



TRABAJO INTEGRADOR FINAL

**SOLUCIONES DE SUSTENTABLES PARA UNA VIVIENDA
EN DIQUE LUJÁN**

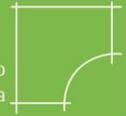
MEMORIA

Carrera:

ESPECIALIZACION EN ARQUITECTURA Y HABITAT SUSTENTABLE

ARQ. ANALÍA N. AFONSO

2015

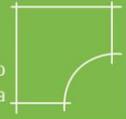


PRÓLOGO

En el trabajo integrador final desarrollado en el marco de la especialización en arquitectura y hábitat sustentable se buscó consolidar un proyecto de arquitectura que unifique los criterios de sustentabilidad estudiados. Se llevó adelante en conjunto con la Arquitecta Laura Romanello y consistió en la evaluación de un proyecto realizado en nuestra labor profesional mediante estudios de carácter bioclimático y verificando la aplicación de estrategias de sustentabilidad.

La elaboración de las soluciones de sustentabilidad para aplicar en la vivienda no solo se consideró los resultados obtenidos en dichos estudios, sino también la incorporación de estrategias que no exigen evaluación para verificar su efectividad, por ejemplo la incorporación de estacionamiento de bicicletas. El nuevo proyecto también fue sometido a los estudios para evaluar el grado de efectividad de las estrategias adoptadas.

La arquitectura sustentable es un tema que hoy en día está en plena difusión. Muchos arquitectos, empresas y publicaciones se remiten a temas de sustentabilidad sin mostrar las verificaciones de lo que denominan sustentable o eficiente. Este trabajo muestra una posible forma de difundir el trabajo que realizamos.



AGRADECIMIENTOS

Realizar esta especialización nos hubiera sido posible sin la ayuda de nuestras familias y esposos. Viajar a la Ciudad de La Plata y vivir allí durante la cursada requirió su paciencia y ayuda en los temas que dejamos pendientes en Buenos Aires.

La hospitalidad con la que nos han recibido nuestros compañeros de la especialización oriundos de La Plata ha hecho esta trayectoria amena, al igual que los directivos y profesores que han contribuido en todo lo que hemos necesitado.

Debemos agradecer también al CIHE - FADU (Centro de Investigación de Hábitat y Energía), por haber compartido los programas con los que hemos realizado muchos de nuestros trabajos y haber permitido utilizar su biblioteca e instrumental.



INDICE

1 INTRODUCCIÓN	4
1.2 Situación energética en Argentina	4
2 METODOLOGÍA	6
3 ANALISIS DEL SITIO	7
3.1 Ubicación	7
3.2 Características naturales	8
3.3 Situación urbana y social	9
3.4 Características del clima	12
3.5 Pautas de diseño bioclimático	19
4 CASO DE ESTUDIO	20
4.1 Descripción del comitente y programa de necesidades	20
4.2 Documentacion grafica del proyecto original	20
5 ANALISIS DEL PROYECTO ORIGINAL	24
5.1 Implantación, Orientación	24
5.2 Estudio de radiacion solar y asoleamiento	25
5.3 Analisis de ventilación	36
5.4 Estudio de características higrotérmicas de la envolvente	37
6 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE CERTIFICACIÓN LEED	53
6.1 Descripción de sistema Leed	53
6.2 Metodología de analisis	54
6.3 Planilla de puntuación Leed	54
7 CONCLUSIONES SOBRE EL PROYECTO ORIGINAL	57
8 PROYECTO MEJORADO	59
8.1 Características del proyecto	59
9 VERIFICACIÓN DE LAS MEJORAS ALCANZADAS	63
9.1 Estudio de asoleamiento	63
9.2 Analisis de ventilación	67
9.3 Estudio de características higrotérmicas de la envolvente	68
9.4 Sistemas de iluminación natural	82
9.5 Diseño del paisaje	87
9.6 Eficiencia energética	88
9.7 Estudio de prefactibilidad de certificación Leed	94
10 CONCLUSION GENERAL	96
11 BIBLIOGRAFÍA	98
12 ANEXOS	100



1. **INTRODUCCIÓN:**

Desde que la humanidad necesitó construir su refugio siempre fue el factor climático el principal condicionante. Con el desarrollo de nuevas fuentes de energía, el hombre pudo modificar su Habitat para lograr un mayor confort abasteciéndose de las nuevas energías.

Hasta los años setenta la humanidad no tuvo consciencia de que el tipo de energía que estaba consumiendo era un recurso finito ni del daño que podría esto ocasionarle al planeta y por ende a sí mismo. El despilfarro a lo largo de los años, sumado a un crecimiento poblacional llevó esta situación al extremo en el que vivimos hoy.

Actualmente, la energía es un factor de gran importancia para lograr el crecimiento económico de los países. Esto se debe a la estrecha relación que existe entre la demanda de energética de cada país y el crecimiento del producto bruto interno. El aumento progresivo de la demanda de energía se debe en gran medida al incremento en el nivel de vida de la población.

La dependencia a los recursos energéticos no renovables sumados a la preocupación por el cambio climático y los compromisos de los países para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero han obligado a buscar una mayor eficiencia en los procesos productivos, en el uso de la energía en general así como a desarrollar uso de fuentes de energía no fósiles. Además del grave deterioro ambiental que produce la utilización intensiva de derivados del petróleo, debemos asumir que el agotamiento inexorable de fuentes fósiles requiere cambios fundamentales en el diseño de ciudades y edificios a fin de reducir la demanda de energía no renovable.

Cada vez que diseñamos y/o construimos un objeto, estamos planeando, diseñando y/o construyendo un consumo energético inherente a dicho objeto, durante toda la vida útil del mismo. Los arquitectos tenemos un papel en el cual podemos y tenemos el deber de hacer algo para reducir las emisiones de CO2 desde los edificios que construimos. Globalmente, un porcentaje muy alto del total de la energía consumida, es utilizada en el funcionamiento de edificios residenciales y comerciales. Los profesionales de la industria de la construcción (desarrolladores, diseñadores, arquitectos, constructores) mediante su labor pueden colaborar considerablemente a paliar los problemas energéticos que enfrenta la humanidad. Pero el trabajo profesional indefectiblemente debe ser acompañado por políticas de estado que fomenten las prácticas relacionadas con el ahorro energético y la utilización de fuentes energías renovables en edificios.

1.2 **Situación energética en Argentina**

En el caso de la Argentina, el consumo de combustibles fósiles (principalmente gas natural y derivados de petróleo) ha superado al 80% de la oferta de energía total primaria y se ha mantenido alrededor de estos porcentajes por más de treinta años.

El consumo de la Argentina se divide principalmente en el sector transporte, Residencial, e Industria. Pero si sumamos el consumo del sector residencial, al sector comercial y público representan un 40% del total de la energía consumida en el país.

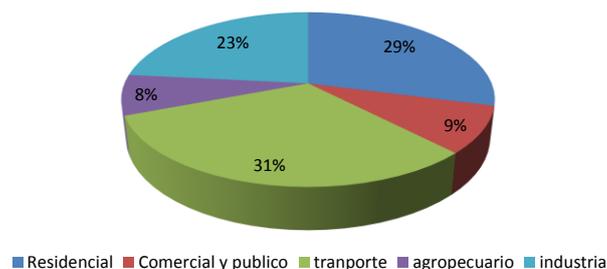


Figura 1: Consumo de energía por sectores Fuente: Balance Energético Nacional 2013, Secretaría de Energía de la República Argentina. Elaboración propia.



Es decir que el sector edilicio, (según cuadro figura 2) tiene un consumo de aproximadamente 226 millones de MWh (megavatios/hora). A la fecha una vivienda argentina promedio es la que más energía consume en Latinoamérica y supera la media mundial. (ICOSE)

Según Balance Energético (2012)	
Consumo Total	48.587 kTep
Edificios	19.435 kTep
(1 kTep = 11.630 MWh)	

Figura 2: Consumo energético de los edificios en Argentina. (kTep) Fuente: Balance Energético Nacional 2012, Secretaría de Energía de la República Argentina. Elaboración propia.

Los edificios, utilizan alta proporción de todos los recursos energéticos a nivel nacional y mundial para obtener un servicio: principalmente acondicionamiento ambiental: calefacción, refrigeración, iluminación y ventilación.

Dentro del consumo residencial por porcentaje mayor del consumo se representan en el gas natural, le sigue en importancia la electricidad. (Figura 3). En correspondencia con este consumo en el figura 4, el consumo mayor de energía tiene relación con la demanda de calefacción, que en nuestro país utiliza gas natural.

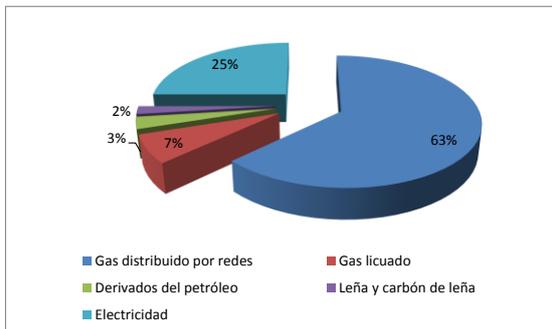


Figura 3: Consumo residencial por tipo de energía Fuente: Balance Energético Nacional 2012, Secretaría de Energía de la República Argentina. Elaboración propia.

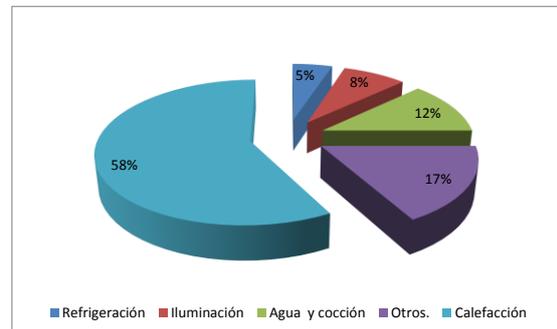
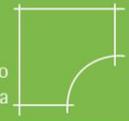


Figura 4: Aplicación del consumo en sector residencial Fuente: Secretaría de Energía de la Nación: Balance Energético Nacional, 2006. Elaboración propia.

