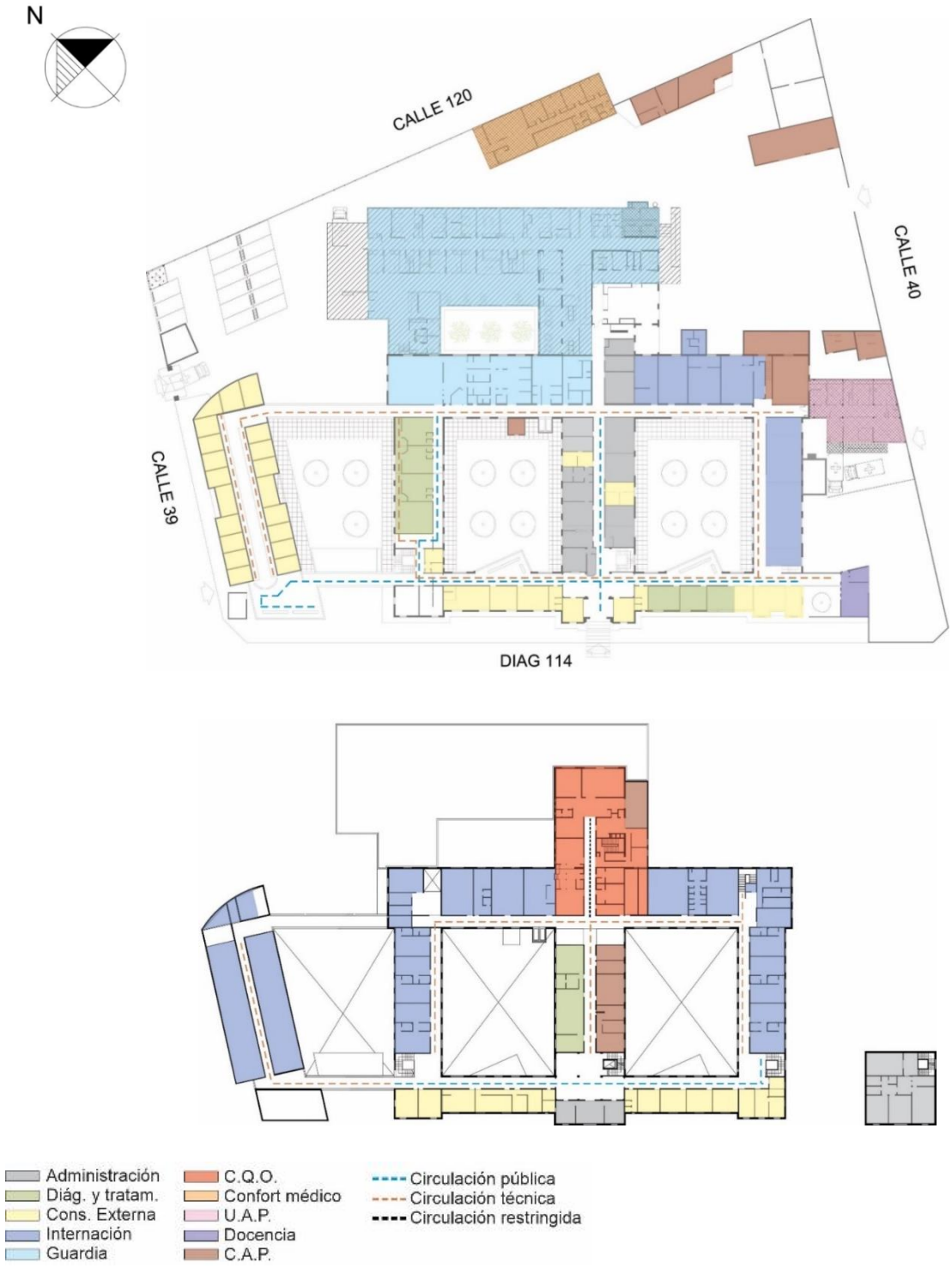


Figura 4. Planos del hospital y su división programática

CAPÍTULO 1: EL DISEÑO BIOAMBIENTAL

La **sustentabilidad** es un concepto muy amplio. En edificios se puede considerar en cuatro instancias: 1) El proyecto; 2) La construcción; 3) El Uso y 4) El fin de la vida útil. Es en la primera etapa proyectual en la cual se pueden incorporar estrategias de **diseño bioambiental**, con el objetivo de reducir el consumo de recursos y la emisión de contaminantes involucrados durante la instancia de post-ocupación del edificio. El diseño bioclimático tiene por objetivo aprovechar las condiciones del clima y el entorno para optimizar el **confort** de los usuarios en el interior de los edificios, a la vez que se reduce el consumo de energía. También se lo denomina **diseño pasivo**, confrontándolo con el concepto de diseño activo, en el cual la responsabilidad de regulación de las condiciones de habitabilidad en el interior recae en el uso de energía y medios artificiales.

Para facilitar el diseño bioclimático se constituye la **Norma IRAM 11.603** del INTI en la cual se establece la **zonificación bioambiental de Argentina**.
Para ello, se divide al país en seis zonas en base a la demanda de energía para calefacción y al disconfort en días calurosos de verano. (Figura 1)
El efector de salud seleccionado, el Hospital Zonal General de Agudos “Dr. Ricardo Gutiérrez” se sitúa en la ciudad de La Plata, Provincia de Buenos Aires, cuyas coordenadas de ubicación geográfica son 34º 52,00210 de Latitud Sud y 57º 53,99408 de Longitud Oeste y se encuentra dentro de la **Subzona IIIb de la Zona III de carácter templado cálido**.

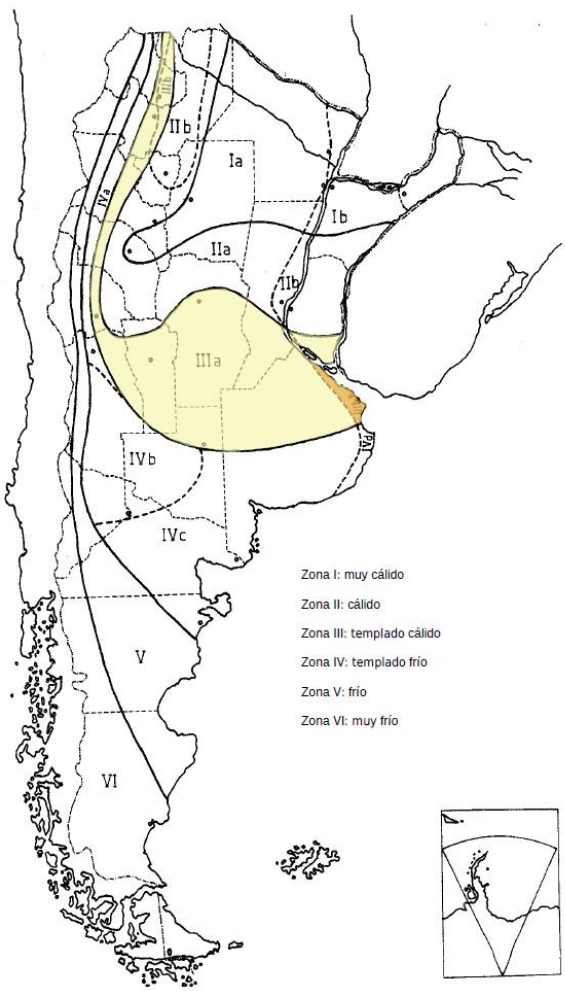


Figura 1. Zonificación bioambiental del país.

Los veranos son relativamente calurosos y presentan temperaturas medias comprendidas entre 20 °C y 26 °C, con máximas medias mayores que 30°C, sólo en la faja de extensión Este-Oeste. El invierno no es muy frío y presenta valores medios de temperatura comprendidos entre 8°C y 12°C, y valores mínimos que rara vez son menores que 0 °C.
Las presiones parciales de vapor de agua son bajas durante todo el año, con valores máximos en verano que no superan, en promedio, los 1.870 Pa. (14 mm Hg).
Amplitudes térmicas menores que 14 °C.
Características climáticas (Tabla 1):

- De invierno

ESTACIÓN	P	LAT	LONG	ASNM	TMED	TMÁX	TMÍN	TMA	TDMN	PREC	H R	HELRE	VM
LA PLATA (AERO)	BAP	-34,97	-57,90	23	11,08	15,7	6,5	-4,3	-2,5	264	83	5,1	13,0

➢ De verano

LA PLATA (AERO)	BAP	-34,97	-57,90	23	21,89	27,4	16,4	39,9	35,5	446,2	76,2	8,7	15,1
ESTACIÓN	**P**	**LAT**	**LONG**	**ASNM**	**TMED**	**TMÁX**	**TMÍN**	**TMA**	**TDMX**	**PREC**	**HR**	**HELRE**	**VM**

Referencias:
LAT: latitud.
LONG: longitud.
ASNM: Altura sobre el nivel del mar, en metros.
TMED: temperatura media, en grados Celsius.
TMÁX: temperatura máxima, en grados Celsius.
TMÍN: temperatura mínima, en grados Celsius.
TMA: temperatura mínima absoluta, en grados Celsius.
TDMN: temperatura de diseño mínima, en grados Celsius.
TDMX: temperatura de diseño máxima, en grados Celsius.
PREC: precipitaciones, en milímetros.
HR: Humedad relativa media, en por ciento.
HELRE: heliofanía relativa.
VM: velocidad media del viento en km/h.

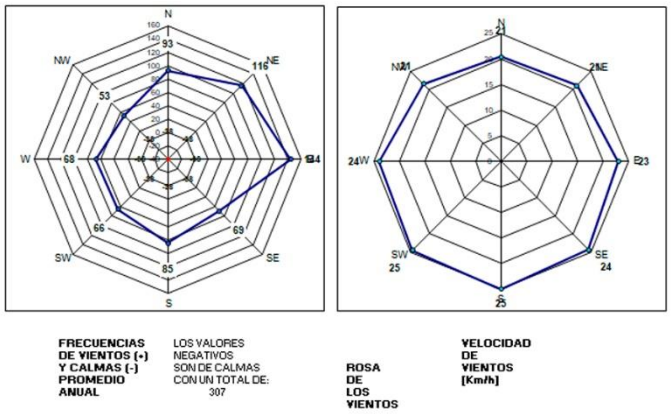


Tabla 1. Características climáticas

Según los datos climáticos, para invierno en la ciudad de La Plata, la Temperatura Mínima (TMIN) es de 6,5ºC, mientras que, para el verano, la Temperatura Máxima (TMAX) es de 27,4ºC. La amplitud térmica diaria es mucho menor que 14ºC. La Plata tiene una cantidad significativa de lluvia (PREC) durante el año, siendo las precipitaciones en verano casi el doble que en invierno. (446,2 a 264 mm respectivamente). La humedad relativa media (HR) es alta durante todo el año, aproximadamente de 80%. Las direcciones predominantes del viento son las orientaciones noreste y este.

Además de la caracterización climática, se deben tener en cuenta las condiciones de confort pretendidas en el interior del edificio para seleccionar las **estrategias de diseño bioclimático** adecuadas. Los centros de salud son edificios muy complejos en cuanto a sus estrictos y diversos requerimientos. Incluyen las áreas críticas, de alta complejidad, en las cuales es necesario un estricto confort y asepsia, temperaturas poco variables y altos niveles de filtrado de aire. En las áreas de baja complejidad, las condiciones de confort son más flexibles y las temperaturas pueden ser variables, a la vez que son aceptables bajos niveles de filtrado de aire, en relación a las áreas antes mencionadas. En los halls, circulaciones y apoyos, los límites de confort son amplios y las temperaturas varían según las condiciones externas. En los espacios intermedios y exteriores es necesario un control microclimático.

Existen actualmente diversos métodos que relacionan las variables climáticas y el confort. El objetivo es identificar estrategias de diseño y asignarles prioridad según la severidad de las condiciones de disconfort. El **diagrama de Givoni** relaciona la temperatura y la humedad relativa y define una zona de confort de verano y otra de invierno (Figura 2).

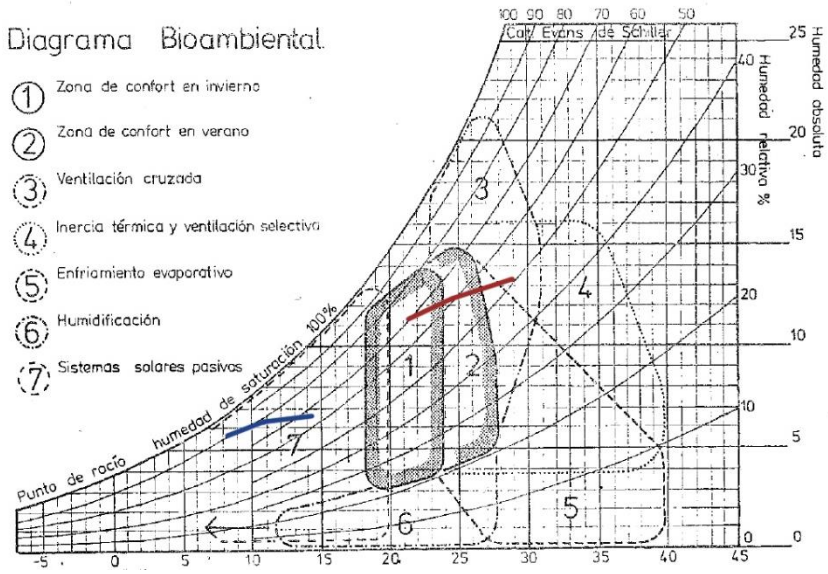


Figura 2. Diagrama de Givoni.

- En la época de invierno, se recomienda prever buena aislación térmica y captación solar del norte.

Las recomendaciones para el sector 7 del diagrama se relacionan con la utilización de **sistemas solares pasivos**:
-Aprovechamiento de la radiación solar cuando la temperatura exterior oscila entre los 10ºC y 20ºC.
-Superficies vidriadas orientadas al sol.
-Buena aislación térmica.
-Superficies reducidas en las orientaciones menos favorables y proporciones apropiadas de espacios exteriores para lograr asoleamiento invernal.
-Masa térmica en elementos constructivos interiores.

- Las recomendaciones para el verano consisten sobre todo en proteger del sol, prever espacios exteriores amplios, para favorecer la ventilación, orientando N–S.

Controlar la incidencia del sol. Se debe proporcionar protección solar total cuando la temperatura es superior a los 24ºC.
Las recomendaciones para el sector 3 del diagrama se relacionan con el recurso de la **ventilación cruzada**: Cuando las temperaturas superan el límite máximo de confort, la ventilación cruzada producirá una sensación de refrescamiento equivalente a la disminución de 2°C de temperatura. Por eso resulta un recurso especialmente valioso en climas con alta humedad relativa. El diseño de los edificios debe permitir el flujo de aire desde la fachada de barlovento a la de sotavento, a la altura de los usuarios y no a nivel del cielorraso. Por eso, los espacios exteriores deben ser amplios, evitando barreras edilicias continuas, para favorecer así una buena distribución del movimiento del aire.
Las recomendaciones para el sector 4 del diagrama se relacionan con el recurso de la inercia térmica y la **ventilación selectiva**: ésta última es un recurso para reducir la temperatura promedio en el interior de los edificios cuando los picos de temperatura superan el límite máximo de confort. Durante el día, se controla la ventilación para reducir el ingreso de aire caliente, mientras se aumenta la ventilación nocturna, aprovechando el aire más fresco para enfriar el interior.

Además, en la Norma IRAM 11.603 se establecen **recomendaciones de diseño** para cada zona bioambiental. En este caso, para la Zona Bioclimática IIIb (Templada cálida con amplitud térmica menor a 14ºC), se recomienda:
a) En las edificaciones orientadas al oeste es aconsejable prever protecciones solares adecuadas.
b) Se recomienda que las aberturas estén provistas de sistemas de protección a la radiación solar. Los colores claros exteriores son altamente recomendables.
c) La orientación óptima es la NO-N-NE-E, orientaciones que permiten obtener dos horas de asoleamiento mínimo para el 23 de junio. Los sitios con Latitud Sur de 33º a 38º deben tener su orientación respecto al Norte de 267º a 90º (Figura 3).

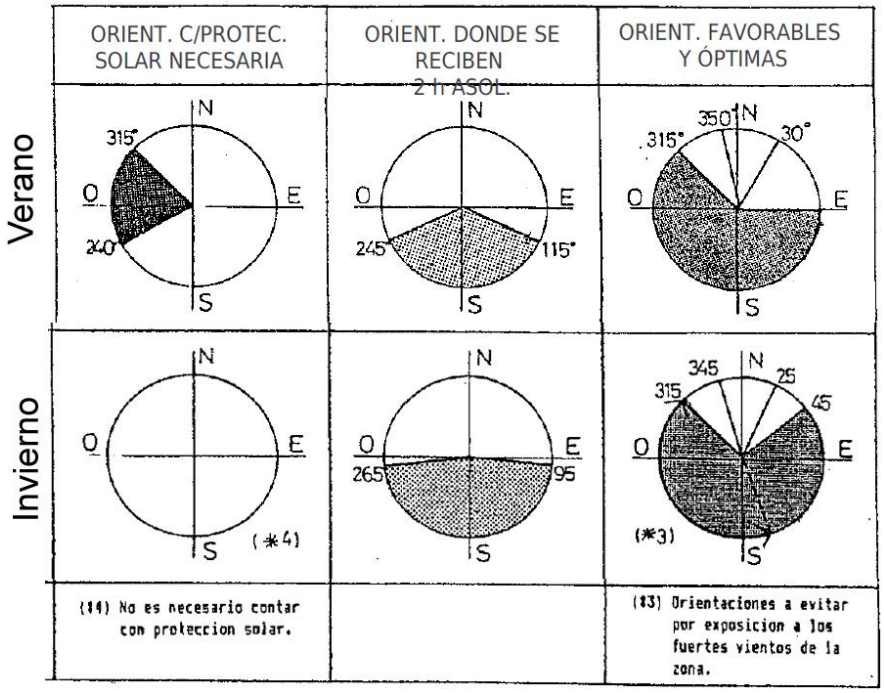


Figura 3. Orientaciones recomendadas.

La **Ley 13.059-03 y su decreto reglamentario 1030-10** de **Acondicionamiento Higrotérmico** en las viviendas construidas en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires establece las siguientes exigencias de confort:

- Invierno:
  - Cierre de ventanas y aberturas para mantener el aire en calma.
  - Determinar la temperatura mínima interior y la temperatura ambiente orientada a paredes que no tengan aislación, paredes frías u otras donde falte estanqueidad en las ventanas.
  - Mantener los niveles de humedad relativa dentro de los siguientes parámetros: > 30 % (para evitar problemas respiratorios) y < 75 % (peligro de deterioro en maderas, papel, corrosiones, etc.)
  - Controlar la condensación, solo es permitida en cocinas, baños y lavaderos, pues sus paredes están diseñadas para ello. Debe verificarse en todos los techos y en el resto de la envolvente muraria que no se produzcan intersticialmente, ni superficialmente.

- Verano:
  - En climas templados o cálidos secos, la temperatura media interior no debe exceder los 28ºC y puede llegar hasta los 30ºC sin el uso de sistemas de ventilación forzada.
  - Se evitarán las paredes calientes, deberán aislarse.
  - Debe recurrirse a la ventilación cruzada, para el refrescamiento natural.

Las exigencias mínimas que se deberán cumplir para lograr niveles de habitabilidad higrotérmica son:

- Aislación térmica (verificación de K, adecuado control de puentes térmicos).
- Que no se produzcan condensaciones (intersticiales – superficiales).
- Que las pérdidas de calor estén acotadas a un máximo según la zona (verificar los Coeficientes G de pérdidas de calor).

CAPÍTULO 2: EL SANEAMIENTO ENERGÉTICO A PARTIR DEL RECICLADO DE LA ENVOLVENTE EDILICIA

Si en el proyecto no se han aplicado estrategias de diseño bioclimático, es posible que los edificios presenten diversos problemas, entre los que podemos mencionar los de habitabilidad higrotérmica y deficiente uso de la energía. A través del **saneamiento energético**, se puede "pasivizar" el edificio en su etapa post-ocupacional. Esta estrategia tiene como objetivo rehabilitar energéticamente el edificio, es decir, mejorar su **Eficiencia Energética** e incorporar inclusive, otras alternativas, como pueden ser las **energías renovables**, para disminuir el consumo de energía y la emisión de contaminantes asociada. Eficiencia Energética significa consumir mejor y, por ende, bajar las emisiones al mínimo posible, sin afectar el confort de los usuarios (Kuchen, 2018). En los hospitales, la mayor parte del consumo de energía no se debe exclusivamente al acondicionamiento higrotérmico, sino también al equipamiento energo-intensivo que poseen los distintos servicios.

En este caso, se plantea profundizar en el Servicio de Internación Clínica (176,4 m^2) del Área Internación del Hospital debido a que a partir de estudios teóricos de requerimientos energéticos realizados por el grupo de investigación al cual pertenecemos, se determinó que una de las áreas que mayor consumo registra es el área de Internación, por contar con una superficie considerable (Martini, 2010). (Figura 1)

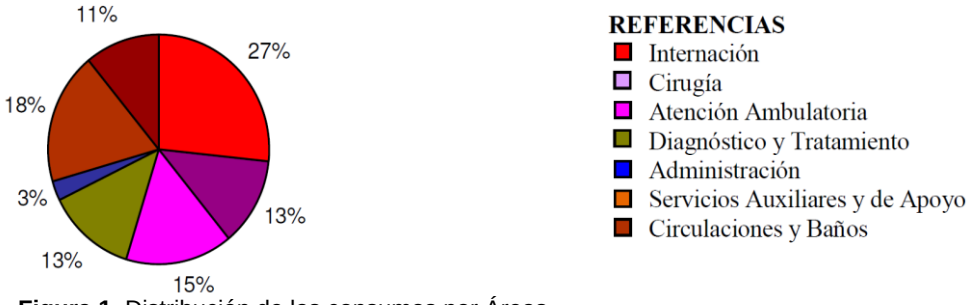


Figura 1. Distribución de los consumos por Áreas.