Queda demostrado en este capítulo la responsabilidad que tienen el funcionamiento de los edificios y en especial los del sector residencial dentro de la problemática energética y las consecuencias climáticas que trae aparejadas el uso de fuentes no renovables de energía.



2. METODOLOGIA

Para la realización de este trabajo integrador en primer lugar se seleccionará un proyecto existente que tenga posibilidad de mejorarse en cuanto a su sustentabilidad.

Se comenzará por el estudio del proyecto desde el aspecto bioclimático. Por lo cual se analizarán en primer lugar las características climáticas del terreno que como consecuencia determinarán las pautas adecuadas para aplicar en este clima.

En segunda instancia se evaluará el proyecto existente para determinar cuáles es el funcionamiento del mismo y verificar si responde a las características del clima en donde está inserto. Se realizarán sobre el proyecto los siguientes estudios:

- a) Implantación, orientación.
- b) Estudios de asoleamiento, tanto penetración solar como sombras en invierno, verano y equinoccios.
- c) Análisis de los vientos y ventilaciones.
- d) Evaluación del comportamiento de la envolvente basados en los cálculos especificados por las normas IRAM contempladas en la ley 13.059 de la Provincia de Buenos Aires.
- e) Prefactibilidad de Certificación Leed.

Una vez realizadas las evaluaciones anteriormente detalladas se podrán definir cuáles serán las mejoras a implementar en el proyecto. De este modo se planteará un nuevo proyecto mejorado en donde se implementarán las medidas necesarias para optimizar los recursos naturales y características del terreno logrando un proyecto bioclimático. Luego se podrán incorporar otras estrategias para lograr aún mayor sustentabilidad en el proyecto como:

- a) Eficiencia energética.
- b) Energías renovables.
- c) Diseño del paisaje.
- d) Eficiencia en el uso del agua
- e) Reducción del efecto isla de calor.
- f) Iluminación Natural
- g) Sistemas de acondicionamiento térmico eficientes.

En consecuencia del perfeccionamiento del proyecto en todos los aspectos anteriormente descriptos se realizará nuevamente la prefactibilidad del proyecto a obtener una Certificación Leed.



3. ANALISIS DEL SITIO

3.1 Ubicación:

El terreno que disponen para construir la vivienda familiar, se ubica en el Partido de Tigre, en un barrio cerrado llamado San Isidro Labrador, que es el más antiguo de un complejo de barrios cerrados nucleados con el nombre de Villanueva (ver figura 5), desarrollados por la empresa Eidico. En la localidad de Dique Luján, dentro del Partido de Tigre



Figura 5: Ubicación del complejo Villanueva en Dique Luján tigre. Fuente: empresa EIDICO



El Partido de Tigre forma parte de la segunda corona de la Región Metropolitana de la Ciudad de Buenos Aires, ubicándose en la zona norte de la misma. El partido abarca la primera sección del Delta del Paraná y sus islas de baja altitud, así también como una zona continental que se divide en varias localidades, entre ellas la de Dique Luján, en donde se ubica el barrio cerrado en cuestión. (Figura 6)



Figura 6. Ubicación de la Localidad de Dique Luján.

Fuente: <http://www.librodetigre.org/vivir.html>.

El partido limita al norte con el Río Paraná de las Palmas separándolo del Partido de San Fernando, al este con el Río de la Plata, al sudeste con los partidos de San Fernando, San Isidro y San Martín, al suroeste con los partidos de San Miguel y Malvinas Argentinas y al noroeste con el Partido de Escobar. Ocupa una superficie de 148 km² en el continente y 220 km² de islas, y su población era de 380.709 habitantes en 2010.

3.2 Características naturales

La sección continental del municipio, está separada del sector insular del Delta del Paraná por el río Luján.

La localidad de Dique Luján se encuentra dentro de una región conformada por amplias llanuras chatas con drenaje impedido que se extienden desde la antigua barranca del río Paraná hasta el Río Luján.

Por su cercanía a las Islas la localidad de Dique Luján, presenta rasgos similares a la primera sección del Delta, constituyendo una zona de transición entre el delta propiamente dicho y el continente.(figura 7)

Se pueden diferenciar dos ambientes análogos a los de la primera sección del Delta, uno más elevado y cercano al río o a los arroyos, que se denomina albardón donde los suelos son más firmes a causa de la alternancia de periodos secos y de saturación y otro ambiente, de cota más baja y anegadiza denominado bañado donde se desarrollan suelos con características semipantanosas. Este último es el ambiente predominante superando el 80 % de la superficie total.

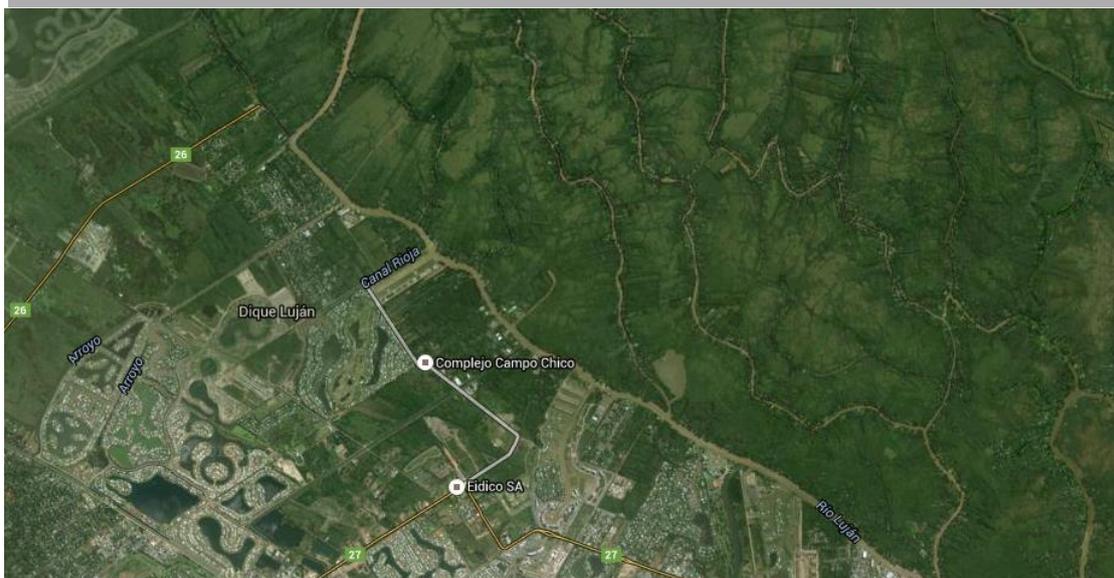


Figura 7: Imagen aérea de Dique Luján y el Delta. Fuente: Captura de Google earth

El río Luján, que separa la localidad de la primera sección de islas, posee un caudal medio, recibe los aportes del Paraná a través del canal Gobernador Arias y además en la localidad encontramos varios canales de distinta envergadura. El régimen de mareas genera la presencia de inundaciones varias veces al año.

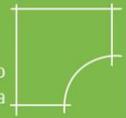
La vegetación predominante consiste en pastizales, juncales y esteros en las partes más bajas con especies exóticas naturalizadas y ampliamente difundidas como lirio amarillo, fresno y una amplia variedad de plantas acuáticas. En las áreas de mayor altura se puede encontrar algunos ejemplares de ñandubay, algarrobo blanco y espinillo y con mayor difusión resabios de lo que se da en llamar monte blanco formado por ceibos y sauces.

La extensión de la mancha urbana del AMBA (Área Metropolitana de Buenos Aires) impulsada por el desarrollo inmobiliario se ha manifestado en el Municipio de Tigre especialmente en forma de barrios cerrados. En los últimos años Dique Luján fue modificada por la construcción de obras de infraestructura y modificaciones topográficas para el asentamiento de los mismos. Se tratan de terrenos baratos, rodeados de barrios rurales, que los inversores compran, modifican su topografía y logran un precio de reventa considerablemente mayor. Estos proyectos rellenan grandes extensiones de tierra generan lagunas y lagos artificiales logrando así modificar el aspecto y la condición inundabilidad de los terrenos, trayendo consecuencias perjudiciales tanto al hábitat natural como a los barrios circundantes. En la figura 7 se puede apreciar la modificación que ha sufrido la zona para lograr este fin.

Precisamente en lo referido a las condiciones deltáicas que se registran en Dique Luján, partido de Tigre “La novedad de las «urbanizaciones acuáticas» es que no sólo explotan renta urbana, sino también renta natural, destruyendo la capacidad de los humedales de producir una serie de servicios ecológicos de importancia regional” (Pintos y Narodowski, 2012). Los servicios ecológicos son beneficios para la humanidad, son las funciones que regulan y mantienen la estabilidad del paisaje como: la oferta de hábitat, la captura y transformación de nutrientes, la detoxificación de las aguas, el balance de la bioproduktividad, la regulación de la población de plantas y animales, la atenuación de inundaciones, la protección del suelo por la vegetación nativa, entre otras (Morello 2000).

3.3. Situación urbana y social

El fenómeno de expansión de la mancha urbana de las grandes ciudades suele darse generalmente sin una planificación, razón por la cual los pueblos cercanos, en su mayoría rurales, van



siendo incorporados a la misma se van viendo perjudicados por las transformaciones que esto implica. Su vida se va paulatinamente urbanizando y pierden la identidad rural que los definía.