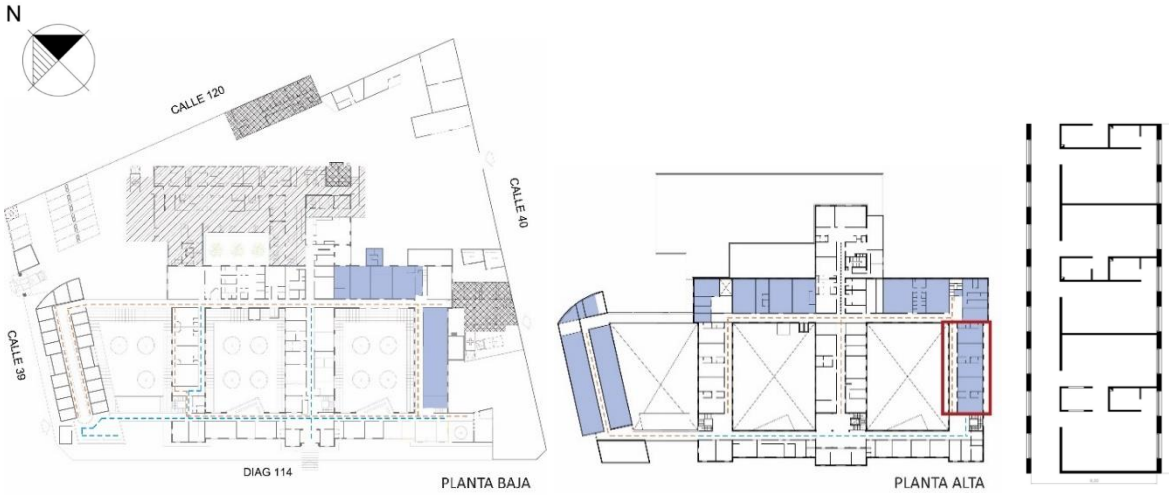


Figura 2. Servicio de Internación Clínica del Área Internación del Hospital Gutiérrez

En el Servicio de Internación Clínica (Figura 2), si bien es de baja complejidad, se deben cumplir ciertos parámetros de confort. En la Norma IRAM 11.625, se establece la temperatura interior de diseño para edificios destinados a vivienda, enseñanaza, comercio, trabajo sedentario y cultura en 18° C. Para un edificio de salud, en el área de internación, se considera como temperatura interior de diseño 24° C. El valor de la humedad relativa interior de diseño se obtiene en función de la temperatura exterior de diseño, en este caso, 66%. Las renovaciones de aire se establecen en 4 RA/h debido a los reuqerimientos del Servicio. [2]

Los resultados obtenidos muestran que en el Servicio de Internación Clínica, un 73 % del total de la demanda de energía corresponde a climatización. (Martini, 2010); (Figura 3)



Figura 3. Distribución de los consumos en el Servicio de Internación Clínica.

Debido al alto porcentaje que representan los consumos en climatización, es que se propone el mejoramiento de la **envolvente edilicia** vertical y horizontal (muros y techos) del Servicio de Internación Clínica del Área Internación. Se plantea esta estrategia a partir de entender que la envolvente edilicia tiene un rol fundamental en la regulación de las condiciones de habitabilidad y confort en el interior de los edificios. A través del saneamiento energético, es posible accionar sobre la edilicia existente, mejorando la eficiencia de la envolvente.

a. Situación actual

En primer lugar, se plantea la situación actual, es decir, las condiciones existentes, para luego proponer ciertas mejoras a partir de la misma. La envolvente vertical está constituida por muros simples de ladrillo macizo de 30 cm de espesor y cuenta con ventanas banderolas con el marco y las hojas de chapa doblada con vidrio simple. La envolvente horizontal es la cubierta inclinada de tejas con ático sin ningún tipo de aislación.

A continuación…

i. Se calculará la Resistencia térmica “R” y la Transmitancia térmica “K” para cada componente de la envolvente. Se verificará la Transmitancia térmica “K” máxima admisible en (W/m2°C) para condición de invierno y verano, igual o menor a las establecidas para los niveles A o B de la Norma IRAM 11 605.
ii. Se verificará el coeficiente G según Norma IRAM 11 604 y se calculará la carga térmica de calefacción.

[2] Fuente: LOPEZ, C.; 2011 – ‘El camino hacia las primeras recomendaciones de instalaciones termomecánicas en hospitales’ Anuario Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria (AADAIH).

iii. Se verificará el cumplimiento de la Norma IRAM 11 659 – 2 sobre ahorro de energía en refrigeración (Gref) y se calculará la carga térmica de refrigeración.

i. Cálculo de la Transmitancia térmica "K" para cada componente de la envolvente y verificación con respecto al valor admisible.

- El coeficiente de Transmitancia térmica "K" en (W/m²°C) del muro simple de ladrillo macizo de 0,3 m de espesor: **2,03** es mayor que los valores establecidos para el nivel B de la Norma IRAM 11 605, tanto para la condición de invierno como verano. Esto quiere decir que no cumple con la Norma, porque supera los valores máximos admisibles. (Ver Anexo)
- El coeficiente de Transmitancia térmica "K" en (W/m2°C) de la cubierta inclinada de tejas con ático: **2,23** es mayor que los valores establecidos para el nivel B de la Norma IRAM 11 605, tanto para la condición de invierno como verano. Esto quiere decir que no cumple con la Norma, porque supera los valores máximos admisibles. (Ver Anexo)
- En el caso de las carpinterías, ventanas banderolas con el marco y las hojas de chapa doblada con vidrio simple, el coeficiente de Transmitancia térmica "K" en (W/m²°C) es **5,82** (Según tabla D.1 de la Norma IRAM 11 604). De acuerdo con las Normas IRAM 11 507 -1-4 y sus categorías de clasificación establecidas, cuando K > 4, NO CLASIFICA.
- No se calculó el coeficiente de Transmitancia térmica "K" para el piso, ya que el sector de internación clínica considerado, se encuentra en el primer nivel del Hospital.

ii. Verificación del coeficiente G según Norma IRAM 11 604 y cálculo de la carga térmica de calefacción.

El coeficiente G_{cal} (**3,07**) es mayor que el admisible (1,39) en (W/M³K), por lo cual no se cumple con la Norma IRAM 11 604 (Ver Anexo). Luego, se calcula la carga térmica de calefacción anual: **95.037,52 kWh/año** a partir de la siguiente ecuación (1).

$$Q_C = \frac{G_{cal}\ x\ V\ x\ 24\ x\ °D}{1000}\ \ [\text{kWh/año}]\ \ (1)$$

G_{cal}: Coeficiente volúmetrico de pérdidas de calor del edificio calefaccionado	3,07	(s/DAC)
V: Volúmen calefaccionado	476,28	m^3
Tiempo de calefacción por día en horas	24	Hs.
°D: Grados días de calefacción anual	2710,5	

iii. Verificación del cumplimiento de la Norma IRAM 11 659 – 2 sobre ahorro de energía en refrigeración (Gref) y cálculo de la carga térmica de refrigeración.

El coeficiente volumétrico de refrigeración G_R (**74,22**) es mayor que el admisible $G_R$adm (16,25) en (W/M³), por lo cual no cumple con la Norma IRAM 11 659 – 2. A continuación, se detalla el cálculo de la carga térmica de refrigeración: **35.349,81 W**, mediante la siguiente ecuación (2) - (Ver Anexo).

$$Q_R = Q_c + Q_a + Q_s + Q_o\ \ [W]\ \ (2)$$

Carga térmica	W	%
Por conducción a través de la envolvente ($Q_{c)}$	9052,47	25,61
Solar (Q_s)	11212,05	31,72
Por fuentes internas ($Q_{o)}$	7704,00	21,79
Por calor sensible interno	6909,00	
Por calor latente interno	795,00	
Por ventilación aportada por el aire exterior (Q_a)	7381,30	20,88
Por calor sensible del aire exterior	4140	
Por calor latente del aire exterior	3241,30	
TOTAL (Q_R)	**35349,81**	100

Tabla 2. Síntesis de las ganancias térmicas.

A fin de obtener el consumo de energía para la climatización del Servicio de Internación clínica, se realiza la sumatoria de las cargas de térmicas de calefacción (Q_C) y de refrigeración (Q_R) mediante la Ecuación (4). Para ello, primero se convierte ésta última, expresada en **(W)** a **(kWh/año)** a través de la siguiente Ecuación (3)[3]:

$$Q_{R'} = \frac{Q_R \text{ x hs anuales}}{1000} \ [\text{kWh/año}] \quad (3)$$

$$Q_{R'} = \frac{35.349{,}81\ W \text{ x } 1328 \text{ hs anuales}}{1000} = \mathbf{46.944{,}55\ kWh/año}$$

$$C_{climatización} = Q_C + Q_{R'} \ [\text{kWh/año}] \quad (4)$$

$$C_{climatización} = 95.037{,}52 \text{ kWh/año} + 46.944{,}55 \text{ kWh/año} = \mathbf{141.982{,}07\ kWh/año}$$

En función de los resultados obtenidos, se observa que actualmente el Hospital no cumple con las condiciones de acondicionamiento higrotérmico exigibles por la Ley 13059-03 de la Provincia de Buenos Aires. (Ver anexo)

b. Situación propuesta

Se plantea entonces el reciclado de la envolvente edilicia del Servicio, a través del mejoramiento de sus condiciones de aislación y estanqueidad, de acuerdo a los valores exigidos por las Normas IRAM. Esto tiene por objetivo el mejoramiento de la Eficiencia Energética, disminuyendo el consumo de climatización (calefacción y refrigeración). Como se dijo antes, se entiende que la envolvente edilicia tiene un rol fundamental en la regulación de las condiciones de habitabilidad y confort en el interior del edificio.

Se propone para la envolvente vertical, incorporar al muro existente de ladrillo macizo de 30 cm de espesor, un sistema EIFS de aislación multicapa exterior (Figura 4). Una de las ventajas de este sistema es que, al ser colocado desde el exterior del edificio, el Hospital puede continuar con el desarrollo de las actividades casi con total normalidad. En cuanto a las carpinterías, se propone reemplazarlas por aberturas con el marco y las hojas de

[3] De acuerdo a la Norma IRAM 11 900, en Buenos Aires, el período de refrigeración inicia el 8/12 y finaliza el 28/02, es decir que tiene una duración de 83 días al año. Se considera necesaria la refrigeración a partir de las 7 hs hasta las 23 hs, es decir, 16 hs por día. Se obtienen entonces 1328 hs anuales en las que son necesarias la refrigeración.

perfilería de aluminio e incorporar doble vidriado hermético con ruptura de puente térmico. Respecto a la envolvente horizontal, se plantea incorporar a la cubierta inclinada de tejas coloniales los niveles de aislación exigidos por las Normas IRAM.



Figura 4. Sistema EIFS

A continuación, se realizarán los cálculos y verificaciones antes mencionados para evaluar las modificaciones propuestas.

i. Cálculo de la Transmitancia térmica “K” para cada componente de la envolvente y verificación con respecto al valor admisible.

- El coeficiente de Transmitancia térmica “K” en (W/m^2°C) del muro simple de ladrillo macizo de 0,3 m de espesor, al que se le incorporó un SISTEMA EIFS: **0,52** se encuentra entre los valores establecidos para los niveles A y B de la Norma IRAM 11 605, tanto para la condición de invierno como verano. Esto quiere decir que cumple con la Norma. (Ver Anexo)
- El coeficiente de Transmitancia térmica “K” en (W/m^2°C) de la cubierta inclinada de tejas con ático, a la que se incorporó aislación térmica: **0,40** se encuentra entre los valores establecidos para los niveles A y B de la Norma IRAM 11 605, tanto para la condición de invierno como verano. Esto quiere decir que cumple con la Norma. (Ver Anexo)
- En el caso de las carpinterías, se propone reemplazarlas por ventanas de abrir con el marco y las hojas de perfilería de aluminio con Doble Vidriado Hermético DVH (6-12-6 mm) y ruptura de puente térmico. El coeficiente de Transmitancia térmica “K” en (W/m2°C) es **2,82** (Según tabla de la Norma IRAM 11 507 -1). De acuerdo con las Normas IRAM 11 507 -1-4 y sus categorías de clasificación establecidas, estas carpinterías están dentro de la categoría de aislación” K4”: 2,0 < K < 3,0.

ii. Verificación del coeficiente G según Norma IRAM 11 604 y cálculo de la carga térmica de calefacción.

Con las mejoras propuestas, el valor de G_{cal} (**1,88**) disminuyó considerablemente con respecto a la situación actual (3,07) aunque de igual manera, se supera el admisible (1,39) en (W/M^{3}K), por lo cual no se cumple con la Norma IRAM 11 604 (Ver Anexo). Respecto a esto, al no verificar la Norma, ya que solo las pérdidas volumétricas por infiltración de aire superan las pérdidas volumétricas globales admisibles, se evidencia la inconsistencia de la Norma IRAM 11 604 en el sector salud. Luego se calcula la carga térmica de calefacción anual para la situación propuesta: **58.155,16 kWh/año**, mediante la siguiente ecuación (1):

$$Q_C = \frac{G_{cal}\ x\ V\ x\ 24\ x\ °D}{1000}\ \text{[kWh/año]}\ (1)$$

G_{cal}: Coeficiente volúmetrico de pérdidas de calor del edificio calefaccionado	1,88	(con DAC)
V: Volúmen calefaccionado	476,28	m^3
Tiempo de calefacción por día en horas	24	Hs.
°D: Grados días de calefacción anual	2710,5	

iii. Verificación del cumplimiento de la Norma IRAM 11 659 – 2 sobre ahorro de energía en refrigeración (Gref) y cálculo de la carga térmica de refrigeración.

El coeficiente volumétrico de refrigeración G_R (**52,19**) es mayor que el admisible $G_R$adm (16,25) en (W/M3), pero se ha reducido considerablemente gracias a las mejoras propuestas a partir de la situación actual (G_R: 74,40). Como se dijo anteriormente, al no verificar la Norma IRAM 11 604, se evidencia la inconsistencia de la misma en el sector salud. A continuación, se detalla el cálculo de la carga térmica de refrigeración: **24.857,79 W**, mediante la siguiente ecuación (2) - (Ver Anexo).

$$Q_{\mathrm{R}} = Q_{\mathrm{c}} + Q_{\mathrm{a}} + Q_{\mathrm{s}} + Q_{\mathrm{o}}\quad \text{[W]}\quad (2)$$

Carga térmica	W	%
Por conducción a través de la envolvente ($Q_{c)}$	2573,74	10,35
Solar (Q_s)	7902,57	31,79
Por fuentes internas ($Q_{o)}$	7000,18	28,16
Por calor sensible interno	6205,18	
Por calor latente interno	795,00	
Por ventilación aportada por el aire exterior (Q_a)	7381,30	29,69
Por calor sensible del aire exterior	4140	
Por calor latente del aire exterior	3241,30	
TOTAL (Q_R)	**24857,79**	100

Tabla 3. Síntesis de las ganancias térmicas.

A fin de obtener el consumo de energía para la climatización del Servicio de Internación clínica, se realiza la sumatoria de las cargas de térmicas de calefacción (Q_C) y de refrigeración (Q_R) mediante la Ecuación (4). Para ello, primero se convierte ésta última, expresada en **(W)** a **(kWh/año)** a través de la siguiente Ecuación (3)[4]:

$$\mathrm{Q_{R'}} = \frac{\mathrm{Q_R\ x\ hs\ anuales}}{1000}\ \text{[kWh/año]}\quad (3)$$

$$\mathrm{Q_{R'}} = \frac{24.857{,}79\ W\ \mathrm{x}\ 1328\ \text{hs anuales}}{1000} = \mathbf{33.011{,}15\ kWh/año}$$

$$C_{climatización} = Q_C + Q_{R'}\ \text{[kWh/año]}\quad (4)$$

$$C_{climatización} = 58.155{,}16\ \text{kWh/año} + 33.011{,}15\ \text{kWh/año} = \mathbf{91.166{,}31\ kWh/año}$$

[4] De acuerdo a la Norma IRAM 11 900, en Buenos Aires, el período de refrigeración inicia el 8/12 y finaliza el 28/02, es decir que tiene una duración de 83 días al año. Se considera necesaria la refrigeración a partir de las 7 hs hasta las 23 hs, es decir, 16 hs por día. Se obtienen entonces 1328 hs anuales en las que son necesarias la refrigeración.

En función de los resultados obtenidos, se observa que las mejoras propuestas a la envolvente permiten mejorar las condiciones higrotérmicas del Servicio, pero aun así no se cumplen con la totalidad de los parámetros exigibles por la Ley 13059-03 de la Provincia de Buenos Aires. (Ver Anexo) Esto es así, porque como se dijo anteriormente, las normas IRAM mencionadas no contemplan los diversos requerimientos del sector salud.

También se analizó la posibilidad de incorporar un **sistema de fachada ventilada**. Este se caracteriza por utilizar una cámara de aire ventilada aislada con lana de vidrio como material aislante termoacústico, por ejemplo, que cubre en forma completa la envolvente vertical opaca del edificio.



Figura 5. Sistema de fachada ventilada.

c. Resultados

Luego de proponer alternativas de Eficiencia Energética y tecnológicas constructivas para el reciclado de la envolvente edilicia del Servicio de Internación Clínica, a partir de técnicas apropiadas de "diseño pasivo", se comparará el consumo energético en climatización (calefacción y refrigeración) del Servicio en la situación actual y en la propuesta (Figura 6). Esto tiene por objetivo obtener el porcentaje de ahorro energético que traerá aparejado la disminución de los gastos correspondientes y las emisiones asociadas.

- Consumo energético de climatización en la **situación actual**: $\mathbf{141.982,07\ kWh/año}$

- Consumo energético de climatización en la **situación propuesta**: $\mathbf{91.166,31\ kWh/año}$

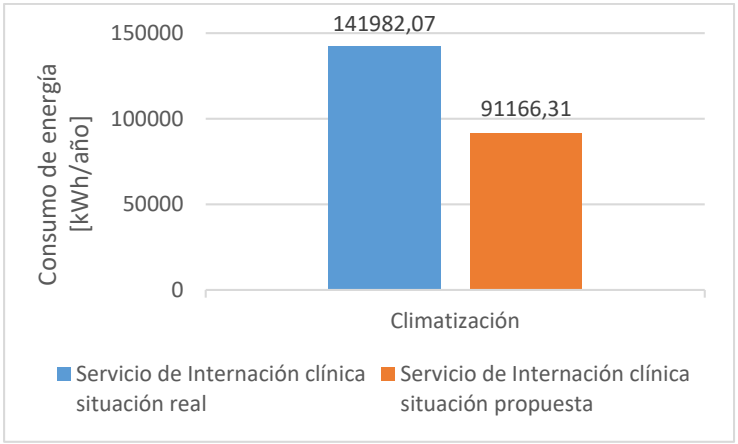


Figura 6. Consumo de energía en el Servicio de Internación clínica en la situación actual y en la propuesta.

Entonces, como se puede observar en la Figura (7), a partir del mejoramiento de la envolvente edilicia del Servicio es posible obtener un ahorro del 36% del consumo de climatización del mismo. Como se mencionó al comienzo de este capítulo, el consumo de climatización es la variable que tiene mayor peso en el consumo energético final del Servicio (Figura 3).

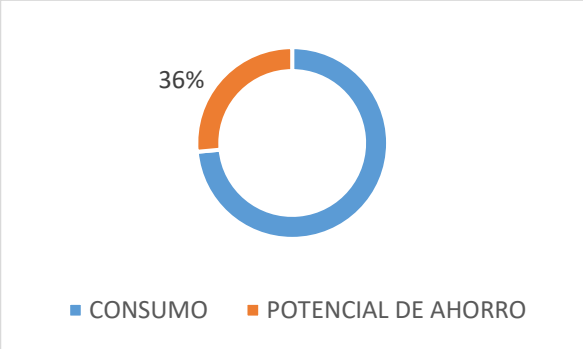


Figura 7. Potencial de ahorro energético en el Servicio de Internación clínica.

CAPÍTULO 3. TRATAMIENTO DE LA LUZ NATURAL.

El asoleamiento es un factor que influye en el comportamiento de un edificio, aporta distintas formas de energía y debe ser aprovechada cuando esta sea requerida. Se abordará la situación actual y una propuesta para la protección solar y aprovechamiento de iluminación natural en un sector de internación del efector de salud Hospital Zonal General de Agudos “Dr. Ricardo Gutiérrez” (ver figura 1).

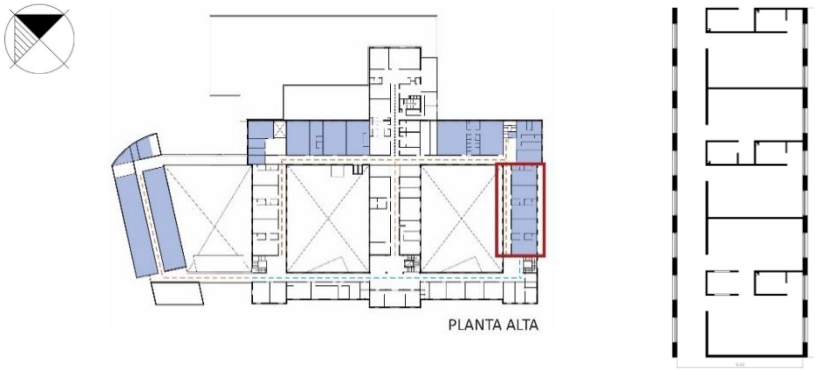


Figura 1. Planta del Servicio de Internación clínica.