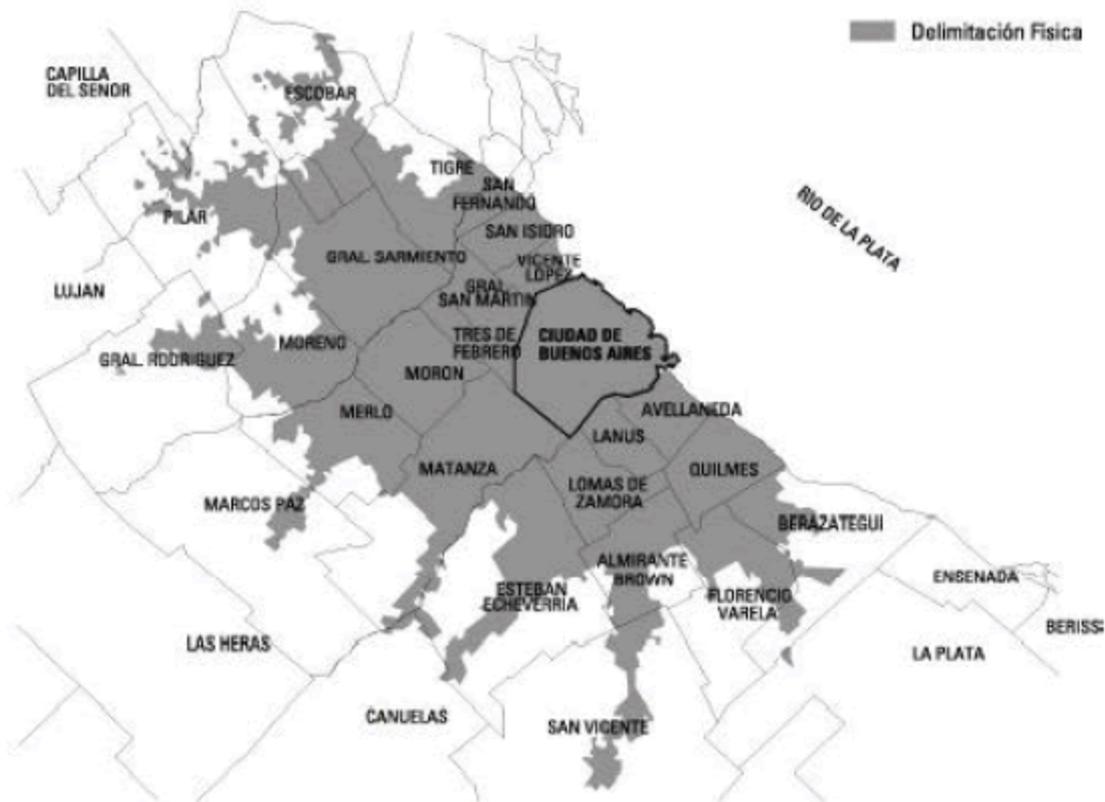


Figura 8: Expansión de la mancha urbana de la Ciudad de Buenos Aires. Fuente: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-373X2006000100026&script=sci_arttext

Sucede que estos territorios que conforman el periurbano de la ciudad se ven afectados por un aumento del valor de la tierra, en donde las actividades agropecuarias ya no son rentables y por el contrario la actividad inmobiliaria comienza a ser más conveniente y trae consigo otras actividades relacionadas. Esta situación genera la reducción del sector agropecuario en la zona: algunos productores deciden trasladar sus actividades a zonas más alejadas y otros van pasando de una sola producción a la diversificación y posteriormente, al paso de algunos integrantes de las familias a rubros no rurales.

Otro problema consiste en las tensiones y conflictos que se generan entre los distintos actores sociales del periurbano (gobiernos locales, productores intensivos, habitantes de los nuevos emprendimientos urbanísticos) (Feito, 2011).

En Dique Luján la proliferación de los barrios cerrados, en los últimos años ha impactado notoriamente sobre la población local. Estas nuevas urbanizaciones han traído una serie de obras tendientes a urbanizar como son: asfaltado de accesos y calles internas, construcción de un puente y de un paseo sobre el canal Villanueva, mejoras en los servicios entre otras, que no solo modifican la dinámica social de la población, sino también a las características ecosistémicas que le dan identidad como parte continental del humedal bajo delta del Paraná. (Ver figs. 9 y 10)

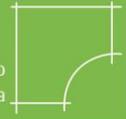


Figura 9: Imagen Dique Luján. Fuente:
<http://www.panoramio.com/photo/16894407>



Figura 10: Imagen Barrio Complejo Villanueva.
Fuente:
<http://www.toribioachavaltigre.com.ar/datos-utiles/informacion-de-barrios/complejo-villanueva/>

En el año 2006 la realización de los terraplenes rodeando la localidad para detener las crecidas, marca un punto de inflexión a partir del cual determina un cambio rotundo en la localidad que a continuación lo siguieron muchas nuevas obras que trajeron otros cambios a la población. Las costas de los ríos y canales donde se practicaba la pesca libremente, los lugares donde atracaban lanchas que venían del Delta, se redujeron o directamente desaparecieron como consecuencia de emprendimientos privados aunque hay regulaciones al respecto que establece que la vera de los cursos de agua es de uso público.

La singularidad del lugar (presencia de canales, arroyos, su biodiversidad) dio como resultado su transformación de productivo agrícola a residencial. En donde sectores de mayor poder adquisitivo de la sociedad, se ven atraídos por las ventajas del lugar y se generan de esta manera nuevas áreas, donde se observa una gran diferenciación entre los sectores sociales antiguos y nuevos.

En Dique Luján podemos encontrar barrios y casas humildes ubicadas en un sector del pueblo (Rialto), familias de clase media conformada por obreros y empleados que pueblan Dique y Villa La Ñata y un sector de familias de mayor poder adquisitivo con casas de fin de semana ubicadas principalmente sobre la calle Belgrano. En cuanto a los habitantes de estos barrios cerrados en un gran porcentaje son personas provenientes de la capital federal o zonas más densas de la provincia de buenos aires que se mudan a esta zona con el fin de disfrutar de la naturaleza y tener una vivienda unifamiliar con terreno y a su vez sentirse seguros, ya que estos barrios cuentan con seguridad privada. Éstos en su mayoría se trasladan a la capital federal para trabajar por lo cual las actividades económicas más numerosas en la zona son las relacionadas con los servicios, esparcimiento y los relacionados con las obras en construcción.

3.4 Características del Clima

De acuerdo con la norma IRAM 11603 donde se desarrolla la clasificación bioambiental de la República Argentina, la vivienda pertenece a la zona IIIb:

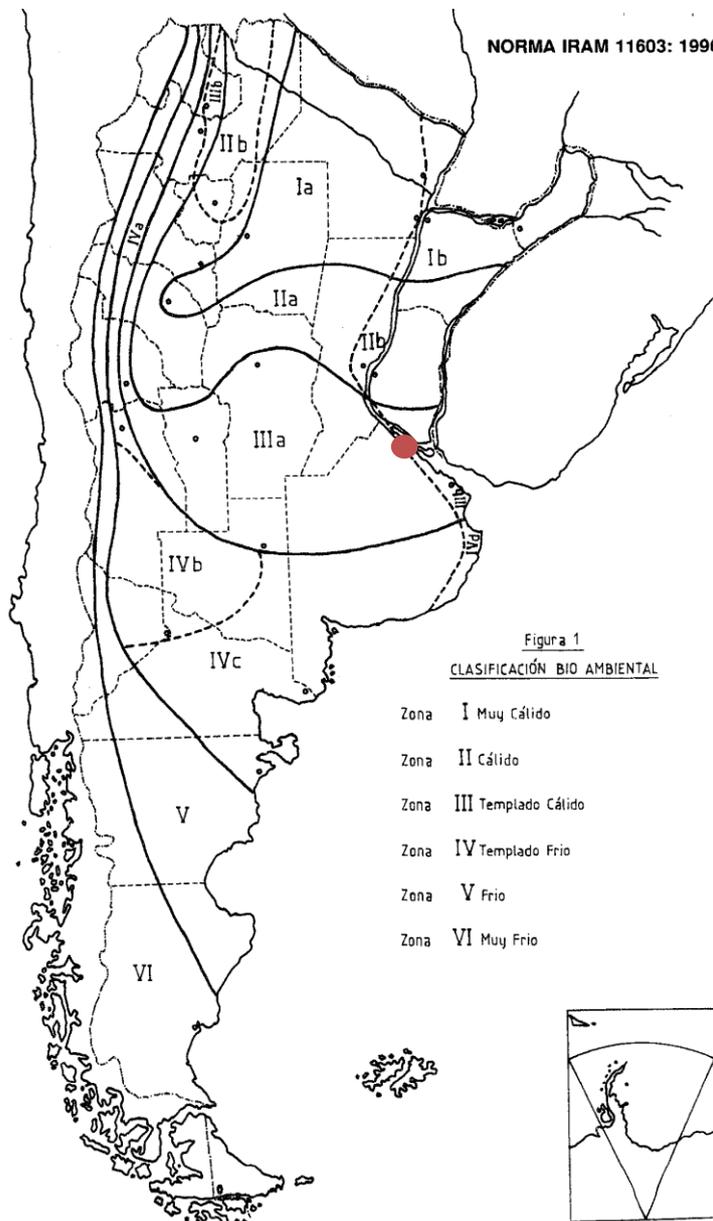


Figura 11: Mapa bioambiental de la República Argentina. Fuente: Norma IRAM 1160/1996.

3.4.1 Análisis de datos climáticos

Para realizar el presente trabajo se realizó un procesamiento de los datos de clima entregados durante la cursada de la materia clima y confort de la localidad de San Fernando en el programa e-clima, propiedad del Centro de Investigación de Hábitat y Energía (CIHE) de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UBA. Para establecer los parámetros de confort de temperatura se adoptaron

aquellos calculados por el archivo temphora.xls, que tiene en cuenta la variabilidad según el aclimatamiento de los habitantes de cada localidad.