Como ya se ha expresado anteriormente, el edificio en estudio se ha concebido de manera fragmentada a lo largo de su historia. El primer edificio en construirse presenta una tipología claustral, ofreciendo una misma respuesta en todas sus caras ante los distintos factores ambientales. El hecho de adoptar una tipología clásica surgida en los 0antiguos partidos monacales obliga al edificio a adoptar una homogeneidad en todos los componentes de las fachadas.

Frente a lo anteriormente expuesto se manifiesta que el edificio no responde adecuadamente desde el punto de vista del diseño bioclimático. Uno de los factores que determina las condiciones de la envolvente del edificio es la respuesta que se debe ofrecer a la influencia del sol. A continuación, se pondrá en evidencia los efectos que causa el asoleamiento en los distintos períodos y los efectos que genera en la situación actual y en una propuesta.

a. Situación actual

En el área de estudio se tiene que, en el espacio de circulación, que funciona también como “sala de espera”, se orienta al Noroeste. Esta fachada necesita de una protección solar para evitar el ingreso de luz natural en los períodos estivales, ya que es en esta orientación donde incide la radiación solar directa y se concentra la mayor temperatura en el día. En cambio, en la fachada Sureste, que es la que pertenece a las habitaciones, carece de iluminación natural, por lo que deben emplearse recursos para su mayor aprovechamiento.

Mediante la utilización de la carta solar con latitud correspondiente al sitio (34.89° Sur) se observa cómo influye la radiación solar sobre las aberturas del sector a intervenir (ver figura 2), y, mediante datos históricos meteorológicos, se detectan los períodos donde se superan los 24°C (ver tabla 1). En estos momentos se considera innecesario el ingreso de luz natural, ya que la energía aportada por radiación directa aumentaría los niveles de temperatura, produciendo disconfort en el usuario.

HORAS	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	Promedio
ENE	22	21	21	22	25	28	29	28	26	24	23	23	24,4
FEB	21	21	20	21	24	26	27	27	25	23	22	22	23,4
MAR	19	19	18	19	22	24	25	25	23	21	20	20	21,2
ABR	16	16	15	16	18	21	22	21	20	18	17	17	18,1
MAY	13	12	12	12	15	17	18	18	16	14	14	13	14,5
JUN	9,4	8,9	8,6	9,1	12	14	15	14	13	11	10	9,8	11,2
JUL	9,1	8,6	8,3	8,8	11	13	14	14	12	11	10	9,5	10,8
AGO	11	10	9,8	10	13	15	16	16	14	13	12	11	12,5
SEPT	12	11	11	11	14	17	18	17	15	14	13	12	13,7
OCT	15	14	14	15	17	20	21	21	19	17	16	15	17,1
NOV	18	17	17	17	20	23	24	24	22	20	19	18	19,9
DIC	20	20	19	20	23	26	27	26	24	23	22	21	22,5

Tabla 1. Datos históricos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires**.**
Fuente: *Datos climáticos de la estación meteorológica de Buenos Aires.*

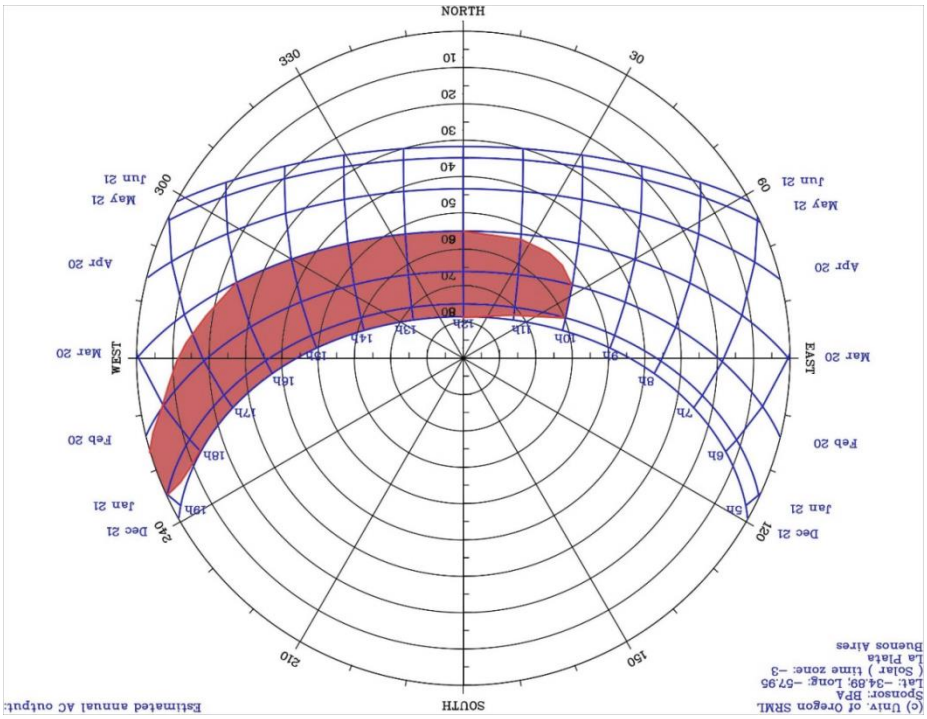
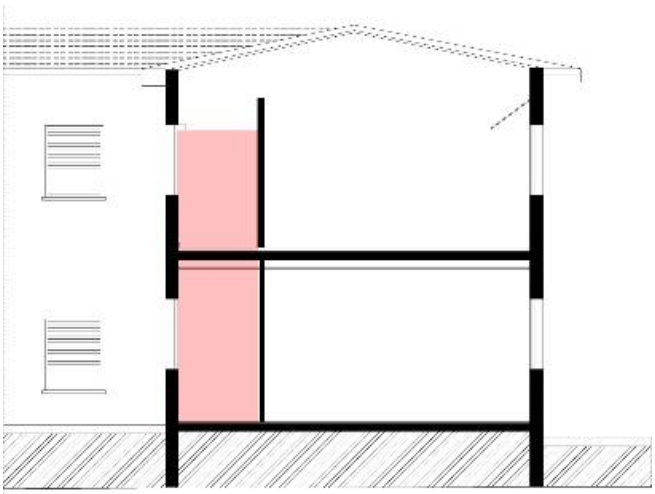


Figura 2. Carta solar con períodos discriminados.
Fuente: http://solardat.uoregon.edu/PolarSunChartProgram.php

- Fachada Noroeste (ver Figura 5):

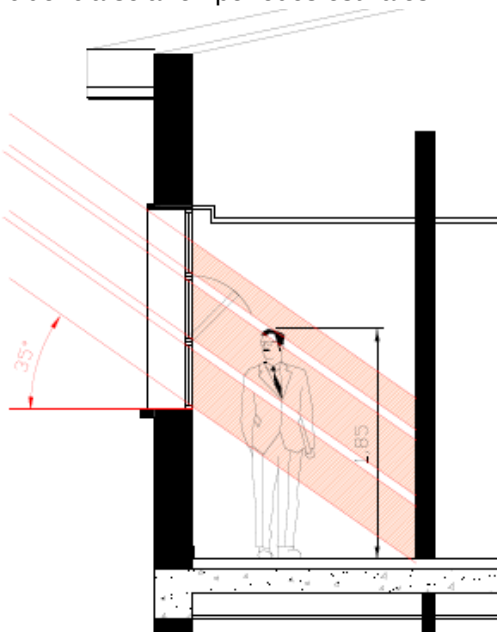
Este espacio corresponde a la circulación de uno de los volúmenes del claustro, allí se ubican sillas para las personas que deben esperar el llamado para ser atendidos.

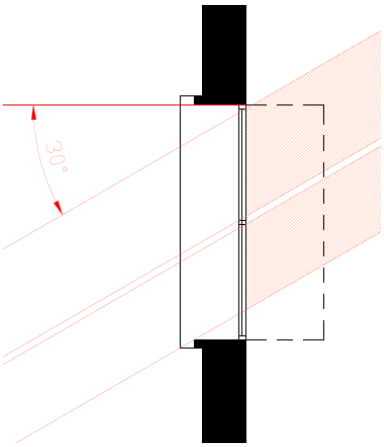
Actualmente, el Hospital, cuenta con ventanas con marco y hoja de chapa doblada tipo “banderola”, con vidrio simple (ver Figura 3). En algunos casos las hojas superiores poseen un tratamiento que incorpora color en su masa, hecho que colabora en la reducción del factor solar. Sin embargo, este recurso no es suficiente para el control de la luz solar directa.





Incidencia solar en períodos estivales:





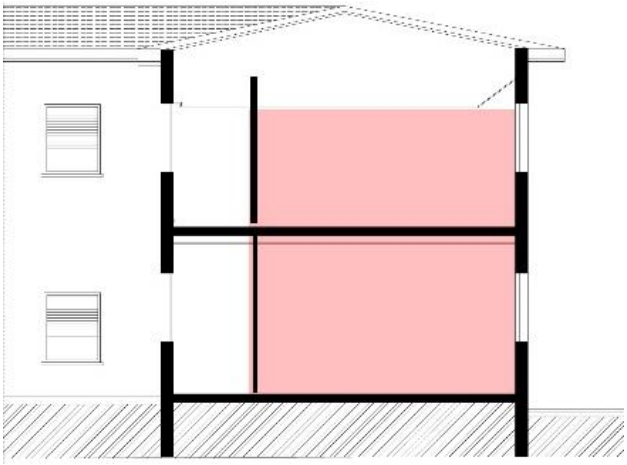
Corte. Planta.

Figura 3. Sector Noroeste.

- Fachada Sureste (ver Figura 5):

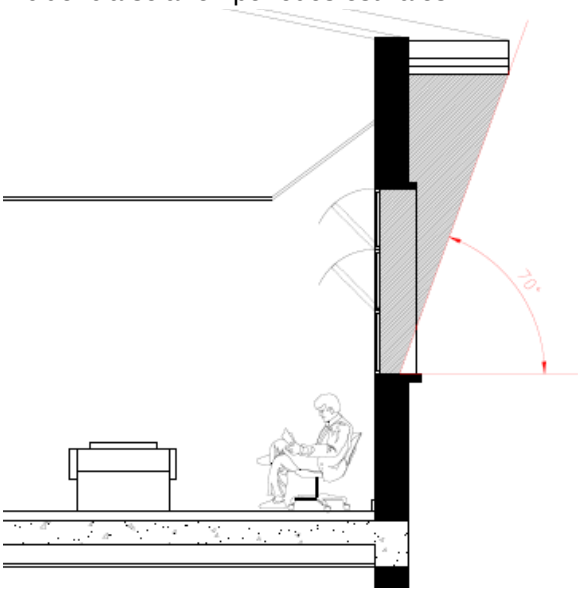
El espacio a intervenir corresponde a las habitaciones, estas albergan 3 camas y poseen baño y ante baño.

Las aberturas y su disposición son de la misma manera que en la fachada Noroeste (ver Figura 4). Estas deben reunir los recursos para colaborar a la iluminación del espacio interior y de protección solar en caso necesario.

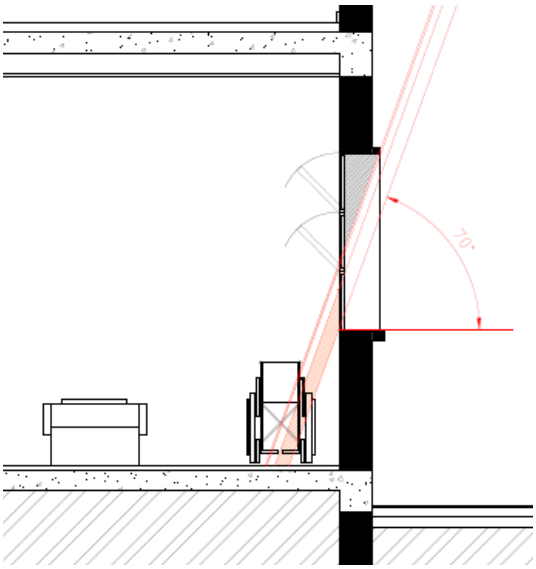




Incidencia solar en períodos estivales



Corte Planta alta.



Corte Planta baja.

Figura 4. Sector Sureste

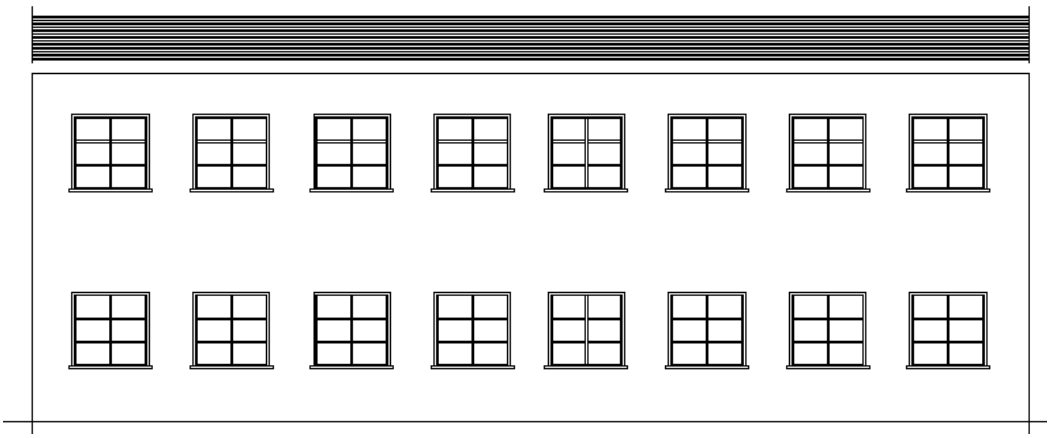


Figura 5. Fachada Noroeste y Sureste.

b. Situación propuesta

Se propone a continuación las alternativas para el tratamiento de luz natural para ambas fachadas. Se opta por la implementación de sistemas pasivos capaces de regular el ingreso de luz, ya sea para el aprovechamiento o para la protección de la misma.

- Fachada Noroeste (ver Figura 7):

Se opta por la incorporación de aleros como medio para protección solar. Se los pre-dimensiona superponiendo el transportador sobre la carta solar (ver Figura 6), con las horas discriminadas, en la dirección que se encuentre orientada la abertura. Para la fachada Noroeste, se obtienen los ángulos para la disposición de elementos verticales **(30°)** y horizontales **(35°)**. Se observa que, en un momento de la tarde, en febrero, el sistema no proporcionará una protección total.

Se incluye la implementación de parasoles horizontales tipo “BORA” (ver Figura 7) y postigos verticales. Se opta por la implementación de este último recurso porque además de evitar la incidencia solar permite colaborar con la aislación térmica. Estos parasoles se conforman por lamas metálicas huecas con diseño aerodinámico. Cada una de ellas mide 20cm de largo y 7,5cm de alto. Se instalan ortogonalmente sobre una estructura secundaria ubicada en los límites de cada vano. Los postigos propuestos en cada vano son de aluminio, dos de 0,60m por 1,56m y uno de 0,40m por 1,56m.

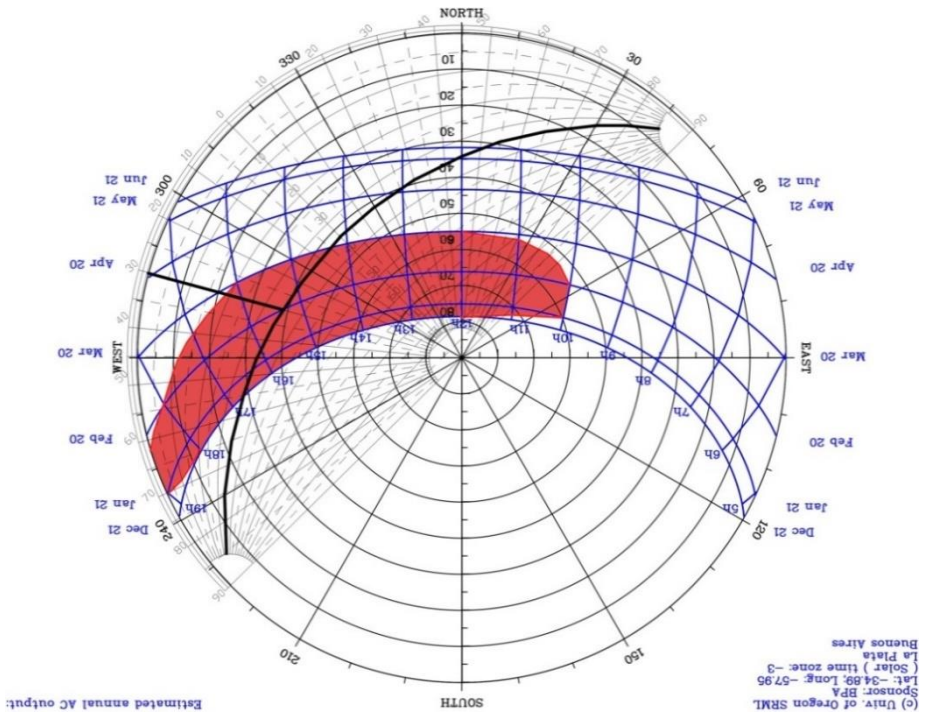
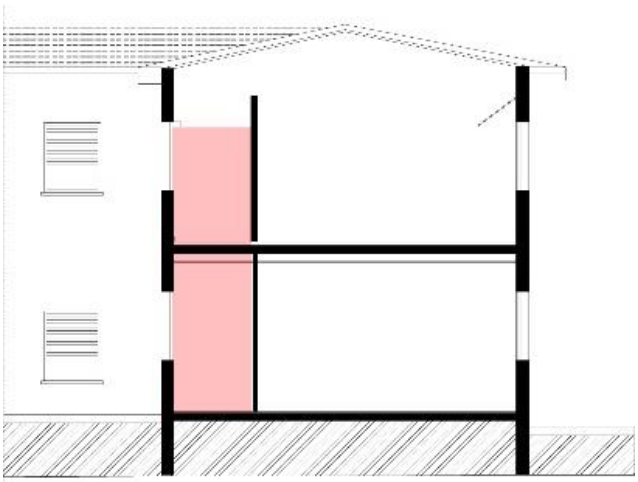
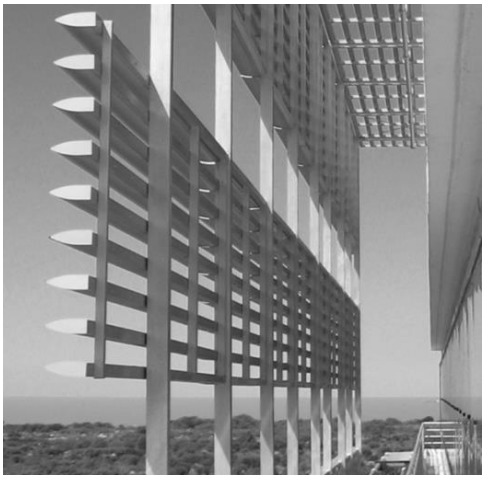
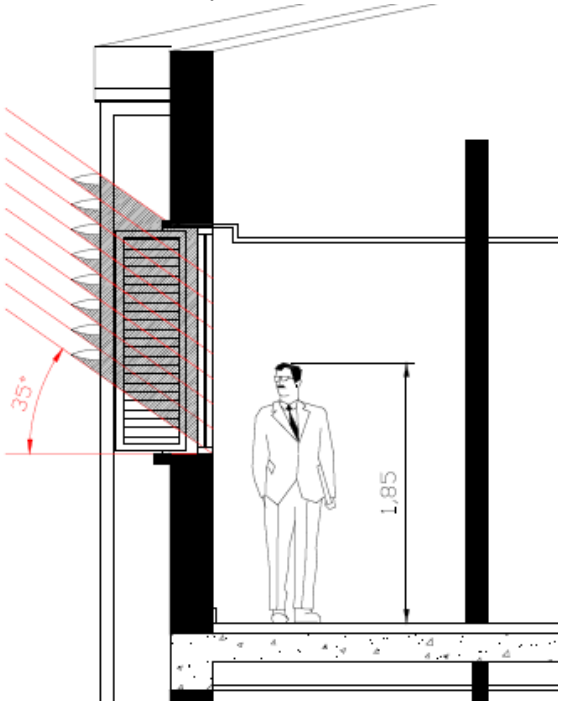


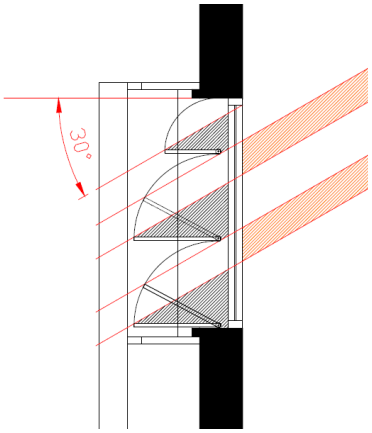
Figura 6. Transportador orientado al Noroeste, sobre carta solar.





Incidencia solar en períodos estivales:





Corte. Planta.



Figura 7. Sector Noroeste Fachada

- Fachada Sureste:

Para este caso se verifica que existe un período de una hora aproximadamente (10hs. a 11hs.) en el mes de enero donde la temperatura excede los 24°C (ver Figura 8). Por lo que la habitación general de planta baja necesitará una mínima protección para este momento, ya que el alero existente de la cubierta brinda la protección necesaria para las habitaciones de planta alta. Se observa que con un ángulo de 70° generado por el alero cubriría el exceso de luz.