La zona Bioambiental III está definida por una región en la que los valores de la temperatura efectiva corregida media tienen un rango entre 24,6 °C y 22,9 °C. Durante la época estival esta zona presenta temperaturas máximas medias superiores a 30°C en la zona oeste y valores medios entre 20 °C y 26 °C. 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

La zona b se caracteriza por tener amplitudes térmicas menores que 14°C.

a) Características térmicas:

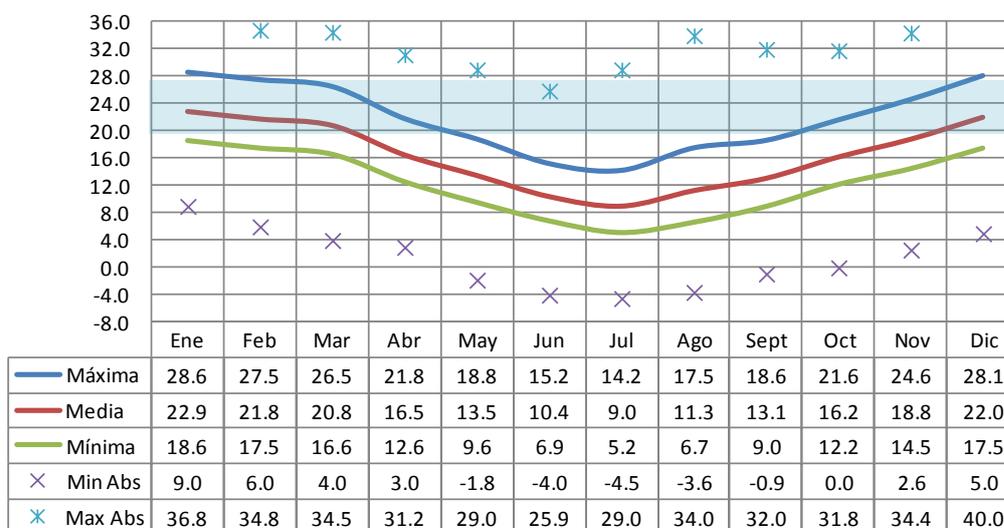


Figura 12: Buenos Aires: Temperaturas medias y absolutas

Fuente: datos procesados en el programa e-clima

La zona de confort se estableció de acuerdo a los datos obtenidos en el archivo TempHora.xlsx.

■ Zona de Confort.

Las temperaturas de confort se establecieron utilizando el programa TempHora. (ver figura 12). Los valores obtenidos corresponden a 20,2°C de temperatura mínima de confort y 27,2°C de temperatura máxima de confort.

Se trata de una ciudad ubicada en un clima templado. Las temperaturas medias máximas generalmente registradas alrededor de las 14:00 horas, superan la máxima de confort en los meses de verano. En los meses de invierno se encuentran por debajo del rango de confort alcanzando en julio máximas medias de 14,2°C. Las temperaturas mínimas medias se encuentran todo el año bajo la zona de confort.

Se trata de un clima de baja amplitud térmica, ya que no supera los 10,8°C, manteniéndose alrededor de los 9°C a lo largo de todo el año.

Mes	Amp
Ene	10.0
Feb	10.0
Mar	9.9
Abr	9.2
May	9.2
Jun	8.3
Jul	9.0
Ago	10.8
Sept	9.6
Oct	9.4
Nov	10.1
Dic	10.6
PROM	9.7

Figura 13: Buenos Aires: Amplitud térmica media diaria

Fuente: datos procesados en el programa e-clima

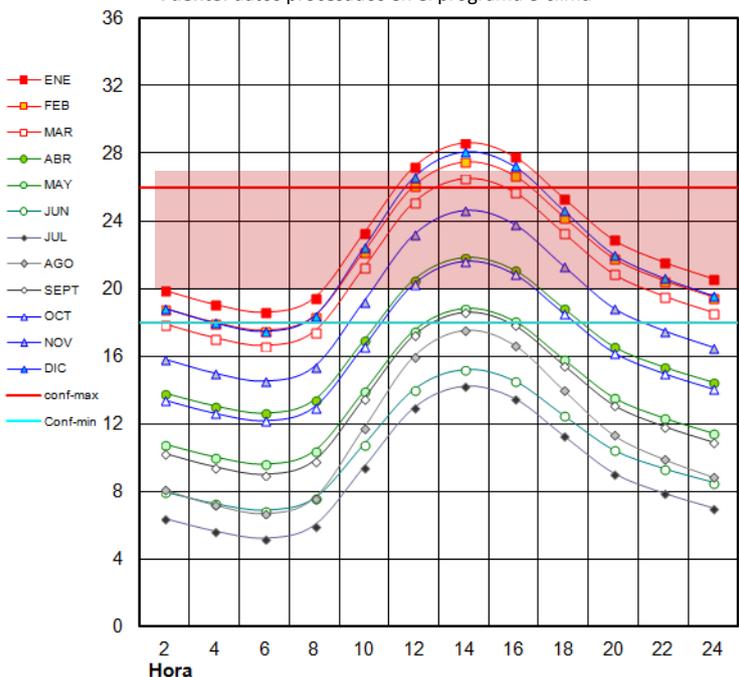
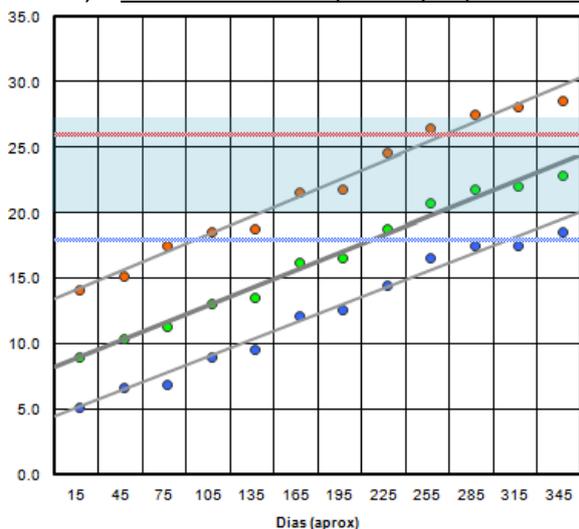


Figura 14: Buenos Aires: Temperaturas Horarias
Fuente: datos procesados en el programa e-clima
Zona de Confort.

En los meses de invierno las temperaturas medias se encuentran todo el día bajo el rango de confort. Durante la primavera y el otoño en horas cercanas al mediodía las temperaturas entran en el rango del confort, mientras que en el verano durante la noche las temperaturas aún se encuentran por debajo del límite mínimo, y en horas del mediodía por encima del límite máximo.

a) Grados Días de Calefacción y Enfriamiento



Figuras 15 y 16 Buenos Aires: Grados Días
Fuente: datos procesados en el programa e-clima

- Temperaturas Medias promedio (utilizadas para el cálculo de grados días)
- Temperaturas Mínimas Promedio
- Temperaturas Máximas Promedio
- Zona de Confort

Mes	Max media	Min media	Media	Base GD	Nº de Días	
ENERO	29.3	19.8	24.55	20	31	-141.05
FEBRERO	28.2	18.8	23.5	20	28	-98
MARZO	27.3	18.0	22.65	20	31	-82.15
ABRIL	22.6	14.0	18.3	20	30	51
MAYO	19.6	11.3	15.45	20	31	141.05
JUNIO	15.9	8.5	12.2	20	30	234
JULIO	15.0	7.1	11.05	20	31	277.45
AGOSTO	18.0	8.8	13.4	20	31	204.6
SEPTIEMBRE	19.5	10.4	14.95	20	30	151.5
OCTUBRE	22.3	13.3	17.8	20	31	68.2
NOVIEMBRE	25.3	15.8	20.55	20	30	-16.5
DICIEMBRE	28.8	18.6	23.7	20	31	-114.7
Grados días de calefacción						1127.8

Las temperaturas medias en Buenos Aires se encuentran durante 4 meses del año dentro de la zona de confort, mientras que los meses restantes se encuentran por debajo del límite mínimo. La suma de la diferencia de grados centígrados -de esos meses en los que se necesitaría calefaccionar - entre la media diaria y la base (20°C, en coincidencia con la mínima de confort) a lo largo de todos los días del año, suman 1127 Grados Días.

b) Características de Humedad Relativa y Precipitaciones

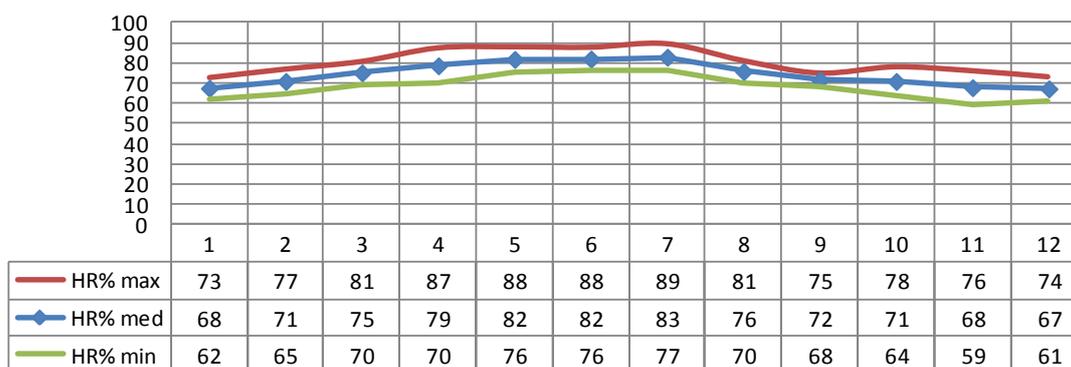


Figura 17: Buenos Aires: Humedad Relativa

Fuente: datos procesados en el programa e-clima

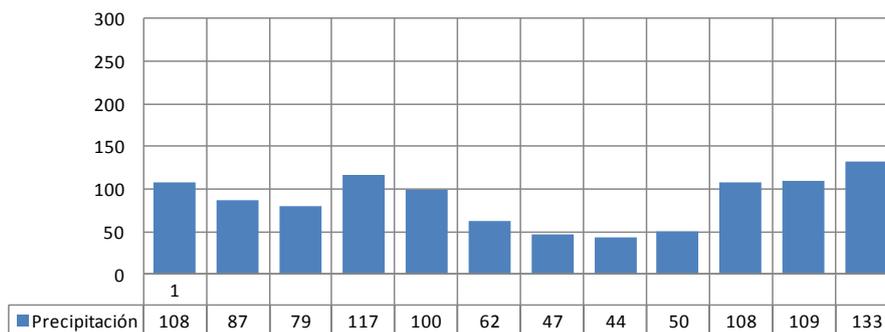


Figura 18: Buenos Aires: Precipitaciones (mm)

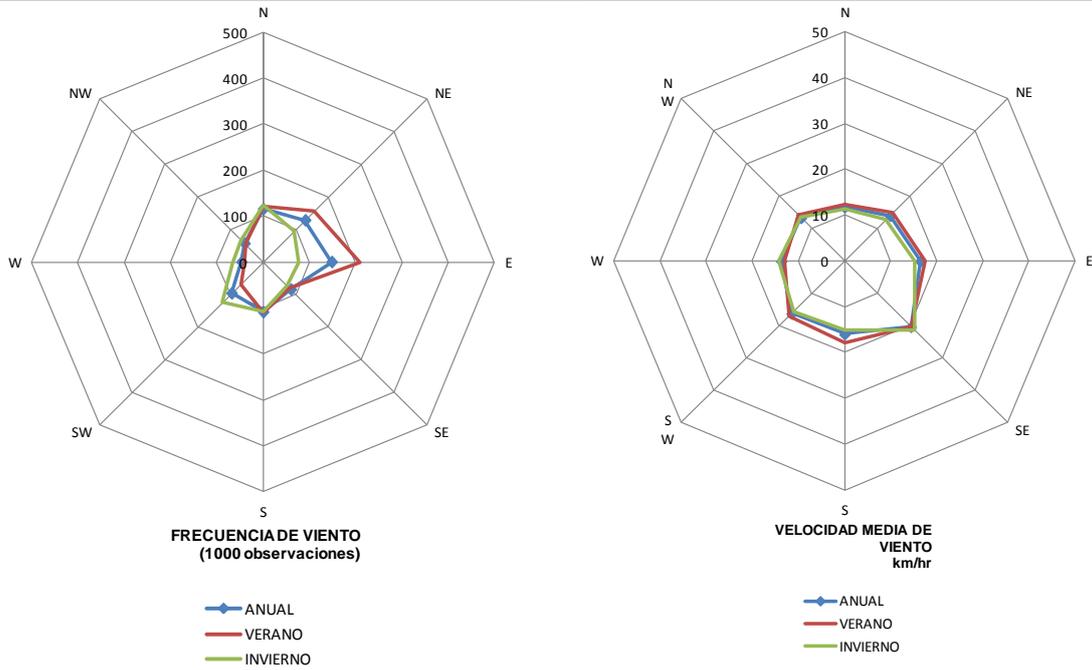
Fuente: datos procesados en el programa e-clima

A medida que la temperatura disminuye, el aire pierde capacidad de contener vapor de agua. Esto quiere decir que la humedad relativa aumenta a medida que la temperatura disminuye. Tigre tiene un clima templado y húmedo, en función de los altos valores de humedad relativa media mínima en coincidencia con las temperaturas máximas y los altos valores de precipitaciones especialmente en los meses de verano otoño y primavera.

La cercanía al río mantiene esos niveles de humedad y las amplitudes térmicas bajas en esta zona. El agua, por tener mayor inercia térmica que el aire y de esa manera producir retraso térmico, mantiene las temperaturas más constantes.

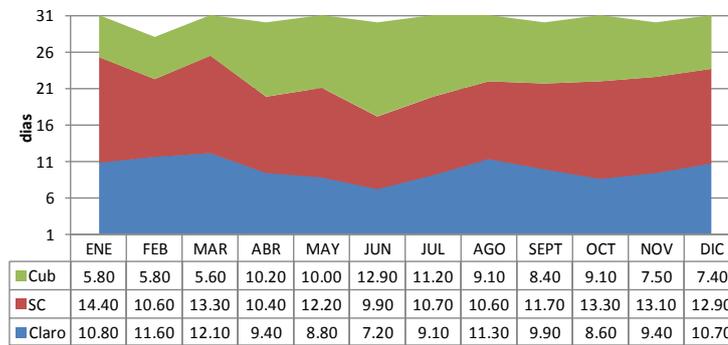
c) Vientos

Como puede verse en las figuras 19 y 20, este clima cuenta con vientos de todas las orientaciones con velocidades constantes durante todo el año. Los vientos predominantes provienen de la orientación este, especialmente en verano, aunque también tienen importancia los vientos provenientes del norte y oeste. En invierno tienen preponderancia las orientaciones sur y sudoeste. Estas orientaciones coinciden con los cuadrantes de mayor velocidad.

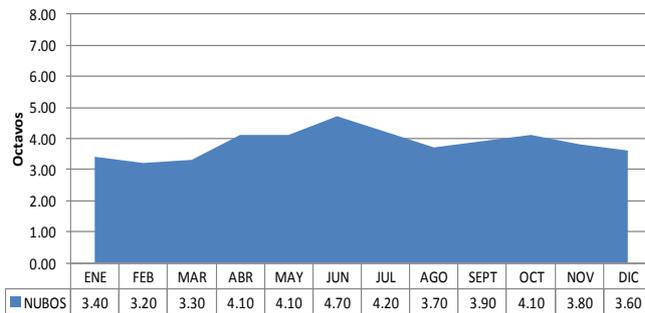


Figuras 19 y 20. Características de los vientos. Fuente: datos procesados en el programa e-clima

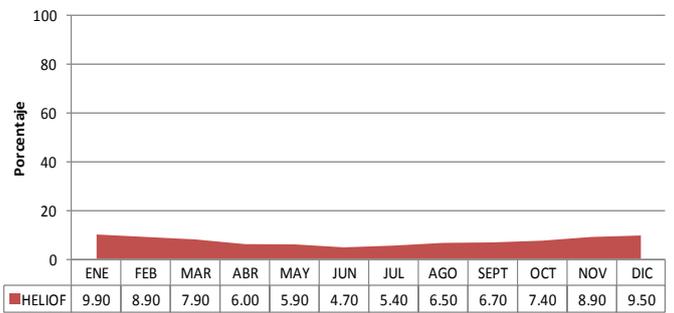
d) Cielo



Condiciones del cielo



Nubosidad



Heliofanía

Figuras 21, 22 y 23: Características del cielo. Fuente: datos procesados en el programa e-clima

La presencia de nubes es constante a lo largo de todo el año, esto corresponde con las precipitaciones registradas. Disminuye la cantidad de días cubiertos en verano, y aumentan en invierno.

e) Radiación Solar

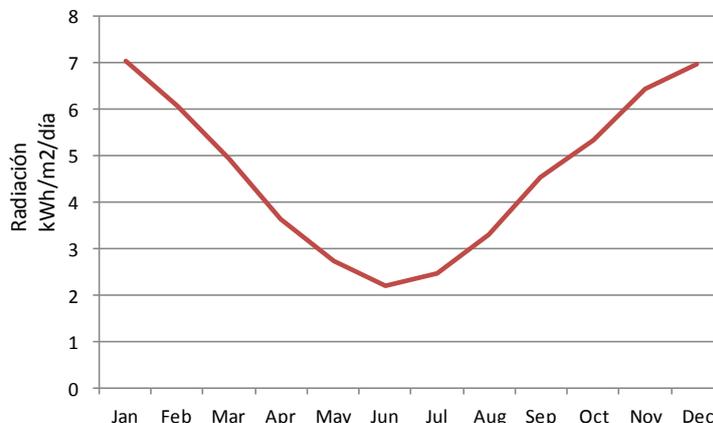


Figura 24: Incidencia solar mensual media sobre superficie horizontal
Fuente: datos obtenidos de la NASA. Gráfico de elaboración propia

Los valores de radiación en la localidad de Dique Luján tienen los registros más elevados en los meses estivales, mientras que hacia el invierno se reducen. Esto tiene que ver con las horas de sol disponible y la altura solar en cada etapa del año.

a) Pautas de Diseño para Dique Luján

TEMPERATURAS HORARIAS SEGUN MAXIMA MEDIA Y MINIMA MEDIA.													TEMP.MEDIA ANUAL:		TMA	
ESTACION:	Buenos Aires											18.2		18.2		
FUENTE:	S.M.N.											23.23		18.2		
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL			
TEMP.MED.MAX	29.3	28.2	27.3	22.6	19.6	15.9	15.0	18.0	19.5	22.3	25.3	28.8	22.7			
TEMP.MED.MIN	19.8	18.8	18.0	14.0	11.3	8.5	7.1	8.8	10.4	13.3	15.8	18.6	13.7			
DIFERENCIA	9.5	9.4	9.3	8.6	8.3	7.4	7.9	9.2	9.1	9.0	9.5	10.2	9.0			