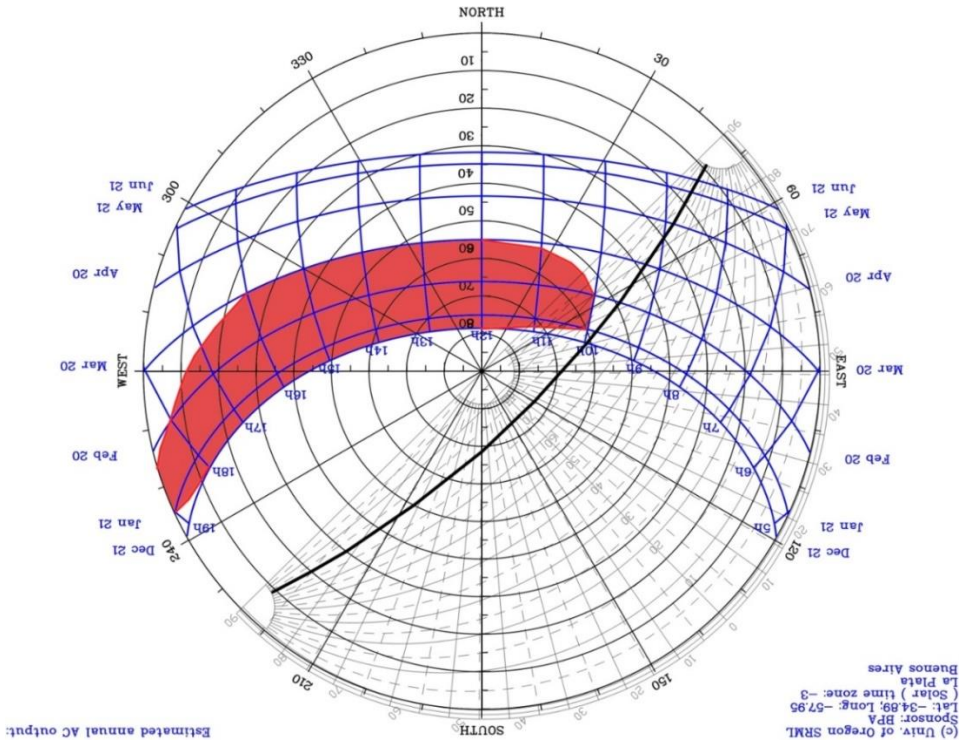
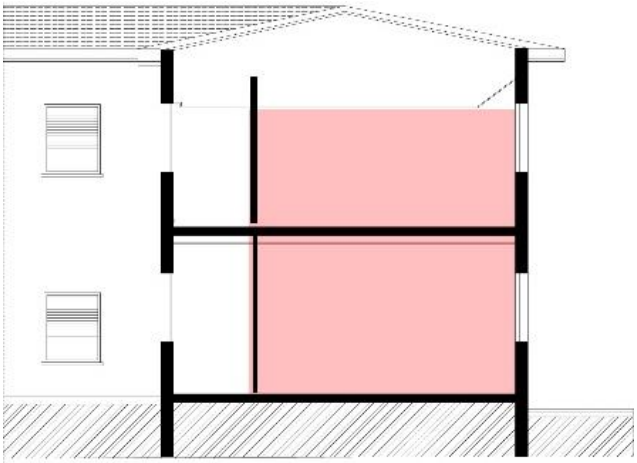


Figura 8. Transportador orientado al Sureste, sobre carta solar.

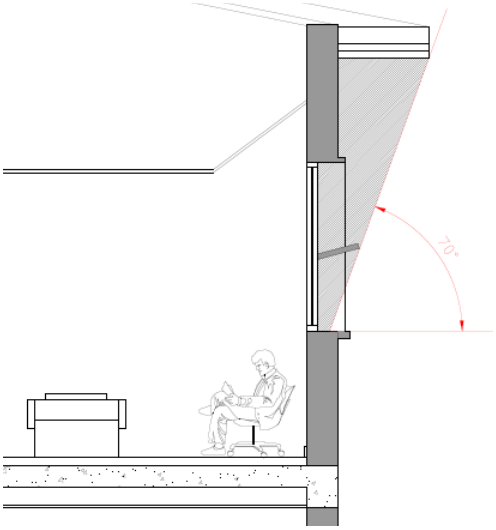
Las fachadas dispuestas en esta orientación perciben pocas horas de luz directa, un poco menos de 2 horas en el período invernal y 3 horas aproximadamente en los equinoccios.

Ante esta situación se propone colaborar con el mejoramiento de la iluminación por medio de la incorporación de estantes de luz[5] (ver Figura 9). De esta manera, se proyecta la reflexión generada por la inclinación del elemento horizontal colocado en el vano. El fin de esta estrategia es colaborar en aquellos espacios que carecen de iluminación.

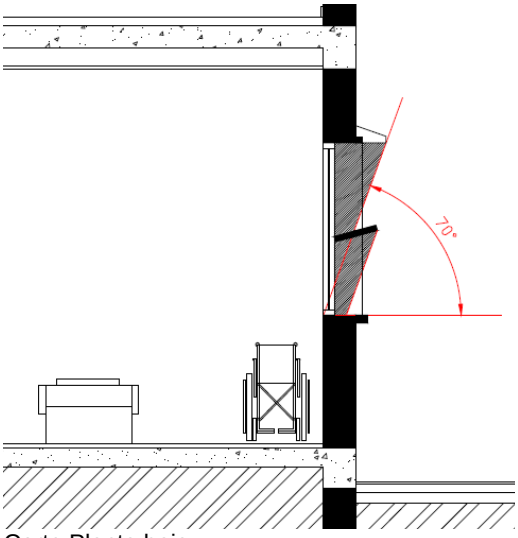
[5] Estante de luz: Consiste en un elemento horizontal con un alto nivel de reflectancia en su superficie junto a una abertura de tal manera que este refleje la luz proveniente del exterior proporcionando un mayor nivel de luminosidad en el interior del local.



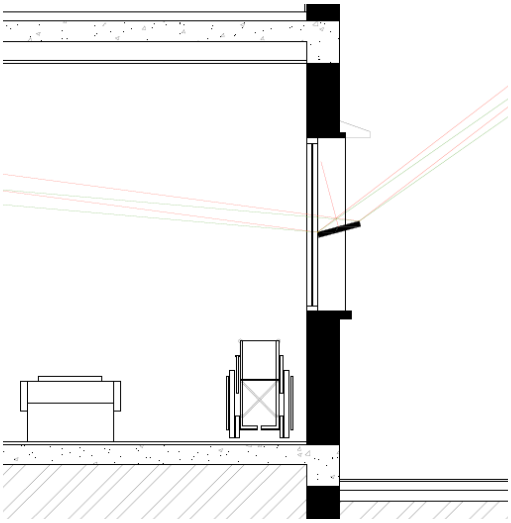
Incidencia solar en períodos estivales:



Corte Planta alta.



Corte Planta baja.



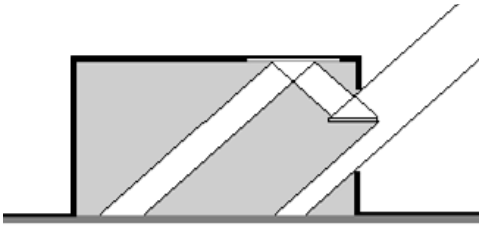




Figura 9: Sector Sureste

Esta alternativa surge a partir de la realización de pruebas en modelos a escala del espacio en estudio. En esta práctica se visibilizaron de manera cualitativa los niveles de iluminación alcanzados, donde se verifica la iluminación con y sin el estante de luz (ver Figura 10).



Figura 10. Maqueta de estudio.



Situación con estante de luz.



Situación sin estante de luz.

CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES.

En este capítulo se proporcionarán las alternativas desarrolladas en lo que se refiere a energías renovables. Estas estrategias se proyectan en el Hospital Zonal General de Agudos “Dr. Ricardo Gutiérrez”. También, se introducirá brevemente el concepto de Energías Renovables con el objetivo de reflexionar sobre la implementación de las mismas.

Se entiende como energías renovables aquellas que no agotan la materia prima en su proceso, o que lo hacen tan lentamente que se le da margen a la naturaleza para reponerlos (Ruffino, 2019).

Las energías renovables son más seguras desde el punto de vista ambiental, pero por lo general no se puede optimizar el total de la energía, ya que las condiciones geográficas y la tecnología disponible para su optimización se presentan como factores determinantes.

Las energías renovables más conocidas son:

- La energía mareomotriz, que aprovecha el movimiento de las mareas.
- La energía solar, que recoge la radiación térmica y lumínica proveniente del sol.
- La energía eólica, que emplea campos de turbinas con aspas como molinos para aprovechar el empuje del viento.
- La energía hidroeléctrica, que moviliza turbinas con la fuerza de las caídas de flujos de aguas naturales o artificiales.
- La energía geotérmica, que aprovecha la alta temperatura del subsuelo terrestre para evaporar agua y generar electricidad o calor.
- La energía undimotríz, que saca provecho a la fuerza de las olas en la costa marina.
- La biomasa o los biocarburantes, combustibles orgánicos desarrollados a partir de desechos de materia orgánica.

El medio que se utiliza para llevar la energía a un edificio es a través de elementos, dispositivos o recursos arquitectónicos o constructivos. Estos pueden clasificarse en Sistemas activos y en Sistemas pasivos (Chévez, 2017).

Sistemas pasivos

Por definición, el sistema pasivo forma parte de la génesis y de la propia construcción del edificio, ya sea en su totalidad o alguna parte del mismo (ver Figuras 1 y 2). En estos sistemas no existen equipos adicionales de almacenamiento y escasos o nulos elementos mecánicos.

Dentro de este grupo encontramos los sistemas pasivos de calefacción solar. Son aquellos capaces de transportar flujos térmicos de energía de manera natural por medio de los propios elementos constructivos del edificio. Dichos elementos por sus propiedades físicas, transfieren el calor capturado de la energía solar por medio de los procesos de radiación, conducción y convección natural.

Los sistemas pasivos de calefacción más comunes utilizados son la ganancia directa por ventana, los muros acumuladores y los espacios solares anexos, más conocidos como invernaderos (ver Figura 3).



Figura 1. Instalación de energía geotérmica en el Sanatorio Finochietto.



Figura 3. Muros acumuladores en el Hospital de Susques.



Figura 2. Sanatorio Finochietto.

Sistemas activos

Son aquellos que incorporan elementos adicionales a la arquitectura o edificio. En contraposición a los sistemas pasivos que utilizan las propias características físicas de los materiales, los sistemas activos incorporan elementos de captación, conducción y acumulación según el fluido, los cuales pueden requerir de bombas o forzadores, y algún sistema de control.

Los sistemas más conocidos de este tipo son los colectores solares, paneles fotovoltaicos y molinos generadores de energía eléctrica (ver Figuras 4 y 5).



Figura 4. Paneles fotovoltaicos en el Hospital de San Isidro.



Figura 5. Colectores solares en el Hospital de Victoria, Chile.

Para el caso en estudio se plantea la incorporación de paneles fotovoltaicos luego del mejoramiento de la eficiencia energética del edificio. Esta medida se establece entendiendo que, si se reducen las pérdidas energéticas de la mejor manera, la demanda será mucho menor, por ende, también será menor el equipamiento que deba incorporarse para adquirir la energía renovable.

Para la implementación de este sistema activo deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Recurso natural que brinda el sitio (radiación solar).
- La sombra generada por elementos circundantes a la instalación.
- La condición constructiva que ofrece la terraza del edificio.
- Mano de obra especializada.
- Evaluación de la inversión a realizar.

La condición solar del sitio:
Se analiza el recurso solar disponible en la ciudad de La Plata (Latitud 34° sur y Longitud 57° oeste). La insolación total anual es de **4,93 kWh/m^2/día**.[6]

Implantación del edificio:
El Hospital se encuentra fuera de la zona de mayor densidad edilicia, por lo que las construcciones que se encuentran en su entorno no superan los cuatro niveles de altura. Tampoco se perciben objetos de gran altura que puedan generar sombras sobre la terraza del establecimiento (ver Figura 6).



Figura 6. Implantación del Hospital Zonal de Agudos “Dr. Ricardo Gutiérrez”.

Sector a intervenir:
Se opta por la utilización de la terraza del bloque destinado a maternidad. Las posibilidades de implementar estas estrategias en los otros techos se ven anuladas debido a que las tejas que componen el edificio claustral mantienen un carácter patrimonial; y el sector en construcción, contiguo a la calle 120, tiene proyectado un futuro crecimiento una vez finalizada la obra (ver Figura 7).

[6] Fuente: https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/.

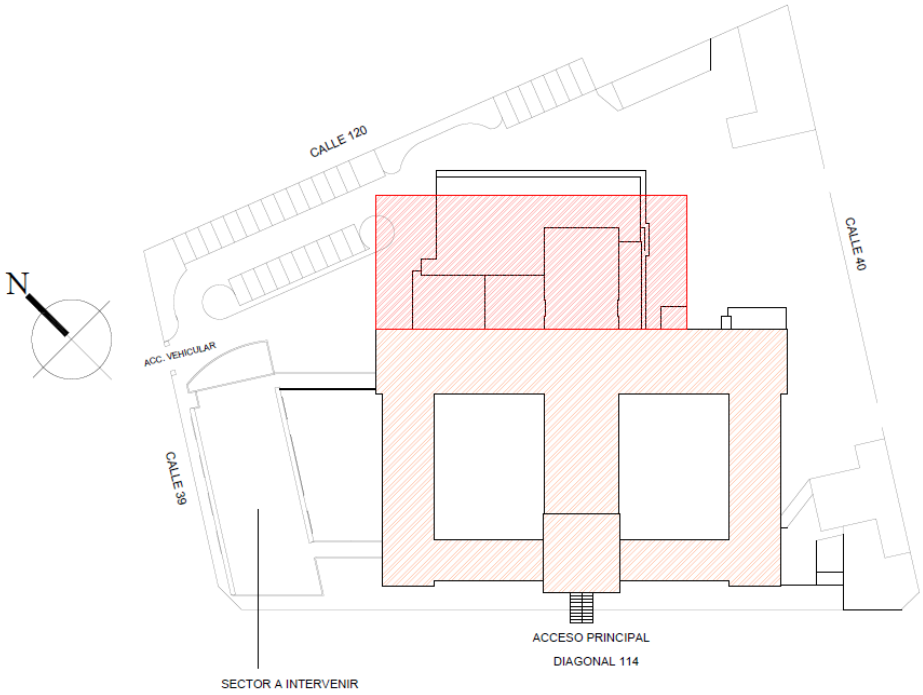


Figura 7. Terraza destinada a paneles fotovoltaicos.

Previamente al replanteo para la ubicación de los módulos, se proyectan las sombras propias de los elementos sobre la terraza. Se toma para este caso la que se genera en la estación invernal (40° altitud)[7] (ver Figura 9).

Cantidad de paneles a instalar.
Se propone ubicar los paneles con orientación al Norte y con inclinación a 45°, ya que con estas condiciones se alcanza una mayor captación de radiación (ver Figura 8). De esta manera se tiene que para el espacio dispuesto por la terraza alcanza para 99 módulos de 1m por 2m (ver Figura 9).

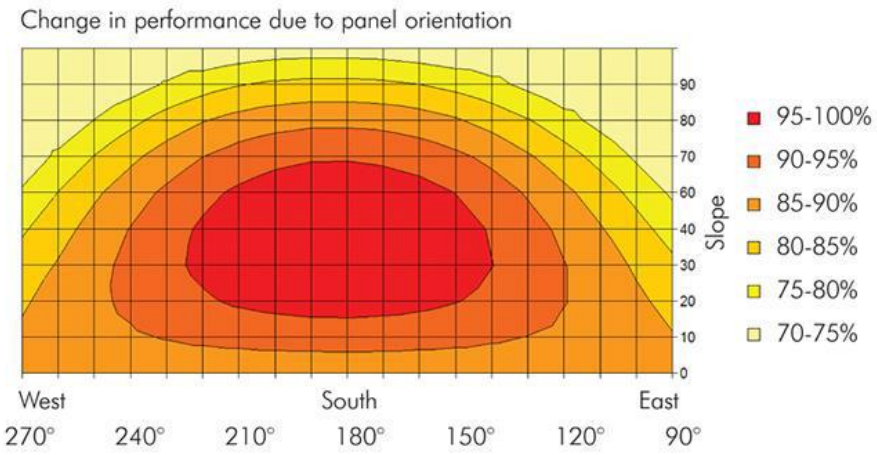
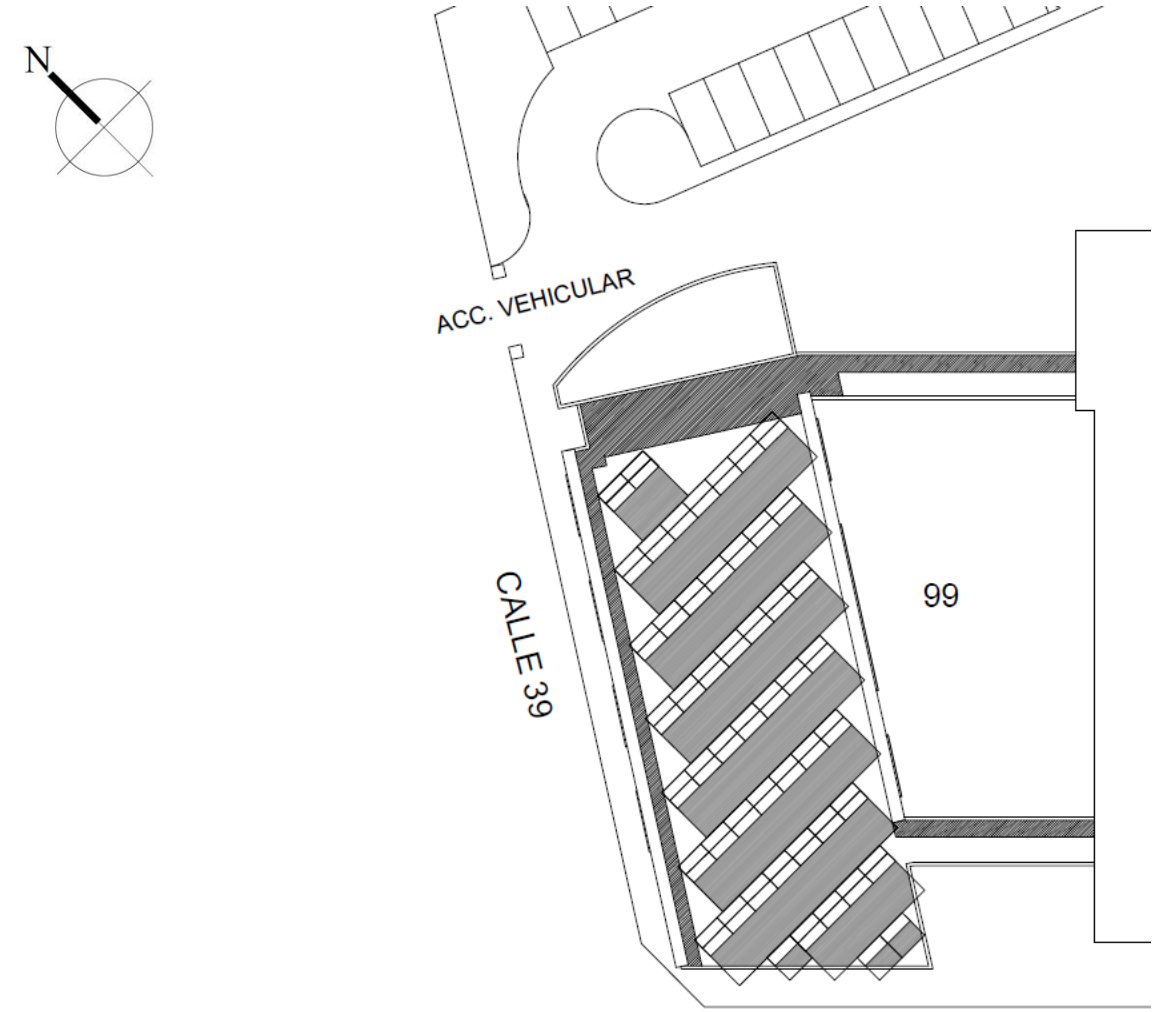


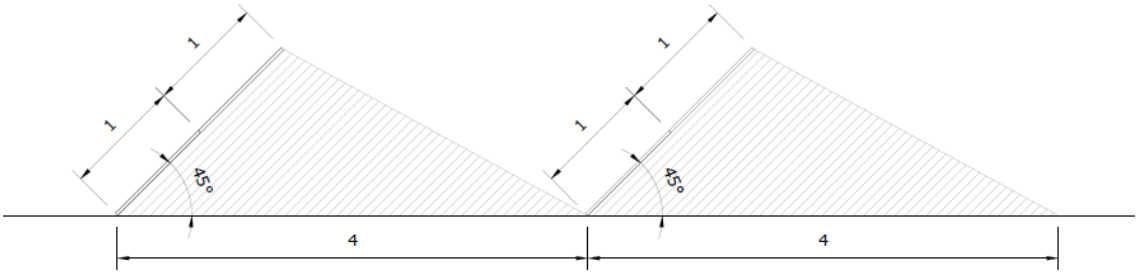
Figura 8. Esquema de la captación radiación según la orientación del panel. Fuente: Ing. N. Brown, 2019.

[7] Recorrido del sol en distintos períodos en la ciudad de La Plata. Fuente: **http://www.sunearthtools.com/.**

Los módulos se ubican uno encima de otro formando filas de dos paneles fotovoltaicos. El espacio entre filas es el necesario para que no se proyecten sobras entre ellas (ver Figura 9), este espacio también debe servir para la circulación para su instalación y su eventual mantenimiento.