HORA	COEFICIENTES	TEMPERATURAS HORARIAS												PROMEDIOS		
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	D-E-F	M-J-J	AÑO
1	0.46	24.2	23.1	22.3	18.0	15.1	11.9	10.7	13.0	14.6	17.4	20.2	23.3	23.5	12.6	17.8
2	0.32	22.8	21.8	21.0	16.8	14.0	10.9	9.6	11.7	13.3	16.2	18.8	21.9	22.2	11.5	16.6
3	0.19	21.6	20.6	19.8	15.6	12.9	9.9	8.6	10.5	12.1	15.0	17.6	20.5	20.9	10.5	15.4
4	0.08	20.6	19.6	18.7	14.7	12.0	9.1	7.7	9.5	11.1	14.0	16.6	19.4	19.8	9.6	14.4
5	0.02	20.0	19.0	18.2	14.2	11.5	8.6	7.3	9.0	10.6	13.5	16.0	18.8	19.3	9.1	13.9
6	0.00	19.8	18.8	18.0	14.0	11.3	8.5	7.1	8.8	10.4	13.3	15.8	18.6	19.1	9.0	13.7
7	0.06	20.4	19.4	18.6	14.5	11.8	8.9	7.6	9.4	10.9	13.8	16.4	19.2	19.6	9.4	14.2
8	0.15	21.2	20.2	19.4	15.3	12.5	9.6	8.3	10.2	11.8	14.7	17.2	20.1	20.5	10.1	15.0
9	0.26	22.3	21.2	20.4	16.2	13.5	10.4	9.2	11.2	12.8	15.6	18.3	21.3	21.6	11.0	16.0
10	0.44	24.0	22.9	22.1	17.8	15.0	11.8	10.6	12.8	14.4	17.3	20.0	23.1	23.3	12.4	17.6
11	0.79	27.3	26.2	25.3	20.8	17.9	14.3	13.3	16.1	17.6	20.4	23.3	26.7	26.7	15.2	20.8
12	0.91	28.4	27.4	26.5	21.8	18.9	15.2	14.3	17.2	18.7	21.5	24.4	27.9	27.9	16.1	21.8
13	0.97	29.0	27.9	27.0	22.3	19.4	15.7	14.8	17.7	19.2	22.0	25.0	28.5	28.5	16.6	22.4
14	1.00	29.3	28.2	27.3	22.6	19.6	15.9	15.0	18.0	19.5	22.3	25.3	28.8	28.8	16.8	22.7
15	0.98	29.1	28.0	27.1	22.4	19.4	15.8	14.8	17.8	19.3	22.1	25.1	28.6	28.6	16.7	22.5
16	0.94	28.7	27.6	26.7	22.1	19.1	15.5	14.5	17.4	19.0	21.8	24.7	28.2	28.2	16.4	22.1
17	0.91	28.4	27.4	26.5	21.8	18.9	15.2	14.3	17.2	18.7	21.5	24.4	27.9	27.9	16.1	21.8
18	0.87	28.1	27.0	26.1	21.5	18.5	14.9	14.0	16.8	18.3	21.1	24.1	27.5	27.5	15.8	21.5
19	0.83	27.7	26.6	25.7	21.1	18.2	14.6	13.7	16.4	18.0	20.8	23.7	27.1	27.1	15.5	21.1
20	0.80	27.4	26.3	25.4	20.9	17.9	14.4	13.4	16.2	17.7	20.5	23.4	26.8	26.8	15.3	20.9
21	0.75	26.9	25.9	25.0	20.5	17.5	14.1	13.0	15.7	17.2	20.1	22.9	26.3	26.3	14.9	20.4
22	0.70	26.5	25.4	24.5	20.0	17.1	13.7	12.6	15.2	16.8	19.6	22.5	25.7	25.9	14.5	20.0
23	0.64	25.9	24.8	24.0	19.5	16.6	13.2	12.2	14.7	16.2	19.1	21.9	25.1	25.3	14.0	19.4
24	0.57	25.2	24.2	23.3	18.9	16.0	12.7	11.6	14.0	15.6	18.4	21.2	24.4	24.6	13.5	18.8

-10	0	
0	<18	Necesidad de insolación total
18	<21	Necesidad de insolación más algún periodo de sombra (en los equinoccios)
21	<25	Necesidad de sombra, permitir entrada de sol por la mañana
25,0	mas	Sombreo total

Figura 25: Variaciones térmicas horarias, límites de confort y necesidades térmicas
Fuente: datos procesados en el archivo temphora.xls

NECESIDADES BIOCLIMATICAS: C=CONFORT - F=FRIO(NECESIDAD CALEFACCION)

METODO BRUCE NOVELL AMPLIADO

ESTACION: Buenos Aires

TCON 23.23

TCMX 27.2

TCMI 20.2

HORAS													TOTALES AÑO		
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	FRIO	CONF.	ENFRI.
1	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	8.0	4.0	0.0
2	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	8.0	4.0	0.0
3	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	C	9.0	3.0	0.0
4	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	11.0	1.0	0.0
5	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12.0	0.0	0.0
6	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12.0	0.0	0.0
7	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	11.0	1.0	0.0
8	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	11.0	1.0	0.0
9	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	8.0	4.0	0.0
10	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	8.0	4.0	0.0
11	E	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	C	5.0	6.0	1.0
12	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5.0	4.0	3.0
13	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5.0	4.0	3.0
14	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5.0	3.0	4.0
15	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5.0	4.0	3.0
16	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5.0	4.0	3.0
17	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5.0	4.0	3.0
18	E	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5.0	5.0	2.0
19	E	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5.0	6.0	1.0
20	E	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5.0	6.0	1.0
21	C	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	C	6.0	6.0	0.0
22	C	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	C	7.0	5.0	0.0
23	C	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	C	7.0	5.0	0.0
24	C	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	C	7.0	5.0	0.0
FRIO	2.0	5.0	6.0	13.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	14.0	10.0	5.0	TOT.F	175.0	% F.
CONF.	12.0	13.0	17.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	14.0	12.0	TOT.C	89.0	% C.
ENF.	10.0	6.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	TOTE	24.0	% E.

En la localidad de Dique Luján prevalece la necesidad de protección solar durante el verano, cuando se registran altas temperaturas y ganancia solar durante el invierno por las bajas temperaturas. Acumulando el calor captado en el interior durante el día mediante la incorporación de inercia térmica en los materiales se puede mantener el calor para la noche.

La incorporación de aislación térmica en la envolvente permitirá mantener el calor captado durante el invierno y evitará la transmisión de calor del exterior al interior durante el verano.

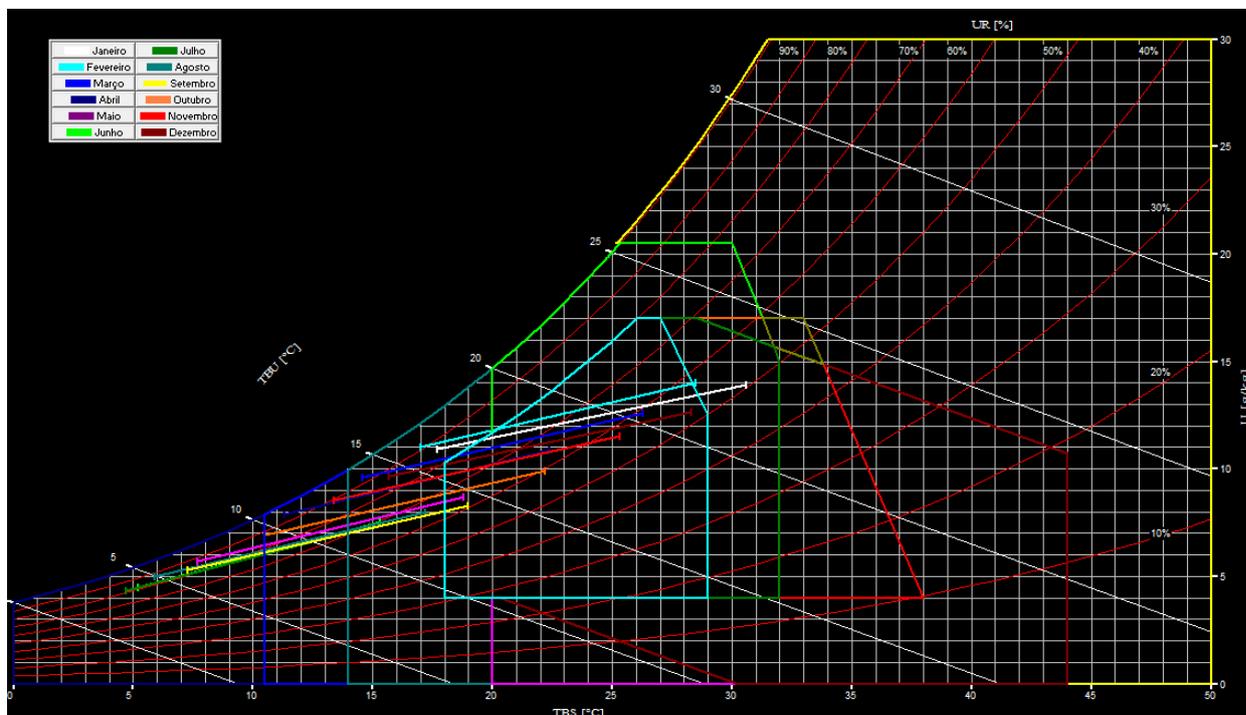
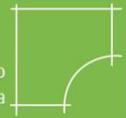


Figura 27: Diagrama Psicrométrico para Buenos Aires
Fuente: Análisis Bio



En los meses de invierno será necesario elevar la temperatura interior para lograr temperaturas de confort mediante el uso de sistemas solares pasivos. Mediante la incorporación de inercia térmica y aislación se podrá mantener y utilizar el calor acumulado durante la noche.

En los meses de verano es necesario incorporar protección solar para evitar elevar las temperaturas en el interior. También será necesaria la aislación térmica para evitar el ingreso del calor desde el exterior. Se podrá incorporar ventilación cruzada para refrescar a las personas en el interior y eliminar la humedad.

3.5 Pautas de diseño bioclimático

De acuerdo al análisis climático y los resultados obtenidos del diagrama de Givoni, podemos establecer que es necesario la aplicación de las siguientes estrategias para el proyecto bioclimático:

- a) Ganancia Solar
- b) Aislación térmica
- c) Inercia térmica
- d) Protección Solar
- e) Ventilación Cruzada

a) Ganancia Solar

Esta pauta se debe aplicar en invierno, cuando las temperaturas son bajas y es necesario elevarlas para alcanzar el confort. Las mismas se pueden llevar adelante con sistemas solares pasivos o activos. Para ello será necesario orientar adecuadamente los sistemas de manera tal de lograr captar la radiación solar en los momentos de mayor incidencia.

b) Aislación térmica

Esta pauta se implementará a lo largo de todo el año para lograr que las condiciones higrotérmicas alcanzadas en el interior no se disipen a través de la envolvente. En invierno el calor no debe traspasar al exterior a través de la envolvente y en verano no debe suceder el traspaso en sentido inverso.

c) Inercia térmica

La incorporación de masa en el interior de la vivienda ayudará a mantener la temperatura deseada por tiempos más prolongados que lo que tardaría en modificarse la temperatura en el exterior.

d) Protección Solar

Esta pauta debe aplicarse en verano, cuando las temperaturas son altas. Se debe evitar el ingreso de la radiación solar a través de los vidrios, ya que se produciría el efecto invernadero resultando temperaturas muy elevadas en el interior.

e) Ventilación Cruzada

Mediante esta pauta se logrará acelerar la evapotranspiración en la piel de las personas, produciendo una sensación de refrescamiento por la baja de la temperatura corporal en verano. Es importante que la brisa circule a nivel sensible.



4. **CASO DE ESTUDIO**

4.1. **Descripción del comitente y programa de necesidades.**

El caso de estudio proviene de nuestra actividad profesional como estudio de arquitectura. El comitente en este caso llega al estudio por medio de recomendación de otro comitente.

Los comitentes son un Matrimonio de entre 60 y 65 años de edad quienes conviven con un hijo de 25 años. Se describen a sí mismos como entusiastas por la tecnología aplicada a la sustentabilidad, tienen preferencia especialmente por las tecnologías y productos de origen alemán, como garantía de calidad.

El comitente llega al estudio con un anteproyecto realizado anteriormente por ellos mismos con la ayuda de estudiantes de arquitectura. El programa de necesidades que ellos describen es el siguiente:

Programa de necesidades:

- Estar comedor, con hogar a leña
- Comedor, con espacio tipo barra para comer 2 o 3 personas
- Dormitorio principal, baño en suite y vestidor.
- Dormitorio secundario con baño en suite
- Dormitorio para visitas
- Baño completo para uso de visitas
- Taller, espacio para realizar trabajos de costura
- Cava de vinos
- Depósito para guardado de equipamiento deportivo.
- Hidromasajes al exterior, en lugar de piscina.
- Galería con gran parrilla y espacio para muchos comensales.

4.2 **Documentación gráfica del proyecto original**



Figura 28: Caso de Estudio, vista sudoeste.

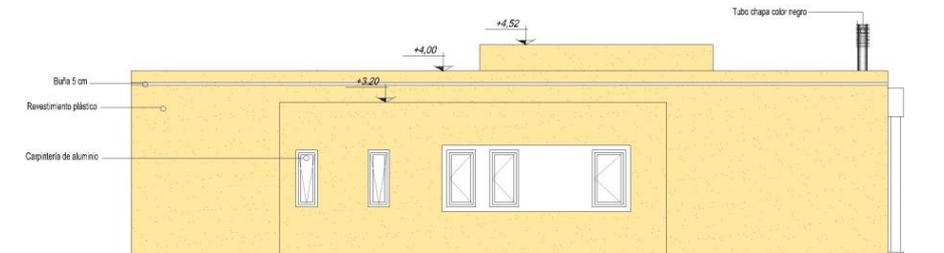


Figura 29: Caso de Estudio, vista sudeste.

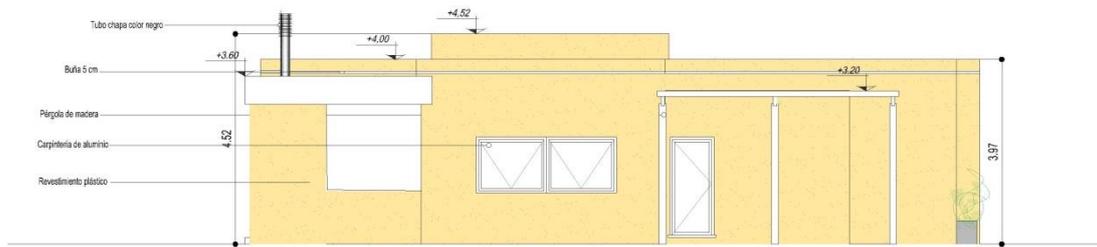


Figura 30: Caso de Estudio, vista Noroeste

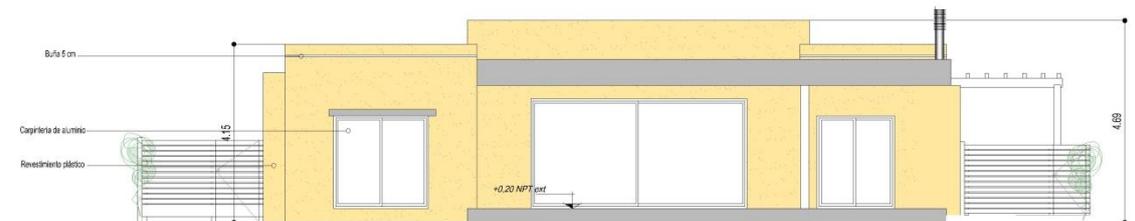


Figura 31: Caso de Estudio, vista Noreste

El proyecto recibido se encontraba a un nivel de anteproyecto al momento de recibir la documentación.

En la planta baja figura 32 y en la figura 33, planta de techos, se ubica el norte, y algunos elementos exigidos por el barrio son tenderos y los tanques de reserva de agua tanto para abastecimiento de la vivienda como para riego. El agua provista es solo red de agua potable de Aysa

En la planta podemos ver que la distribución de los ambientes según nos planteó el comitente responde a un deseo propio y no al criterio de ubicar los ambientes de más importancia en las orientaciones más óptimas.

Si nos concentramos en la fachadas vamos a notar la misma situación, las mimas responden por una parte a las funciones del ambiente donde están ubicadas y por otra a los deseos del comitente de por ejemplo contar con aberturas de grandes dimensiones en el estar y dormitorios.

La envoltura del proyecto original descripta por el comitente replica las de la mayoría de las viviendas en el Barrio. Los muros en todas las orientaciones están conformados por ladrillos huecos de 19 x 18 x 33 cm con aislación hidrófuga y revoque grueso y fino tanto de lado interior como exterior, pero sin el agregado de ningún tipo de aislación térmica. En la planta de techos puede verse que hay un único tipo de losa en toda la vivienda, que consiste en una losa de hormigón armado con un contrapiso de hormigón pobre con la aislación térmica y barrera de vapor correspondientes.