Ubicación de los 99 paneles fotovoltaicos



Separación entre filas de paneles fotovoltaicos

Figura 9. Propuesta de incorporación de paneles fotovoltaicos

Energía aportada

La energía aportada puede obtenerse a partir de la siguiente Ecuación (1):

$$Promedio\ anual = N\ de\ módulos\ x\ Potencia\ del\ módulo\ x\ HSP\ x\ 365\ días\ x\ eficiencias\ del\ sistema \quad (1)$$

- Previamente se analizó la situación en la que se encontraba la terraza disponible. Se definió por la incorporación de **99 módulos** (ver Figura 9).
- Los paneles elegidos para esta propuesta poseen una potencia aproximadamente **300W** con una eficiencia en el sistema del **85%**.
- Las Horas Solares Pico (HSP) son la cantidad de horas equivalentes a la irradiación máxima (1kW/m^2) que da la misma cantidad de energía a lo largo de todo el día (ver Figura 10). 6 kWh/m^2/día = 6 horas solares pico.

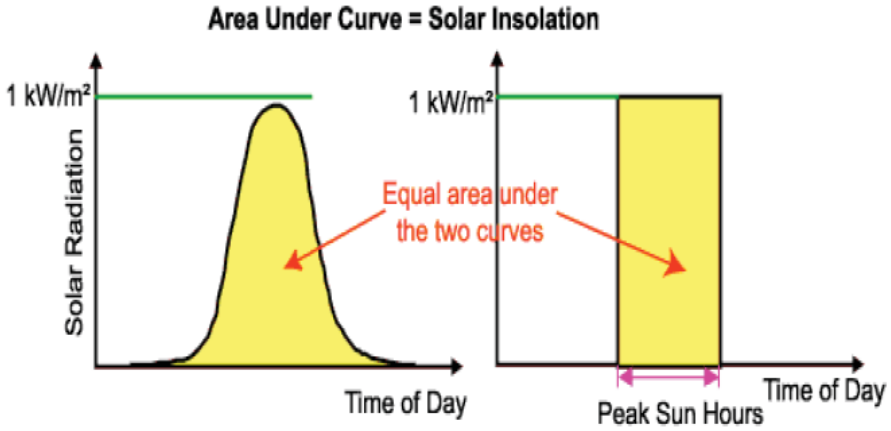


Figura 10. Esquema de las Horas Solares Pico.

A continuación, se detalla el cálculo de las Horas Solares Pico (HSP) mediante la siguiente ecuación (2).

$$HSP = \frac{Irradición\ solar\ en\ el\ sitio}{día}\ x\ corrección\ por\ el\ ángulo\ x\ pérdidas\ por\ sombra \quad (2)$$

$$HSP = \frac{4{,}93 KWh}{día}\ x\ 0{,}99\ x\ 1 = \mathbf{4{,}88\ KWh/dia}$$

$$Promedio\ anual\ = 99\ módulos\ x\ 300\ W\ x\ 4{,}88 \frac{KWh}{día}\ x\ 365\ días\ x\ 0{,}85 = \mathbf{44966{,}39\ \frac{kWh}{año}}$$

Se obtiene entonces que la energía aportada por el sistema es de **44966,39 KWh/año.**

Energía solventada

A partir de la recopilación de las facturas de los servicios, tanto de gas como de electricidad, se analiza el consumo anual de este último (Ver Tabla 1). Desde mediados del 2018 a mediados del 2019, el establecimiento consume un total de **484800 kWh / año** correspondiente a energía eléctrica. Esto indica que la energía aportada por los paneles solares cubriría un **9,27%** de la demanda (Ecuación 3).

$$Ahorro = \frac{44966{,}39\ KWh/año\ x\ 100}{484800\ KWh/año} = \mathbf{9{,}27\%} \quad (\mathbf{3})$$

Período	350518101 Consumo (KWh)	315176102 Consumo (KWh)	Suma
oct-18	32434	608	33042
nov-18	25415	416	25831
dic-18	37158	427	37585
ene-19	51984	313	52297
feb-19	36928	555	37483
mar-19	37096	536	37632
abr-19	34533	408	34941
may-19	40335	358	40693
jun-19	41571	430	42001
jul-19	50304	563	50867
ago-19	48673	490	49163
sep-19	42839	426	43265
Total anual	479270	5530	484800
Prom. Mensual			40400

Tabla 1. Análisis del consumo anual. Fuente: Elaboración propia.

Costo del sistema.
Se toma como referencia un valor igual a 1,43 USD/Watt (ver Figura 11). Al contar con 99 módulos con una potencia de 300W cada uno, obtenemos un valor total de **42471 USD** para la implementación de este sistema.



Figura 11. Costo de todos los componentes del sistema de paneles fotovoltaicos.
Fuente: https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-in-2018.

CAPÍTULO 5. CALIDAD ESPACIAL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD

Se analizarán los espacios considerados con mayor potencial para desarrollar actividades que mejoren la habitabilidad y el confort en el establecimiento. Se desarrolla la situación actual y una propuesta para los corredores, los patios internos, y las terrazas. Se examinarán los factores que tengan mayor incidencia en el impacto visual y sensitivo del usuario.

a. Situación actual

- Circulaciones

Las circulaciones en el sector analizado representan aproximadamente una tercera parte de la superficie cubierta tanto como en planta baja como en planta alta. Con un ancho de 2m y un alto de 2,75m, este corredor debe permitir la libre de las circulaciones que genera la propia dinámica del hospital.
Los pasillos se ubican junto a las funciones que se dan en cada espacio (internación, consultorios externos, diagnóstico y tratamiento, CAP, administración y docencia) y miran a los patios interiores del hospital.
En todas las fachadas se repite una misma tipología de ventana ubicada a 1,20m del piso terminado. Está realizada con vidrio simple y chapa doblada y se compone en tres hojas de tipo “banderola”. (Ver Figura 1)

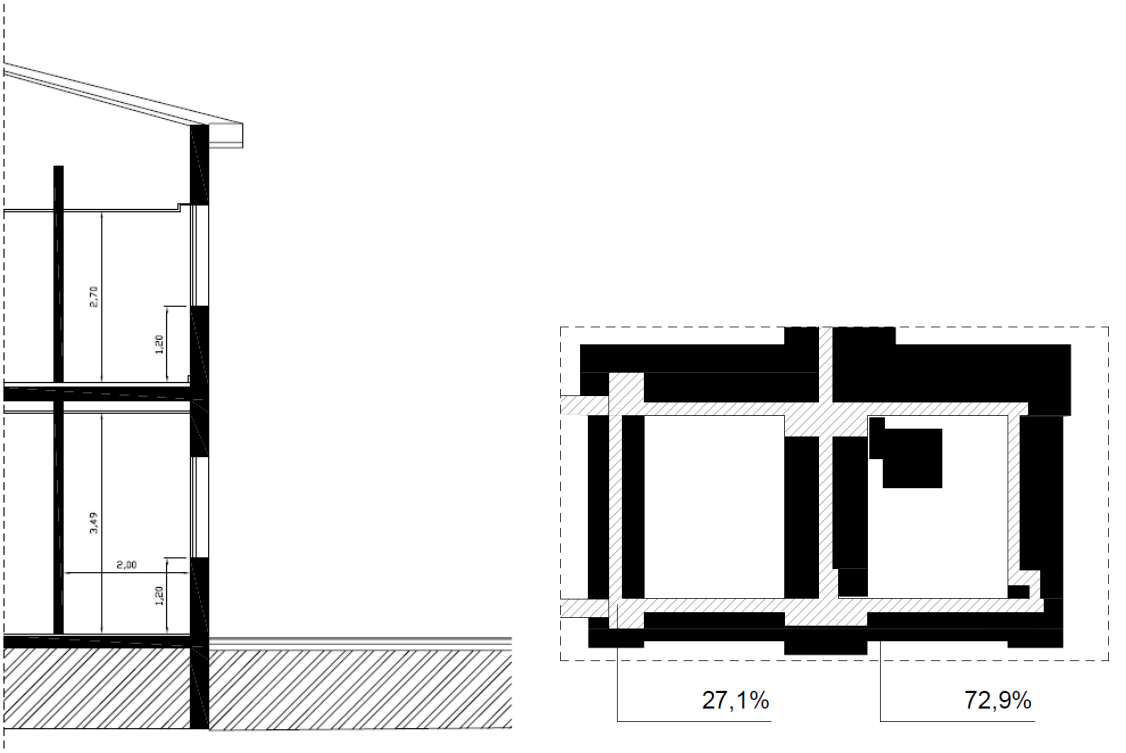


Figura 1. Circulaciones

Los espacios que están contiguos a los consultorios funcionan como sitios de espera. La acumulación de varias personas en los horarios de la mañana lleva al entorpecimiento de las circulaciones tanto del personal como pacientes. Además, este esquema posiciona a la

persona de modo que, al sentarse para esperar su turno, debe darle la espalda al patio (ver Figura 2). De este modo se pierde la posibilidad de ofrecer una conexión con el exterior, al menos desde lo visual.

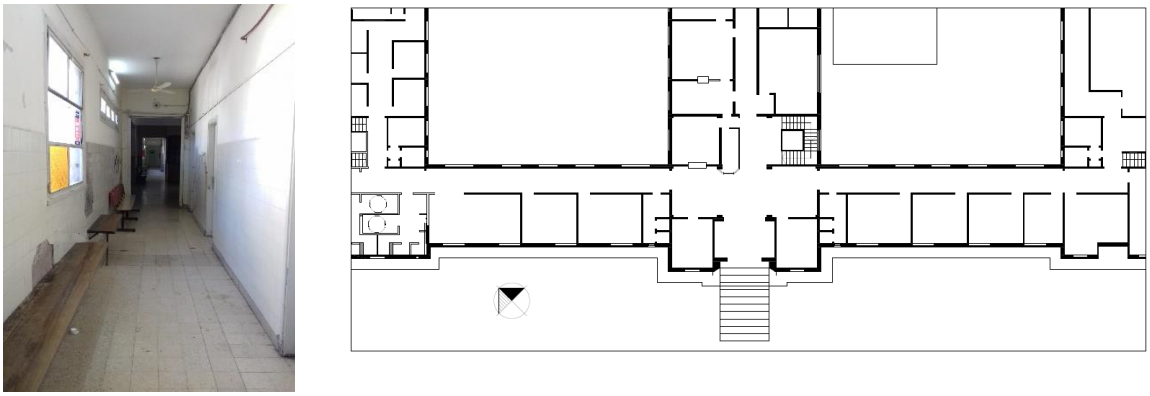


Figura 2. Situación actual de circulaciones

- Patios

Uno de los lugares con mayor potencial en cuanto a la espacialidad son los patios que se originan a raíz de la tipología de claustro. Estos pueden aprovecharse para mejorar la calidad del hábitat de los distintos usuarios: trabajadores, pacientes, internados, visitantes, etc. (ver Figura 3).

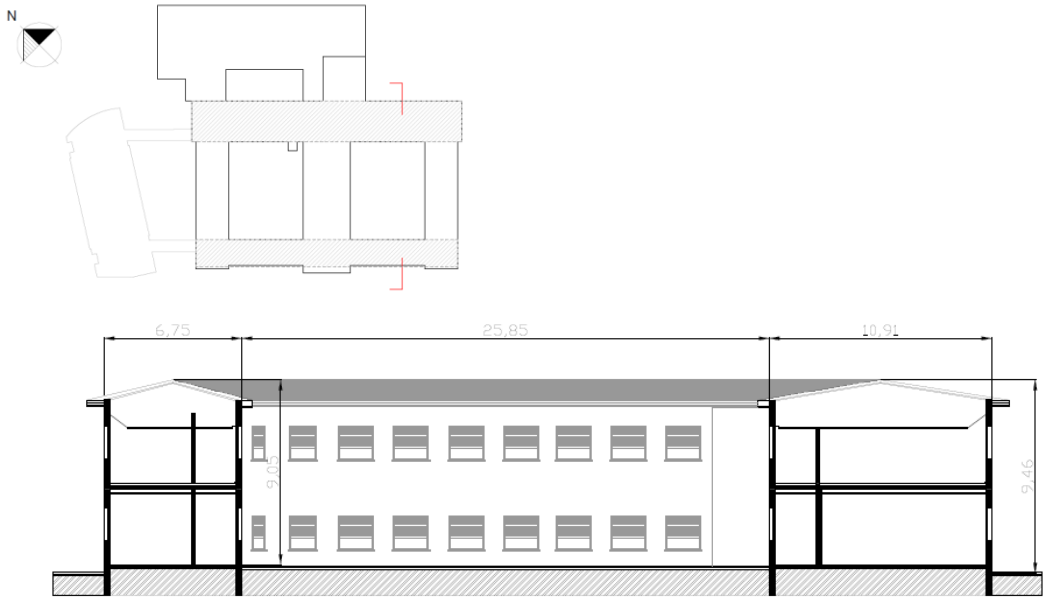


Figura 3. Patios

Dado a sus medidas y proporciones, los patios presentan un buen asoleamiento a lo largo de todo el año. Mediante el modelaje en el software Sketchup, se realizaron pruebas de la cantidad de luz natural en tres horas específicas en los tres períodos del año: verano, equinoccios e invierno (ver Figura 4).

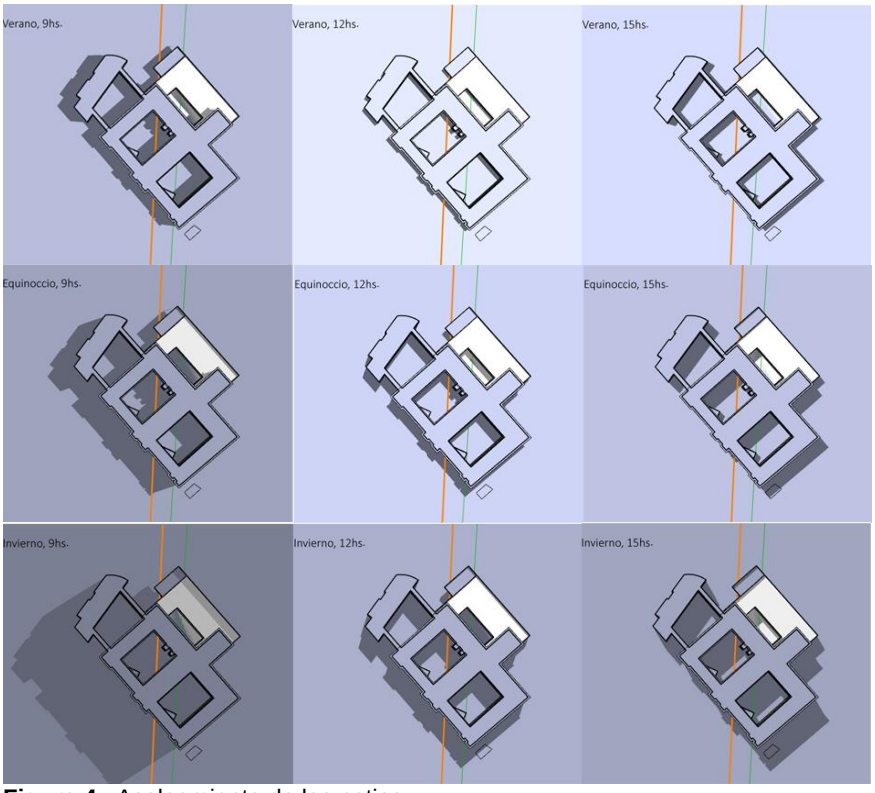


Figura 4. Asoleamiento de los patios

Se verifica que los patios de mayores dimensiones reciben iluminación natural directa en los horarios en los que el edificio debe aglomerar mayor cantidad de personas. A excepción del período invernal, este factor puede proporcionar una alternativa para el mejoramiento de su uso.

En cuanto al viento, se analizó la influencia de este sobre los patios mediante los datos meteorológicos comentados en el capítulo 1 y la tabla extraída del manual “Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar”, p. 94. (ver Tabla 1)

SOMBRA DE VIENTO SEGUN FORMA (como multiple de H)

Corte del edificio	L Largo del edificio				
→ Direccion del viento	2H	4H	8H	16H	24 H
Altura = Ancho	2,5	3,75	5,25	8	8,75
Altura = 2 x Ancho	2	2,75	3,75	6	7
Altura = 3 x Ancho	2,25	3,25	4,25	5,75	5,5
2 x Altura = Ancho	2,5	4	6	8	9
3 x Altura = Ancho	2,25	3,75	5,5	5,25	7
Techo 2aguas 45°	1,5	2,5	4,5	6,5	7,5
Techo 2aguas 30°	2	2,5	4	6,25	8,25
Techo inclinado 15°	2,5	4	5,5	9	11,5
Techo inclinado 15	2	3,25	5	8,75	10,75

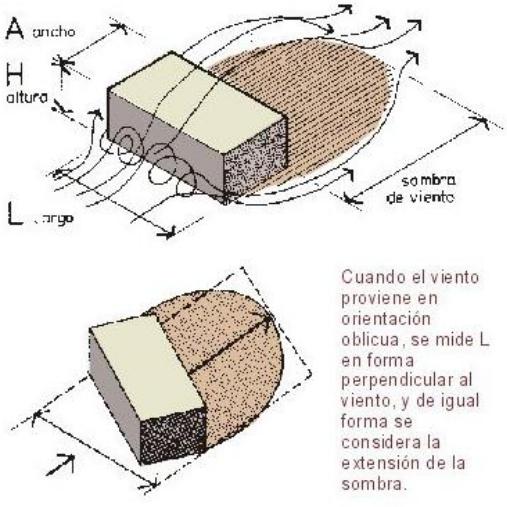


Tabla 1. Sombra de viento

Para la obtención de la sombra de viento se toma en cuenta la sección más semejante, la primera opción (ver Figura 5). De esta manera, se obtiene una sombra de viento igual a 5,25 alturas del edificio, equivalente a **49.66m**. Se observa que las corrientes exteriores no ingresan en el interior dado a que la forma de los volúmenes lo impide.

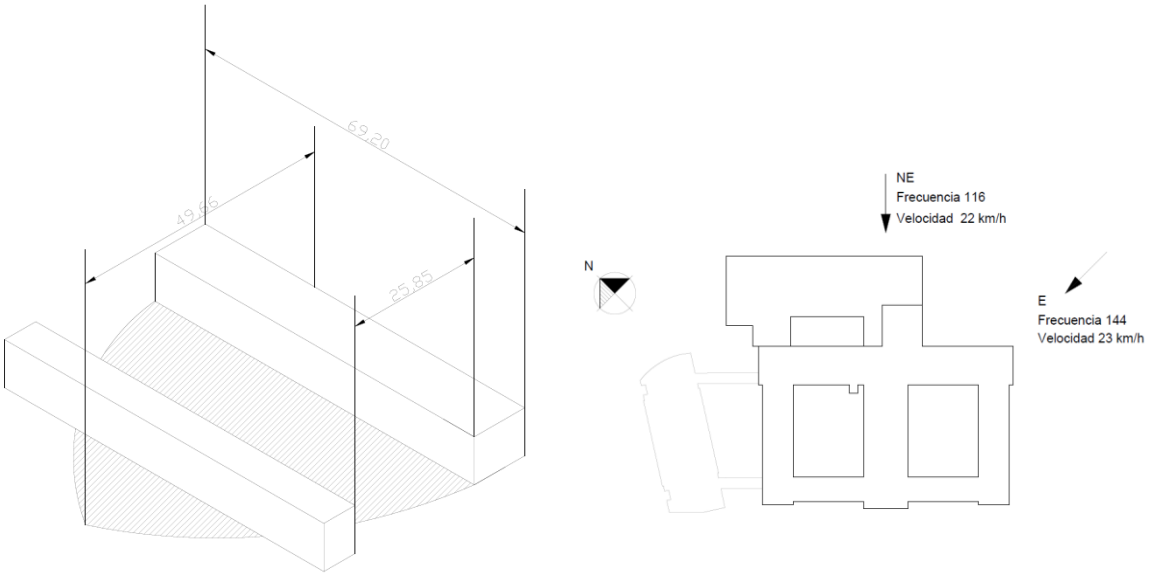


Figura 5. Influencia del viento en el edificio.

Actualmente, los espacios exteriores del Hospital se encuentran disociados con el interior. Al mismo tiempo, en ellos no se presentan las condiciones para que el usuario pueda realizar actividades relacionadas al ocio. Allí se alojan calderas para la climatización del establecimiento. Según fuentes internas del hospital estos equipos han dejado de funcionar desde el año 2013 y se han incorporado equipos individuales para los distintos locales. A pesar de llevar a cabo esta medida, los sistemas de calderas siguen permaneciendo en los patios.

En otro de los espacios exteriores se ha adicionado un buffet, el cual ocupa aproximadamente una quinta parte de la superficie de ese patio. Como en los casos anteriores, no existe relación suficiente como para que el usuario pueda tener acceso al espacio exterior.

El patio que se genera a partir de la conexión del edificio claustral originado a mediados del siglo XX con el bloque inaugurado en 2007, destinado a maternidad, presenta mejoras en cuanto a mantenimiento e incorpora vegetación. Sin embargo, la función que prima en este espacio es la de estacionar bicicletas y motocicletas de los usuarios del establecimiento (ver Figura 6).



Figura 6. Imágenes de la situación actual de los patios del edificio.

- Terrazas

Las terrazas del Hospital, pertenecientes a las distintas etapas del edificio, presentan condiciones diferentes para su uso. La cubierta a dos aguas del edificio construido a mediados del siglo XX se conforma por tejas coloniales, lo cual se presenta como inaccesible y de carácter patrimonial. El bloque de maternidad construido en 2007 fue diseñado para que su terraza sea accesible. Está conformado por losas de hormigón armado y un piso exterior para que sea transitable. Finalmente, la cubierta correspondiente a la guardia nueva, realizada de hormigón armado, contiene la prolongación de las columnas previstas para el futuro crecimiento en vertical. Este sector del hospital finalizado recientemente, prevé el fututo alojamiento de los programas pertenecientes a Terapia Intensiva y Quirófanos en dos niveles sobre el edificio actual.
En todos los casos, las cubiertas no permiten el acceso para actividades relacionadas al ocio, ya sea por razones constructivas o arquitectónicas. El edificio más antiguo no sólo no permite esta actividad por el material empleado, sino que las tejas existentes presentan problemas por su difícil mantenimiento. Como ya se mencionó anteriormente, la guardia construida recientemente mantiene la continuidad de las columnas sobre la terraza y su acceso no es posible, sencillamente, porque aún no se piensa en la construcción del núcleo vertical que conduciría a los niveles superiores. Finalmente, la terraza correspondiente al edificio finalizado en 2007 mantiene todas las características constructivas para que esta

pueda ser transitada y desarrollar diversas actividades. Sin embargo, arquitectónicamente, la cubierta no incluye una función ni un recorrido para que el usuario se apropie de ella. (ver Figuras 7 y 8)



Figura 7. Imágenes de la situación actual de las terrazas.

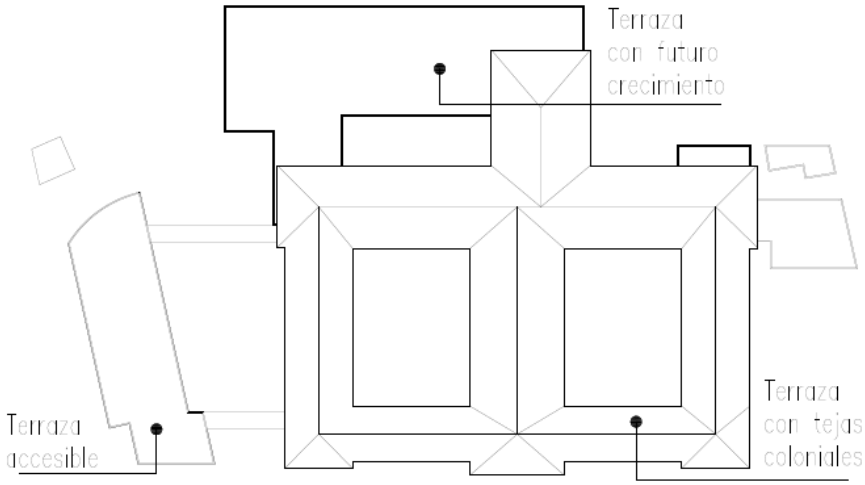


Figura 8. Posibilidad de uso de las terrazas.

b. Propuesta.

- Circulaciones

La propuesta que ha tenido el Hospital con el plan director en el 2004 fue mantener todos los consultorios en planta baja y de llevar a planta alta las salas de internación. Otra propuesta enmarcada en dicho plan era generar expansiones en los espacios de espera que se originan frente a los consultorios. Esto permitiría llevar el programa más convocante a un lugar donde el usuario podría tener relación directa con el exterior, y al mismo tiempo descomprimir las circulaciones en los períodos más críticos (ver Anexo).
Se debe considerar que el mantenimiento y el rediseño de los patios son de mayor importancia, ya que las visuales y los espacios de transición se tornarían a estos (ver Figura 9).

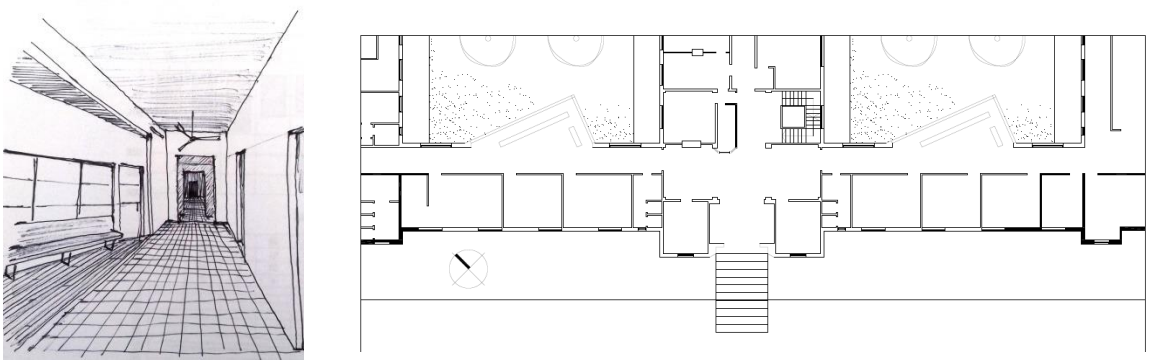


Figura 9. Propuesta para circulaciones.

- Patios

Como ya se mencionó anteriormente, es necesario rediseñar los espacios exteriores, ofreciendo la posibilidad a los usuarios para que puedan hacer uso de estos. De esta manera se proporciona la descompresión en las circulaciones y el aprovechamiento de espacios en desuso que puedan brindar mayor confort.
Una de las alternativas es la implementación de espacios de transición mediante el diseño arquitectónico. Algunas estrategias podrían ser: realizar expansiones en los espacios de circulación, incorporar nuevos materiales (solados y revestimientos), agregar equipamiento (bancos, juegos y otros elementos) y la incorporación de la vegetación (plantación de árboles, plantas, “muros verdes”, etc.) (Ver Figura 10).

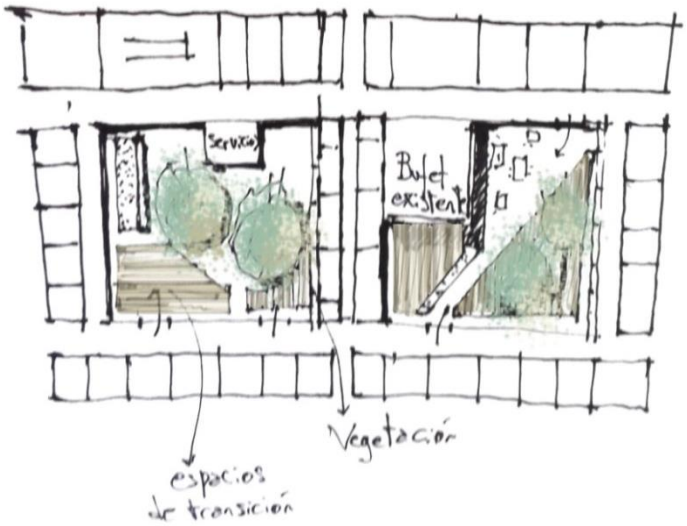


Figura 10. Propuesta para circulaciones.

- Terrazas

Se propone para la terraza del edificio de maternidad la implementación de una cubierta verde extensiva, es decir, que sea liviana y de bajo mantenimiento. Incorporando especies de adaptación sencilla que puedan desarrollarse sobre sustratos de menos de 15 cm de espesor resulta imprescindible requerir más riego que el proporcionado por las lluvias. Se propone la plantación de Hierbas y pastos que no requieran de un mantenimiento intensivo.

Este tipo de plantas con la profundidad de sustrato de 15cm tiene la capacidad de retener el agua de lluvia anual hasta un 60%.
En cuanto a lo energético, esta estrategia colaboraría a reducir la demanda para refrigeración en verano, ya que se produce una reducción de la velocidad del flujo de calor entre un 70% y 90% en verano y de un 10% y 30% en invierno (Liu y Baskaran, 2003). Al adicionar la cubierta verde disminuiría la variación de temperatura de los materiales que componen la terraza, entre ellos la membrana aislante hidrófuga. De esta manera se reducen los esfuerzos de dilatación y contracción aumentando la vida útil.
En caso de llevar a cabo la incorporación de sistemas activos para la captación de energía solar, como la implementación de paneles fotovoltaicos, se tendría un mayor rendimiento sobre una cubierta verde de este tipo. El rendimiento de los módulos mencionados se relaciona directamente con la temperatura ambiente, el calor aportado al ambiente por una cubierta verde resulta significativamente menor que el que otorga el piso exterior actual.
Por otra parte, el sector de la guardia nueva prevé un futuro crecimiento en vertical hasta 2 niveles más la planta baja. En los espacios más elevados se efectuarán visuales a los techos del hospital. La cubierta perteneciente al sector de maternidad otorgaría, mediante la incorporación de este recurso, una imagen que incluiría cubierta verde y sistemas activos para energías renovables.

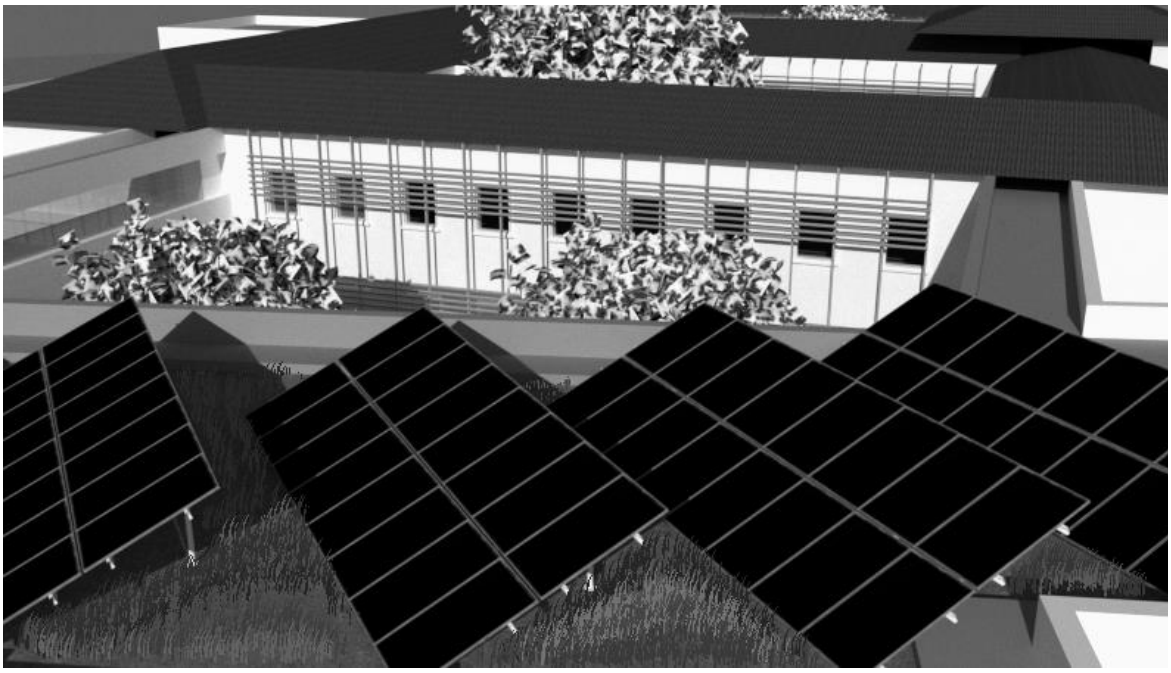


Figura 11. Vista desde cubierta verde hacia el interior de los patios

CONCLUSIONES

Abordar la sustentabilidad de un edificio destinado a la salud representa un gran desafío. Esto es así porque se ven involucradas varias y diversas cuestiones, que van desde las características de los edificios, el manejo de los residuos, la provisión de agua, el uso de la energía, hasta qué sustancias químicas se utilizan, los alimentos que se proporcionan a los pacientes, la gestión de los productos farmacéuticos, etc. Los edificios destinados a Salud son grandes consumidores de recursos y energía; por su funcionamiento continuo, su dinámica de adaptación a nuevas tecnologías y modalidades de atención, las rigurosas condiciones de trabajo de ciertos equipos e instalaciones, los parámetros de confort deseables para los usuarios en su conjunto y la ausencia de cultura organizacional respecto del cuidado de un bien, no siempre reconocido como propio.[8]

Entonces es por eso que nuestro enfoque está condicionado por el Instituto de Investigaciones que integramos y enmarcadas en los temas de nuestras becas doctorales CONICET, orientado a la eficiencia energética, al acondicionamiento pasivo a partir de la envolvente edilicia y a la utilización de energías renovables.

Con respecto al efector de salud analizado, el Hospital Zonal General de Agudos “Dr. Ricardo Gutiérrez”, perteneciente al ámbito público, podemos decir, desde una perspectiva optimista, que se encuentra en un estado de potencial mejora. Es decir, que hay mucho para hacer y trabajar, con el objetivo de que este Hospital funcione correctamente y reconducir su camino en busca de un desarrollo sustentable del mismo. Confiados en que este curso nos ha dado las herramientas para llevarlo a la práctica, esperamos la articulación con aquellos actores que tienen el poder en la toma de decisiones, para que éstas sean implementadas. Creemos en la vinculación de los ámbitos académico y gubernamentales, para que la transferencia del conocimiento sea posible, y lograr de esta manera, mejorar la calidad de vida de la población.

[8] Propuesta pedagógica de la Diplomatura en Sustentabilidad de los espacios para la Salud I

ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

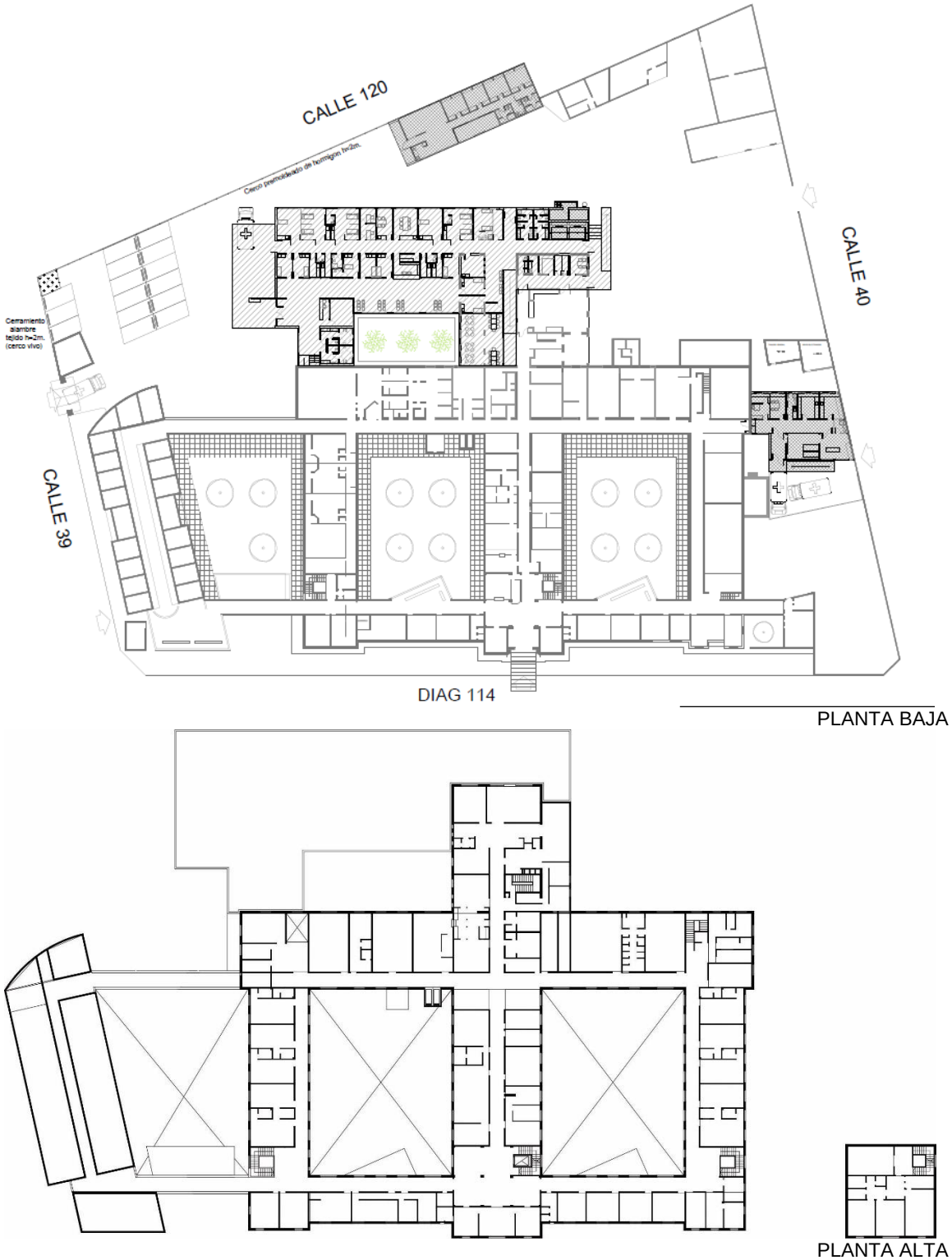
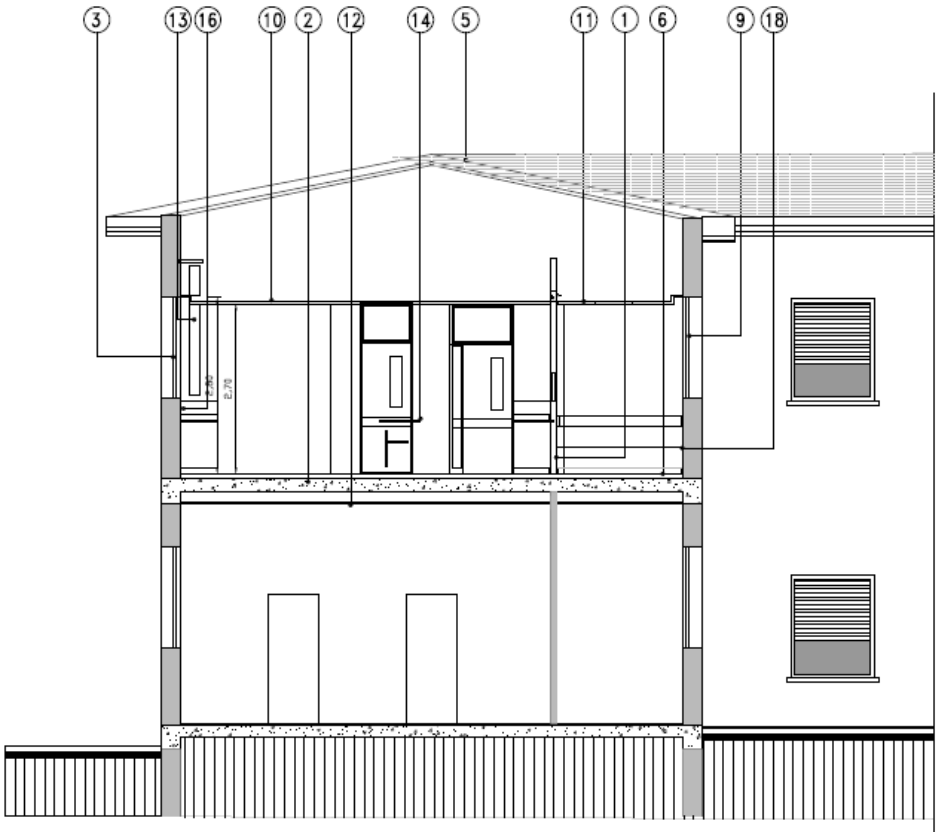
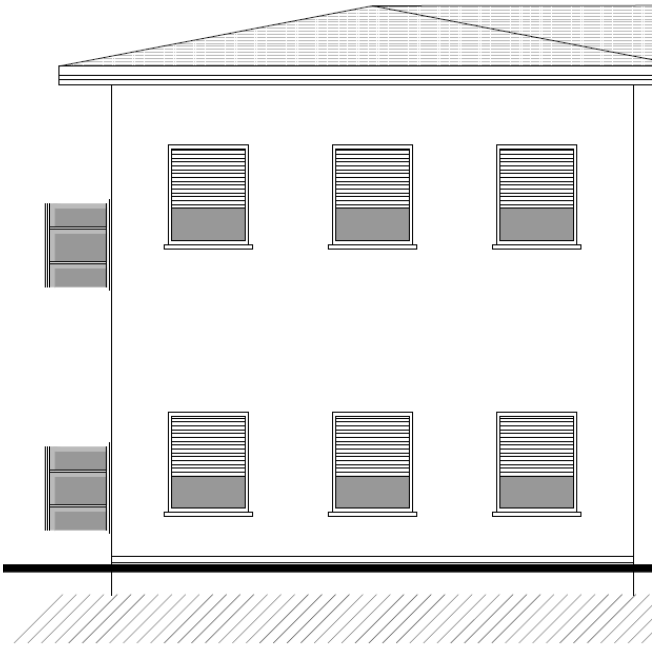


Figura 1. Plantas del Hospital



CORTE TRANSVERSAL



REFERENCIAS:

1. MURO DE LAD. HUECO S/ ESP.
2. LOSA HºAº EXISTENTE
3. DOBLE VIDRIADO HERMETICO CON PERSIANAS MINIBAND
4. CONTRAPISO DE Hº ALIV. S/ ESP.
5. CUBIERTA DE TEJA EXISTENTE A REVISAR
6. PISO GRANITICO IDEM EXISTENTE
7. ZOCALO GRANITICO (SANIT.) S/ ESP.
8. CARPINTERIA DE ALUMINIO S/ ESP.
9. CARPINTERIA DE MADERA S/ ESP.
10. CIELORRASO SUSP. PLACA R. DE YESO C/BUÑA PERIMETRAL
11. CIELORRASO DESMONTABLE S/ ESP.
12. DINTEL DE HºAº S/ ESP.
13. POLIDUCTO S/ ESP.
14. MUEBLE S/ ESP.
15. MESADA S/ ESP.
16. REVESTIMIENTO S/ ESP.

VISTA LATERAL

Figura 2. Cortes y vistas del Hospital

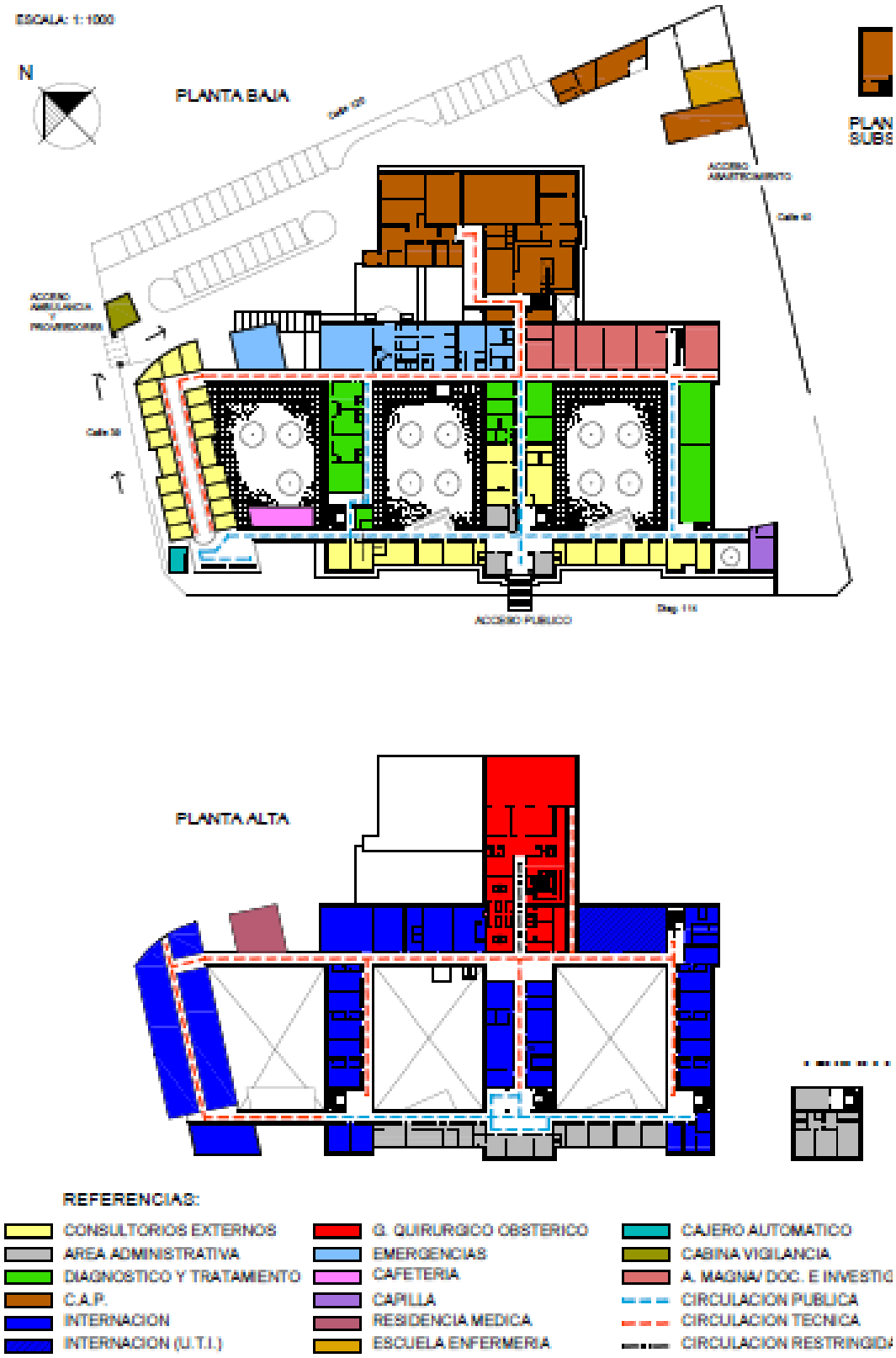
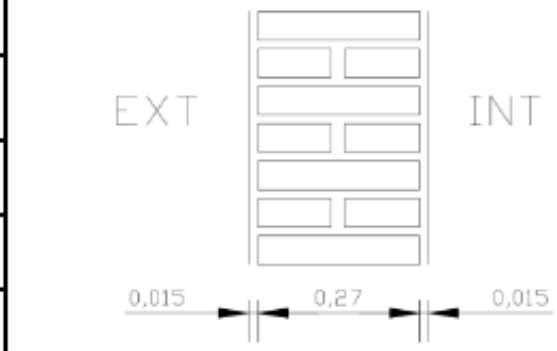


Figura 3. Propuesta Plan director 2004

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA "K" DE CERRAMIENTOS
(Norma IRAM 11 601 y 11 605)

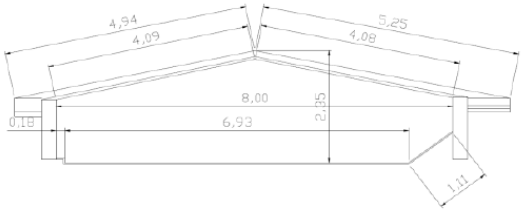
1	ELEMENTO MURO	
2	FORMA CONSTRUCTIVA MURO SIMPLE DE LADRILLO MACIZO ESP. 0,30 m	
3	ORIENTACIÓN NO - SE	
4	SENTIDO FLUJO DE CALOR Horizontal	
5	ZONA BIOAMBIENTAL IIIb - templada cálida húmeda	

6 Resistencia superficiales, capas de materiales y resistencias de cámaras de aire	7 espesor de cada capa e [m]	8 coeficiente conductividad λ [W / m °C]	9 resistencia térmica e / λ [m² °C / W]	10 densidad ρ [kg / m³]	11 peso por m2 e * ρ [kg / m²]
RSI (resistencia superficial interna)	—	—	0,130	—	—
PINTURA					
REVOQUE	0,015	1,160	0,013	1900,00	28,50
LADRILLO COMÚN	0,270	0,910	0,297	1500,00	405,00
REVOQUE	0,015	1,160	0,013	1900,00	28,50
PINTURA					
RSE (resistencia superficial externa)	—	—	0,040	—	—

12	Resistencia total	[m² °C / W]	0,49
13	Coeficiente "K" de proyecto *K = 1 / R*	[W / m² °C]	2,03
14	Peso por m²		462

			A	B	C	
15	K máximo admisible INVIERNO	[W / m² °C]	0,34	0,93		Temperatura exterior de diseño (Ted) [°C]
	K máximo admisible VERANO		0,50	1,25		Zona Bioambiental IRAM 11.603

Tabla 1. Cálculo del coeficiente de transmitancia térmica “K” del cerramiento vertical exterior en la situación actual

CALCULO DEL COEFICIENTE DE TRNSMISIÓN TÉRMICA "K" DE CERRAMIENTOS *(Norma IRAM 11 601 y 11 605)*		
1	ELEMENTO **CUBIERTA**	
2	FORMA CONSTRUCTIVA **Cubierta inclinada de tejas con ático**	
3	ORIENTACIÓN **N, S, E, O**	
4	SENTIDO FLUJO DE CALOR **Vertical**	
5	ZONA BIOAMBIENTAL **IIIb templada cálida húmeda**	

FORJADO

Resistencia	espesor de cada capa	coeficiente conductividad	resistencia térmica	densidad	peso por m2	área
Componentes del forjado	**e**	**λ**	**e / λ**	**ρ**	**e * ρ**	**A**
	[m]	**[W / m °C]**	**[m² °C / W]**	**[kg / m³]**	**[kg / m²]**	**[m²]**
Enlucido de yeso	0,02	0,49	0,041			176,4

Rf [m² °C / W]	0,04

CUBIERTA

Área / Resistencia	espesor de cada capa	coeficiente conductividad	resistencia térmica	densidad	peso por m2	área	área / resistencia
Componentes del cubierta y muros laterales	**e**	**λ**	**e / λ**	**ρ**	**e * ρ**	**A**	**A / (e / λ)**
	[m]	**[W / m °C]**	**[m² °C / W]**	**[kg / m³]**	**[kg / m²]**	**[m²]**	**[°C / W]**
Tejas curvas (colonial)	0,02	0,70	0,02				
Tabl. de fibra madera aglomerada	0,019	0,054	0,35				
Subtotal (techo)			0,37			182,41	488,67
MURO - 30cm de ladrillo común			0,49			83,04	169,47

Sumatoria Aj/Rj [°C / W]	658,14

Rt [m² °C / W]	**0,31**
Rsi [m² °C / W]	0,10
Rse [m² °C / W]	0,04
Rtecho [m² °C / W]	0,45

Para Rt se toma en cuenta como ático sin ventilación o débilmente ventilado

$$R_T = R_f + \frac{A_f}{\sum \frac{A_j}{R_j}}$$

13	Coeficiente "K" de proyecto *K = 1 / R*	**[W / m² °C]**	2,23
14	Peso por m²		0

			A	B	C	
15	K máximo admisible INVIERNO	**[W / m² °C]**	0,30	0,75		Temperatura exterior de diseño (Ted) [°C]
	K máximo admisible VERANO		0,19	0,48		Zona Bioambiental IRAM 11.603

Tabla 2. Cálculo del coeficiente de transmitancia térmica “K” del cerramiento horizontal exterior en la situación actual

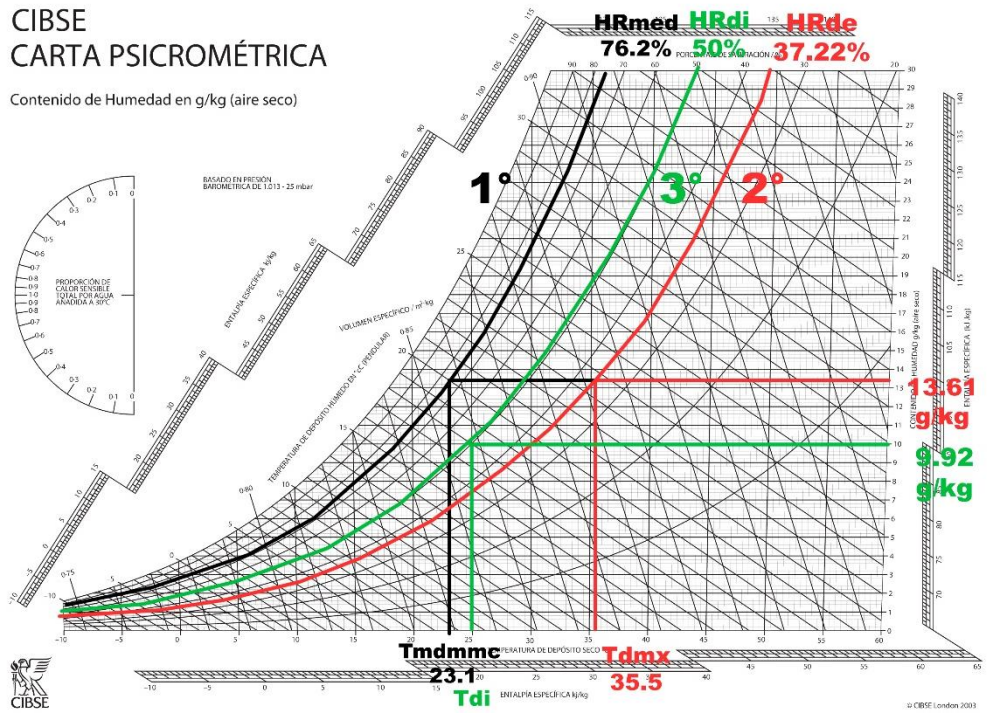
Norma IRAM 11604 CALCULO COEFICIENTE GLOBAL DE PÉRDIDAS TÉRMICAS (Gcal)				
EDIFICIO [1] La Plata. Hospital Zonal General de Agudos "Dr. Ricardo Gutierrez". Internación clínica				
ENVOLVENTE [2]				
SUPERFICIE CALEFACCIONADA [3] m^2	ALTURA [4] m	PLANTAS [5]	VOLUMEN [6] m^3	
176,4	2,7	1	476,28	
CERRAMIENTOS OPACOS EXTERIORES (muros, techos, entrepisos sobre espacios abiertos).				
ELEMENTO	S [7] m^2	K_m [8] W/m^2K	$S*K_m$ [9] W/K	
1. Muro de ladrillo macizo 0,30 m esp.	81,03	2,03	164,49	
2. Cubierta inclinada de teja sin aislación	176,4	2,23	393,37	
		Sumatoria (Σ)	557,86	
CERRAMIENTOS NO OPACOS EXTERIORES				
ELEMENTO	$S_{(10)}$ m^2	N [11]	K_v [12] (W/m2K)	$S*K*N$ [13] W/K
1. Ventana - chapa doblada tipo banderola	2,56	15	5,82	223,49
2. Ventana - chapa doblada tipo banderola	2,2	1	5,82	12,80
		Sumatoria (Σ)		236,29
OTROS CERRAMIENTOS (Entrepisos sobre sótanos o muros que separan locales no calefaccionados)				
ELEMENTO	S [14] m^2	γ [15]	K_r [16] (W/m2K)	$S*\gamma*K_r$ [17] W/K
		Sumatoria (Σ)		0,00
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	PERÍMETRO [18] m	Pp [19] W/mK		Pérdida p [20] W/K
	0	0		0
PÉRDIDAS VOLÚMETRICAS POR INFILTRACIÓN DE AIRE [22] = 0,35 x [21]	n [21]		Pérdida n [22] (W/m^3K)	
0,35	4,00		1,4	
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN = [9] + [13] + [17] + [20] =			794,15	[23] W/K
PÉRDIDAS VOLUMÉTRICAS POR TRANSIMISIÓN		[23] / [6] =	1,67	[24] W/m^3K
PÉRDIDAS VOLUMÉTRICAS GLOBALES	$G_{cálculo}$	[22] + [24] =	3,07	[25] W/m^3K
	$G_{admisible}$	(tabla)	1,39	[26] W/m^3K

Tabla 3. Cálculo del coeficiente global de pérdidas térmicas (G_{cal})[9]

[9] Para un establecimiento de salud, en el Servicio de Internación Clínica, se consideran 24° C de temperatura interior y 4 renovaciones de aire por hora. Fuente: LOPEZ, C.; 2011 – 'El camino hacia las primeras recomendaciones de instalaciones termomecánicas en hospitales' Anuario Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria (AADAIH).

	T_{BC}	T_{media}	D_{mes}	$°D_{mes}$	
°D Enero	24	23,1	31	27,9	
°D Febrero	24	22,7	28	36,4	
°D Marzo	24	20,5	31	108,5	
°D Abril	24	17,2	30	204	
°D Mayo	24	14,1	31	306,9	
°D Junio	24	11	30	390	
°D Julio	24	10,7	31	412,3	
°D Agosto	24	11,5	31	387,5	
°D Septiembre	24	13,4	30	318	
°D Octubre	24	15,9	31	251,1	
°D Noviembre	24	19,1	30	147	$°D_{año}$
°D Diciembre	24	20,1	31	120,9	2710,5

Tabla 4. Cálculo de °D para una temperatura base de calefacción (T_{BC}) de 24°C



Temperatura media del mes más cálido (Tmdmmc): 23,1°C.
Humedad relativa media (HRmed): 76,2%.
Humedad absoluta exterior: 13,61 g/kg.
Temperatura de diseño máxima (Tdmx): 35,5°C.
Humedad relativa de diseño exterior (HRde): 37,22%.
Temperatura de diseño interior (Tdi): 24°C.
Humedad absoluta interior : 9,92 g/kg.

Figura 4. Obtención de Humedad absoluta exterior (We) y Humedad absoluta interior (Wi).

CARGA TÉRMICA POR CONDUCCIÓN Q_c					
N°	Designación	Área total (m^2)	K ($W/m^2.K$)	Δt (°C)	q_c (W)
1	Vidriado NO + SE	39,4	5,82	11,5	2637,042
2	Muro NO	40,93	2,03	11,5	955,51
3	Muro SO	0	0		0,00
4	Muro SE	40,1	2,03	11,5	936,1345
5	Muro NE	0	0		0
6	Techo	176,4	2,23	11,5	4523,778
7	Piso				0
				Carga térmica por conducción total, Q_c (i)	9052,47

Tabla 5. Cálculo de la carga térmica de refrigeración

CARGA TÉRMICA SOLAR Q_s					
I_s es la radiación solar total sobre el plano y F_{es} es el factor de exposición solar.					
N°	Designación, material y orientación	A (m^2)	I_s (W/m^2)	F_{es} (°C)	q_c (W)
1	Vid. Simp. Color. en su masa azul 4mm. NO	20,48	402	0,72	5927,73
2	SO				0
3	Vidrio simple transparente 4mm. SE	20,12	268	0,98	5284,32
4	NE				0
				Carga térmica solar Q_s (ii)	11212,05
				TOTAL DE CALOR SENSIBLE EXTERNO (iii = i + ii)	20264,51

*Hora solar: 13 hs. Latitud 35° Sur.

Tabla 6. Cálculo de la carga térmica de refrigeración

CARGA TÉRMICA POR FUENTES INTERNAS (CALOR SENSIBLE), Q_{os}					
N°	Calor interno (personas)	N_{pers}	M (W/pers)		Q_{persS} (W)
1	ENFERMEROS (TRABAJO LIVIANO)	5	52		260
2	INTERNADOS (REPOSAR SENTADO)	15	47		705
N°	Calor interno (iluminación)	A (m^2)	C_T	q_{ilum} (w/m^2)	Q_{ilumS} (W)
1	TUBOS FLUORESCENTES - PASILLO	13,4	3	12	482,4
2	TUBOS FLUORESCENTES - HABITACIÓN	5,4	16	8	691,2
3	LÁMPARA LED - SOBRE CAMA	4,96	12	4	238,08
4	TUBOS FLUORESCENTES - BAÑO	2,75	6	8	132
5	LÁMARA INCANDESCENTE - ANTEBAÑO	1,5	4	30	180
N°	Calor interno (artefactos)	N_{art}	Q_s (W/art)		Q_{artS} (W)
1	TV	5	100		500
2	VENTILADOR DE PARED	5	250		1250
	Subtotal de ganancias de calor por fuentes internas $Q_{oS} = Q_{persS} + Q_{ilumS} + Q_{artS}$ (iv)				4438,68
	Tabla 4 - Coef. de aportes de calor sensible por pérdidas en los conductos				0,10
	Ganancia de calor en conductos (v) = (iv + iii) . Valor de la tabla 4				2470,32
	TOTAL DE CALOR SENSIBLE INTERNO (vi) = (v + iv)				6909,00

CARGA TÉRMICA POR FUENTES INTERNAS (CALOR LATENTE), Q_{os}				
N°	Calor interno (personas)	N_{pers}	M (W/pers)	Q_{persS} (W)
1	ENFERMEROS (TRABAJO LIVIANO)	5	69	345
2	INTERNADOS (REPOSAR SENTADO)	15	30	450
	TOTAL DE CALOR LATENTE INTERNO (viii)			795,00

Tabla 7. Cálculo de la carga térmica de refrigeración

$C_{AR} = N_{pers} \times C_{aire}$			$[m^3/h]$
N_{pers}	C_{aire} $(m^3/hpers)$		
20	72		1440
CALOR SENSIBLE DEL AIRE EXTERIOR (vii) = $C_{AR} \times Cte \times \Delta t$			$[m^3.°C/h]$
C_{AR}	Cnte. Ce/Cv	Δt	
1440	0,25	11,5	4140
CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE			
Calor sensible externo (iii)			20264,51
Calor sensible interno (vi)			6909,00
CALOR SENSIBLE DEL AIRE EXTERIOR (vii) = $C_{AR} \times Cte \times \Delta t$			4140
Carga total de calor sensible (iii + vi + vii)			31313,51

*Es recomendado para un establecimiento de salud un aporte de aire exterior para ventilación de 72 m3/h por persona[10].

CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR (ix) = $C_{AR} \times Cte \times \Delta w$			$[m^3.g/h.kg]$
C_{AR}	Cnte. Cv/Ve	Δw	
1440	0,61	3,69	3241,30
CARGA TOTAL DE CALOR LATENTE			
Calor latente interno (viii)			795,00
Calor latente del aire exterior (ix)			3241,30
Carga total de calor latente (viii + ix)			4036,30

CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN, Q_R		
Carga total de calor sensible	31313,51	W
Carga total de calor latente	4036,296	W
TOTAL	35349,81	W

Tabla 8. Cálculo de la carga térmica de refrigeración

[10] Manual de ventilación, Soler y Palau. Edición 2012.

COEFICIENTE VOLUMÉTRICO DE REFRIGERACIÓN, G_R		
CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN	35349,81	W
Volúmen a refrigerar	476,28	m^3
Coeficiente volumétrico de refrigeración, G_R	**74,22**	W/m^3
Coeficiente volumétrico admisible de refrigeración, $G_R$adm	**16,25**	W/m^3

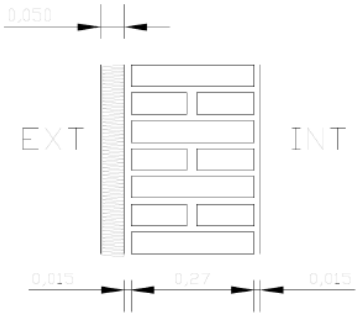
Tabla 9. Cálculo del coeficiente volumétrico de refrigeración G_R

HZGA "Dr. Ricardo Gutiérrez": Servicio Internación Clínica				
Zona bioambiental: IIIb (templada cálida húmeda)				
Localidad: La Plata, prov. de Buenos Aires	°D (24°C): 2710,5 °C			
Superficie considerada: 176, 40 m^2	Renovaciones de aire: 4 r/h			
Coef. de transmitancia térmica "K" de cerramientos [W / m^2 ºC] s/ Norma IRAM 11 605				
Elemento	A	B	K real	Verificación
Muro simple de ladrillo macizo - Esp.: 0,30 m	K máx. adm. INVIERNO		2,03	NO CUMPLE
	0,34	0,93		
	K máx. adm. VERANO			NO CUMPLE
	0,50	1,25		
Cubierta inclinada de tejas con ático	K máx. adm. INVIERNO		2,23	NO CUMPLE
	0,30	0,75		
	K máx. adm. VERANO			NO CUMPLE
	0,19	0,48		
(Norma IRAM 11 507 1-4)				
Ventana banderola, marco y hoja de chapa doblada	Categoría de aislación: K > 4 = no clasificable		5,82	NO CLASIFICA
Cálculo de coef. global de pérdidas térmicas (G_{cal}) en W/m^3K según Norma IRAM 11 604				
	G_{adm}		G_{cal}	Verificación
	1,39		3,07	NO CUMPLE
Cálculo de coef. global de ganancias térmicas (G_{ref}) en W/m^3 s/ Norma IRAM 11 659 -2				
	G_{adm}		G_{ref}	Verificación
	16,25		74,22	NO CUMPLE

Tabla 10. Síntesis de los resultados obtenidos para la situación actual.

CALCULO DEL COEFICIENTE DE TRNSMISIÓN TÉRMICA "K" DE CERRAMIENTOS

(Norma IRAM 11 601 y 11 605)

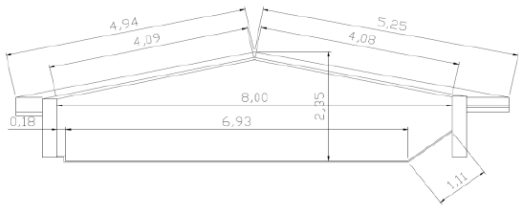
1	ELEMENTO MURO	
2	FORMA CONSTRUCTIVA MURO SIMPLE DE LADRILLO MACIZO ESP. 0,30 m + sistema EIFS	
3	ORIENTACIÓN NO - SE	
4	SENTIDO FLUJO DE CALOR Horizontal	
5	ZONA BIOAMBIENTAL IIIb - templada cálida húmeda	

6 Resistencia superficiales, capas de materiales y resistencias de cámaras de aire	7 espesor de cada capa e [m]	8 coeficiente conductividad λ [W / m °C]	9 resistencia térmica e / λ [m² °C / W]	10 densidad ρ [kg / m³]	11 peso por m2 e * ρ [kg / m²]
RSI (resistencia superficial interna)	—	—	0,130	—	—
PINTURA					
REVOQUE	0,015	1,160	0,013	1900,00	28,50
LADRILLO COMÚN	0,270	0,910	0,297	1500,00	405,00
REVOQUE	0,015	1,160	0,013	1900,00	28,50
PINTURA					
BASE COAT					
PLACA EPS 20KG/M3	0,050	0,035	1,429	20,00	1,00
BASE COAT					
BASE COAT					
REVESTIMIENTO ACRÍLICO					
RSE (resistencia superficial externa)	—	—	0,040	—	—

12	Resistencia total	[m² °C / W]	1,92
13	Coeficiente "K" de proyecto *K = 1 / R*	[W / m² °C]	0,52
14	Peso por m²		463

			A	B	C	
15	K máximo admisible INVIERNO	[W / m² °C]	0,34	0,93		Temperatura exterior de diseño (Ted) [°C]
	K máximo admisible VERANO		0,50	1,25		Zona Bioambiental IRAM 11.603

Tabla 11. Cálculo del coeficiente de transmitancia térmica “K” del cerramiento vertical exterior en la situación propuesta.

CALCULO DEL COEFICIENTE DE TRNSMISIÓN TÉRMICA "K" DE CERRAMIENTOS *(Norma IRAM 11 601 y 11 605)*		
1	ELEMENTO **CUBIERTA**	
2	FORMA CONSTRUCTIVA **Cubierta inclinada de tejas con ático + aislación térmica**	
3	ORIENTACIÓN **N, S, E, O**	
4	SENTIDO FLUJO DE CALOR **Vertical**	
5	ZONA BIOAMBIENTAL **IIIb - templada cálida húmeda**	

FORJADO

Resistencia	espesor de cada capa	coeficiente conductividad	resistencia térmica	densidad	peso por m2	área
Componentes del forjado	**e**	**λ**	**e / λ**	**ρ**	**e * ρ**	**A**
	[m]	**[W / m °C]**	**[m² °C / W]**	**[kg / m³]**	**[kg / m²]**	**[m²]**
Panel de lana de vidrio	0,02		0,600			176,4
Rf [m² °C / W]			0,60			

CUBIERTA

Área / Resistencia	espesor de cada capa	coeficiente conductividad	resistencia térmica	densidad	peso por m2	área	área / resistencia
Componentes del cubierta y muros laterales	**e**	**λ**	**e / λ**	**ρ**	**e * ρ**	**A**	**A / (e / λ)**
	[m]	**[W / m °C]**	**[m² °C / W]**	**[kg / m³]**	**[kg / m²]**	**[m²]**	**[°C / W]**
Tejas curvas (colonial)	0,02	0,70	0,02				
Lana de vidrio bajo teja	0,05		1,20				
Fieltro liviano de lana de vidrio	0,05		1,20				
Tabl. de fibra madera aglomerada	0,019	0,054	0,35				
Subtotal (techo)			2,77			182,41	65,77
MURO - 30cm + sistema EIFS			1,92			68,72	35,79
Sumatoria Aj/Rj [°C / W]							101,57

Rt [m² °C / W]	**2,34**
Rsi [m² °C / W]	0,10
Rse [m² °C / W]	0,04
Rtecho [m² °C / W]	2,48

Para Rt se toma en cuenta como ático sin ventilación o débilmente ventilado

$$R_T = R_f + \frac{A_f}{\sum \frac{A_j}{R_j}}$$

13	Coeficiente "K" de proyecto *K = 1 / R*	**[W / m² °C]**	**0,40**
14	Peso por m²		0

			A	B	C	
15	K máximo admisible **INVIERNO**	**[W / m² °C]**	0,30	0,75		Temperatura exterior de diseño (Ted) [°C]
	K máximo admisible **VERANO**		0,19	0,48		Zona Bioambiental IRAM 11.603

Tabla 12. Cálculo del coeficiente de transmitancia térmica “K” del cerramiento horizontal exterior en la situación propuesta.

Norma IRAM 11604 CALCULO COEFICIENTE GLOBAL DE PÉRDIDAS TÉRMICAS (Gcal)				
EDIFICIO (1) La Plata. Hospital Zonal General de Agudos "Dr. Ricardo Gutierrez". Internación clínica				
ENVOLVENTE (2)				
SUPERFICIE CALEFACCIONADA (3) m^2	ALTURA (4) m	PLANTAS (5)	VOLUMEN (6) m^3	
176,4	2,7	1	476,28	
CERRAMIENTOS OPACOS EXTERIORES (muros, techos, entrepisos sobre espacios abiertos).				
ELEMENTO	S (7) m^2	K_m (8) W/m^2K	$S*K_m$ (9)	W/K
1. Muro 30cm LC + sistema EIFS	81,03	0,52	42,14	
2. Cubierta inclinada de teja + aislación	176,40	0,40	70,56	
		Sumatoria (Σ)	112,70	
CERRAMIENTOS NO OPACOS EXTERIORES				
ELEMENTO	$S_{(10)}$ m^2	N (11)	K_v (12) (W/m2K)	S*K*N (13) W/K
1. V alum. DVH (6-12-6 mm) c/ruptor de p.t.	2,56	15	2,82	108,29
2. V alum. DVH (6-12-6 mm) c/ruptor de p.t.	2,2	1	2,82	6,20
		Sumatoria (Σ)		114,49
OTROS CERRAMIENTOS (Entrepisos sobre sótanos o muros que separan locales no calefaccionados)				
ELEMENTO	S (14) m^2	γ (15)	K_r (16) (W/m2K)	$S*\gamma*K_r$ (17) W/K
		Sumatoria (Σ)		0,00
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	PERÍMETRO (18) m	Pp (19) W/mK	Pérdida p (20) W/K	
	0	0	0	
PÉRDIDAS VOLÚMETRICAS POR INFILTRACIÓN DE AIRE (22) = 0,35 x (21)	n (21)	Pérdida n (22)	(W/m^3K)	
0,35	4,00	1,4		
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN = (9) + (13) + (17) + (20) =		227,19	(23) W/K	
PÉRDIDAS VOLUMÉTRICAS POR TRANSMISIÓN	(23) / (6) =	0,48	(24) W/m^3K	
PÉRDIDAS VOLUMÉTRICAS GLOBALES	$G_{cálculo}$	(22) + (24) =	1,88	(25) W/m^3K
	$G_{admisible}$	(tabla)	1,39	(26) W/m^3K

Tabla 13. Cálculo del coeficiente global de pérdidas térmicas (G_{cal})[11] para la situación propuesta.

[11] Para un establecimiento de salud, en el Servicio de Internación Clínica, se consideran 24° C de temperatura interior y 4 renovaciones de aire por hora. Fuente: LOPEZ, C.; 2011 – 'El camino hacia las primeras recomendaciones de instalaciones termomecánicas en hospitales' Anuario Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria (AADAIH).

CARGA TÉRMICA POR CONDUCCIÓN Q_c					
N°	Designación	Área total (m^2)	K ($W/m^2.K$)	Δt (°C)	q_c (W)
1	Vidriado NO + SE	39,4	2,82	11,5	1277,742
2	Muro NO	40,93	0,52	11,5	244,76
3	Muro SO				
4	Muro SE	40,1	0,52	11,5	239,80
5	Muro NE				0
6	Techo	176,4	0,4	11,5	811,44
7	Piso				0
				Carga térmica por conducción total, Q_c (i)	2573,74

Tabla 14. Cálculo de la carga térmica de refrigeración para la situación propuesta

CARGA TÉRMICA SOLAR Q_s					
I_s es la radiación solar total sobre el plano y F_{es} es el factor de exposición solar.					
N°	Designación, material y orientación	A (m^2)	I_s (W/m^2)	F_{es} (°C)	q_c (W)
1	DVH 6-12-6mm. Color ext. Azul, int. incoloro. NO	20,48	402	0,58	4775,12
2	SO				0
3	DVH 6-12-6mm. Color ext. Azul, int. incoloro. SE	20,12	268	0,58	3127,45
4	NE				0
				Carga térmica solar Q_s (ii)	7902,57
				TOTAL DE CALOR SENSIBLE EXTERNO (iii = i + ii)	10476,31

*Hora solar: 13 hs. Latitud 35° Sur.

Tabla 15. Cálculo de la carga térmica de refrigeración para la situación propuesta

CARGA TÉRMICA POR FUENTES INTERNAS (CALOR SENSIBLE), Q_{os}					
N°	Calor interno (personas)	N_{pers}	M (W/pers)		Q_{persS} (W)
1	ENFERMEROS (TRABAJO LIVIANO)	5	52		260
2	INTERNADOS (REPOSAR SENTADO)	15	47		705
N°	Calor interno (iluminación)	A (m^2)	C_T	q_{ilum} (w/m^2)	Q_{ilumS} (W)
1	TUBOS FLUORESCENTES - PASILLO	13,4	3	12	482,4
2	TUBOS FLUORESCENTES - HABITACIÓN	5,4	16	8	691,2
3	LÁMPARA LED - SOBRE CAMA	4,96	12	4	238,08
4	TUBOS FLUORESCENTES - BAÑO	2,75	6	8	132
5	LÁMPARA INCANDESCENTE - ANTEBAÑO	1,5	4	30	180
N°	Calor interno (artefactos)	N_{art}	Q_s (W/art)		Q_{artS} (W)
1	TV	5	300		1500
2	VENTILADOR DE PARED	5	100		500
	Subtotal de ganancias de calor por fuentes internas $Q_{oS} = Q_{persS} + Q_{ilumS} + Q_{artS}$ (iv)				4688,68
	Tabla 4 - Coef. de aportes de calor sensible por pérdidas en los conductos				0,10
	Ganancia de calor en conductos (v) = (iv + iii) . Valor de la tabla 4				1516,50
	TOTAL DE CALOR SENSIBLE INTERNO (vi) = (v + iv)				6205,18

CARGA TÉRMICA POR FUENTES INTERNAS (CALOR LATENTE), Q_{os}				
N°	Calor interno (personas)	N_{pers}	M (W/pers)	Q_{persS} (W)
1	ENFERMERXS (TRABAJO LIVIANO)	5	69	345
2	INTERNADXS (REPOSAR SENTADO)	15	30	450
	TOTAL DE CALOR LATENTE INTERNO (viii)			795,00

Tabla 16. Cálculo de la carga térmica de refrigeración para la situación propuesta

$C_{AR} = N_{pers} \times C_{aire}$			$[m^3/h]$
N_{pers}	C_{aire} $(m^3/hpers)$		
20	72		1440
CALOR SENSIBLE DEL AIRE EXTERIOR (vii) = $C_{AR} \times Cte \times \Delta t$			$[m^3.°C/h]$
C_{AR}	Cnte. Ce/Cv	Δt	
1440	0,25	11,5	4140
CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE			
Calor sensible externo (iii)			10476,31
Calor sensible interno (vi)			6205,18
CALOR SENSIBLE DEL AIRE EXTERIOR (vii) = $C_{AR} \times Cte \times \Delta t$			4140
Carga total de calor sensible (iii + vi + vii)			20821,49

*Es recomendado para un establecimiento de salud un aporte de aire exterior para ventilación de 72 m3/h por persona[12].

CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR (ix) = $C_{AR} \times Cte \times \Delta w$			$[m^3.g/h.kg]$
C_{AR}	Cnte. Cv/Ve	Δw	
1440	0,61	3,69	3241,30
CARGA TOTAL DE CALOR LATENTE			
Calor latente interno (viii)			795,00
Calor latente del aire exterior (ix)			3241,30
Carga total de calor latente (viii + ix)			4036,30

CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN, Q_R		
Carga total de calor sensible	20821,49	W
Carga total de calor latente	4036,30	W
TOTAL	24857,79	W

Tabla 17. Cálculo de la carga térmica de refrigeración para la situación propuesta

[12] Manual de ventilación, Soler y Palau. Edición 2012.

COEFICIENTE VOLUMÉTRICO DE REFRIGERACIÓN, G_R		
CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN	24857,79	W
Volúmen a refrigerar	476,28	m^3
Coeficiente volumétrico de refrigeración, G_R	**52,19**	**W/m^3**
Coeficiente volumétrico admisible de refrigeración, $G_R$adm	**16,25**	**W/m^3**

Tabla 18. Cálculo del coeficiente volumétrico de refrigeración G_R para la situación propuesta

HZGA "Dr. Ricardo Gutiérrez": Servicio Internación Clínica				
Zona bioambiental: IIIb (templada cálida húmeda)				
Localidad: La Plata, prov. de Buenos Aires	°D (20°C): 2710,5 °C			
Superficie considerada: 176, 40 m^2	Renovaciones de aire: 4 r/h			
Coef. de transmitancia térmica "K" de cerramientos [W / m^2 ºC] s/ Norma IRAM 11 605				
Elemento	A	B	K real	Verificación
Muro simple de ladrillo macizo - Esp.: 0,30 m + Sistema EIFS	K máx. adm. INVIERNO		0,52	CUMPLE
	0,34	0,93		
	K máx. adm. VERANO			CUMPLE
	0,50	1,25		
Cubierta inclinada de tejas con ático + AISLACIÓN TÉRMICA	K máx. adm. INVIERNO		0,4	CUMPLE
	0,30	0,75		
	K máx. adm. VERANO			CUMPLE
	0,19	0,48		
(Norma IRAM 11 507 1-4)				
Ventana de abrir de aluminio. DVH (6-12-6) y RPT	Categoría de aislación: K4: 2,0 < K < 3,0		2,82	CLASIFICA
Cálculo de coef. global de pérdidas térmicas (G_{cal}) en W/m^3K según Norma IRAM 11 604				
	G_{adm}		G_{cal}	Verificación
	1,39		1,88	NO CUMPLE
Cálculo de coef. global de ganancias térmicas (G_{ref}) en W/m^3 s/ Norma IRAM 11 659 -2				
	G_{adm}		G_{ref}	Verificación
	16,25		52,19	NO CUMPLE

Tabla 19. Síntesis de los resultados obtenidos para la situación propuesta.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Balance Energético Nacional 2017. Argentina. Secretaría de Energía, Ministerio de Planificación Federal, Inversión pública y servicios; 2017.

- Evans M y Shiller S. Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar. 2° ed. Ciudad autónoma de Buenos Aires: Centro CAO-FADU-UBA; 1991.

- Chévez P. Energías Renovables y Eficiencia Energética. Análisis de medidas orientadas al sector residencial. [Tesis de especialización]. Ciudad autónoma de Buenos Aires: Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Exactas; 2017.

- Czajkowski J. Construcciones Sustentables y la Ley 13059. 1° ed. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable; La Plata: Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación. GBA, 2018.

- Czajkowski J. Red de salud, edificios hospitalarios. En: Edificios Inteligentes. Una concepción integral para los requisitos en la arquitectura. La Plata: Editorial de la U.N.L.P; 1999. p 91-104.

- Discoli C. El diagnóstico de la gestión productiva-energético-ambiental de las redes territoriales del sector salud. 1° ed. La Plata: Editorial de la U.N.L.P; 1998.

- Hirst E. Analysis of hospital Energy audits. ENERGY POLICY, 1982: 225-232.

- International Energy Agency. World Energy Outlook. Executive Summary [Internet]. Paris: IEA publications; 2016 [Consultado 20 de Octubre de 2019]. Disponible en: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyOutlook2016ExecutiveSummaryEnglish.pdf

- Karliner y Guenther. Agenda global para hospitales verdes y saludables. Red global para hospitales verdes y saludables. [Internet]. Salud sin daño; 2011 [Consultado 8 de Agosto de 2018]. Disponible en: http://www.hospitalesporlasaludambiental.net/wp-content/uploads/2011/10/Agenda-Global-para-Hospitales-Verdes-y-Saludables.pdf.

- Kuchen E, Alonso-Frank A, Alamino-Naranjo Y, Arballo B, Galdeano M y Accolti E. Eficiencia energética en edificios públicos. Procedente del 5° Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura. San Juan, Argentina; 2016.

- Kuchen E. Eficiencia energética y confort en edificios públicos. PROYECTARQ. 2017; 21: 28-31.

- Liu K y Baskaran B. Thermal Performance of Green Roofs through Field Evaluation, Proceedings of Green Rooftops for Sustainable Communities. Chicago; 2003.

- Lopez C. El camino hacia las primeras recomendaciones de instalaciones termodinámicas en hospitales. AADAIH. 2011; 4: 84-87.

- Martini I. Metodología de cálculo de las demandas edilicias-energéticas-productivas aplicadas a las redes de salud y educación, utilizando diferentes niveles de integración. Procedente del 5° Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e 2° Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construido. Fortaleza, Brasil; 1999.

- Martini I. Diagnóstico y Mejoramiento de los procesos de gestión edilicia energética productiva en las Redes de Salud. [Tesis doctoral]. Salta: Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Exactas; 2010.

- Ministerio de Salud y desarrollo Social. Listado Establecimientos de Salud Asentados en el Registro Federal (REFES). Argentina: Secretaría de Gobierno de Salud. Secretaría de Regulación y Gestión Sanitaria. Dirección Nacional de Calidad de Servicios de Salud y Regulación Sanitaria; 2018 [Consultado 11 de Agosto de 2019]. Disponible en: http://www.datos.salud.gob.ar/dataset/listado-establecimientos-de-salud-asentados-en-el-registro-federal-refes

- Norma IRAM N° 11 507-1. 1° ed. Argentina: Instituto de Racionalización Argentino de la República Argentina; 2001. Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos básicos y clasificación.

- Norma IRAM N° 11 601. 3° ed. Argentina: Instituto de Racionalización Argentino de Materiales; 2002. Aislamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de los materiales para la construcción. Método de cálculo de la resistencia total.

- Norma IRAM N° 11 603. Argentina: Instituto de Racionalización Argentino de Materiales; 1996. Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.

- Norma IRAM N° 11 604. 2° ed. Argentina: Instituto de Racionalización Argentino de la República Argentina; 2001. Ahorro de energía en calefacción.

- Norma IRAM N° 11 605. 1° ed. Argentina: Instituto de Racionalización Argentino de la República Argentina; 1996. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de Transmitancia Térmica K.

- Norma IRAM N° 11 659. 1° ed. Argentina: Instituto de Racionalización Argentino de la República Argentina; 2004. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración.

- Norma IRAM N° 11 900. 1° ed. Argentina: Instituto de Racionalización Argentino de la República Argentina; 2017. Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo.

- Olgyay V. Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. 15° ed. Editorial Gustavo Gili - Princeton University Press. Málaga; 2019.

- Raffino M. Energías limpias [Internet]. Argentina: Concepto. De. [Internet]. [Consultado 25 de Octubre de 2019]. Disponible en: https://concepto.de/energias-limpias/

- Secretaria de energía. Balances energéticos. Argentina: Secretaría de Gobierno de Energía. Subsecretaría de Planeamiento Energético. Dirección Nacional de Información Energética; 2018 [Consultado 10 de Agosto de 2019]. Disponible en: http://datos.minem.gob.ar/dataset/balances-energeticos

- Serra Florensa R y Coch Roura H. Arquitectura y Energía Natural. 1° ed. Barcelona: Editorial Universitat Politécnica de Catalunya; 1995.

- Steffen W, Broadgate W, Deutsch L, Gaffney O y Ludwin C. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. ANTHROPOCENE REV. 2015; 2(1): 81-98.