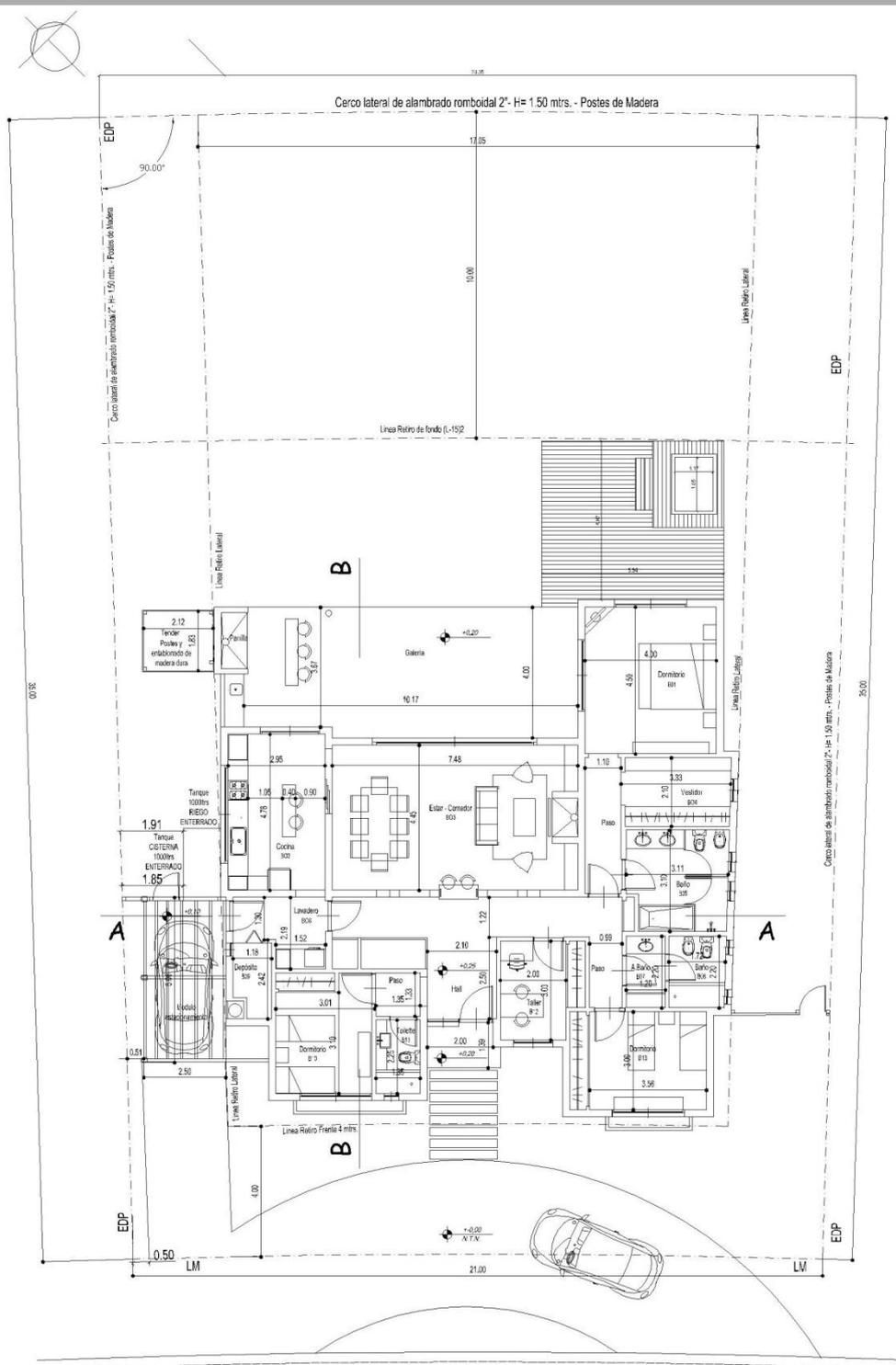


Figura 32: Caso de estudio. Planta con orientación

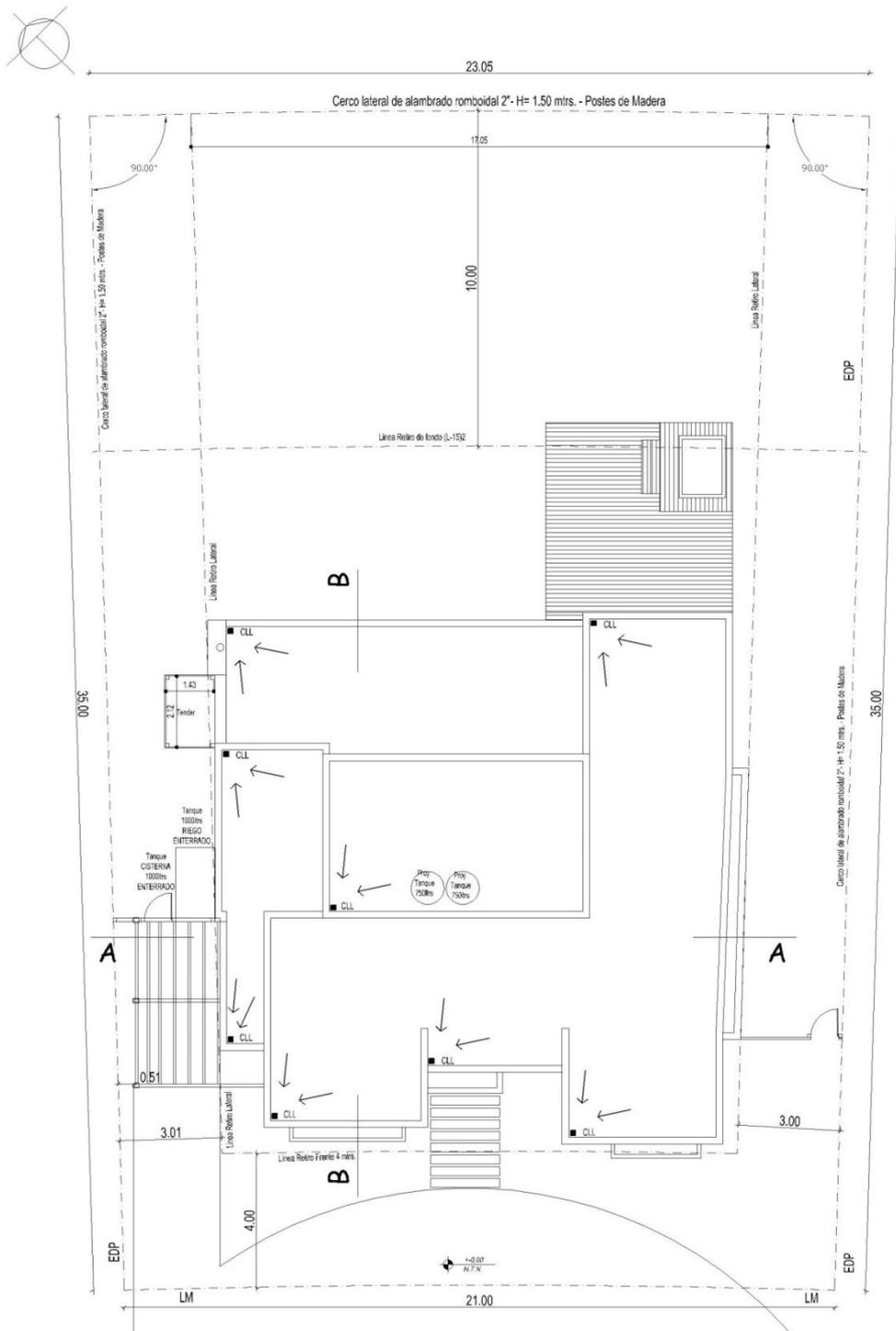


Figura 33: Caso de estudio. Planta de techos con orientación

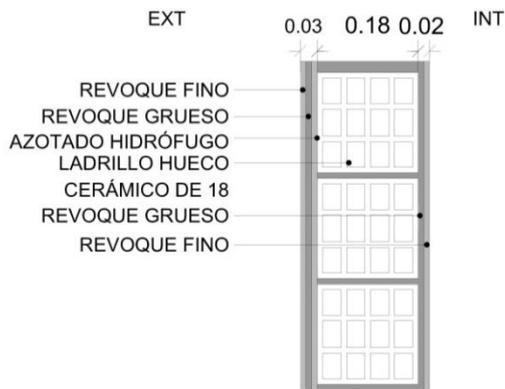
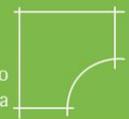


Figura 34: Detalle constructivo muros exteriores

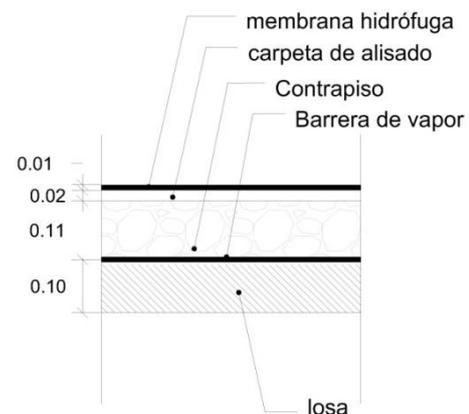


Figura 35: Detalle constructivo losa proyecto existente

5. ANÁLISIS DEL PROYECTO ORIGINAL

Para definir las mejoras necesarias a realizar sobre el proyecto original vamos a analizar la vivienda basándonos en los criterios bioclimáticos enumerados anteriormente. Se realizarán los estudios ya detallados en la descripción metodológica:

1. Implantación, orientación.
2. Estudios de asoleamiento, tanto penetración solar como sombras en invierno, verano y equinoccios.
3. Análisis de los vientos y ventilaciones.
4. Evaluación del comportamiento de la envolvente basados en los cálculos especificados por las normas IRAM contempladas en la ley 13.059 de la Provincia de Buenos Aires.
5. Prefactibilidad de Certificación Lead.

5.1. Implantación, orientación

Somos conscientes que esta vivienda estará implantada sobre un terreno surgido de la destrucción de un bañado, un área inundable, que tenía una función primordial para el medioambiente relacionada con la contención de las aguas de las crecidas de los ríos y arroyos de la zona evitando así inundaciones en otros sectores. Todo el complejo de barrios, llamado Villanueva, fue construido mediante relleno y generación de lagunas artificiales destruyendo la vegetación autóctona y desplazando a la fauna del lugar. Así como también la desaparición de las actividades rurales que allí se desarrollaban.

En cuanto a la implantación de la vivienda a simple vista puede decirse que hay ciertos locales de primera categoría que no están ubicados en las mejores orientaciones como debiera ser en un proyecto bioclimático y otros locales de servicios que si lo están. De todos modos los siguientes estudios de asoleamiento y vientos nos confirmarán cuales son las decisiones que deben tomarse para lograr una mejor orientación de los ambientes de la vivienda.

5.2. Estudio de radiación solar y asoleamiento

En la presente sección se elaborará un estudio de la incidencia de la radiación solar en la vivienda. Para el mismo se estudiará la geometría solar y la intensidad de la radiación en las distintas fachadas.

a) Estudio de radiación solar

i) Implantación y disponibilidad solar por fachada

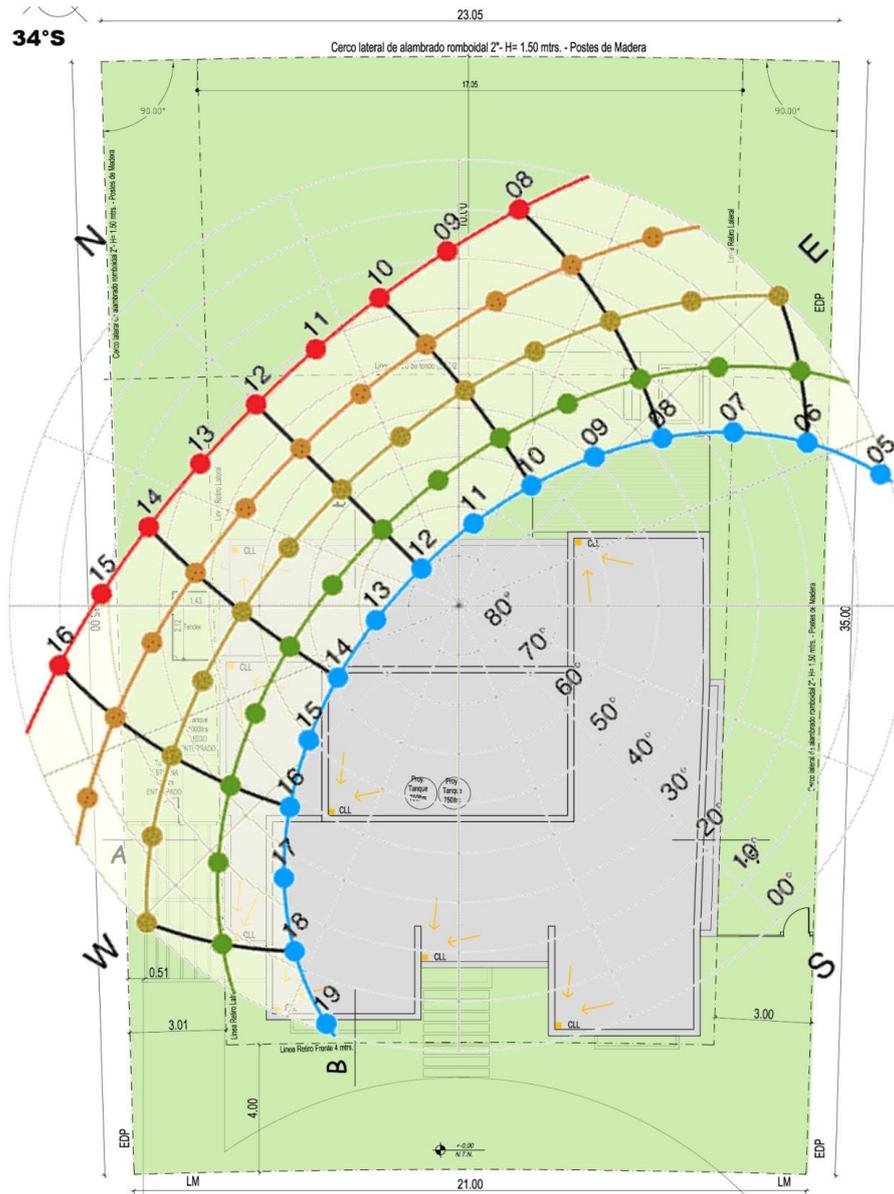
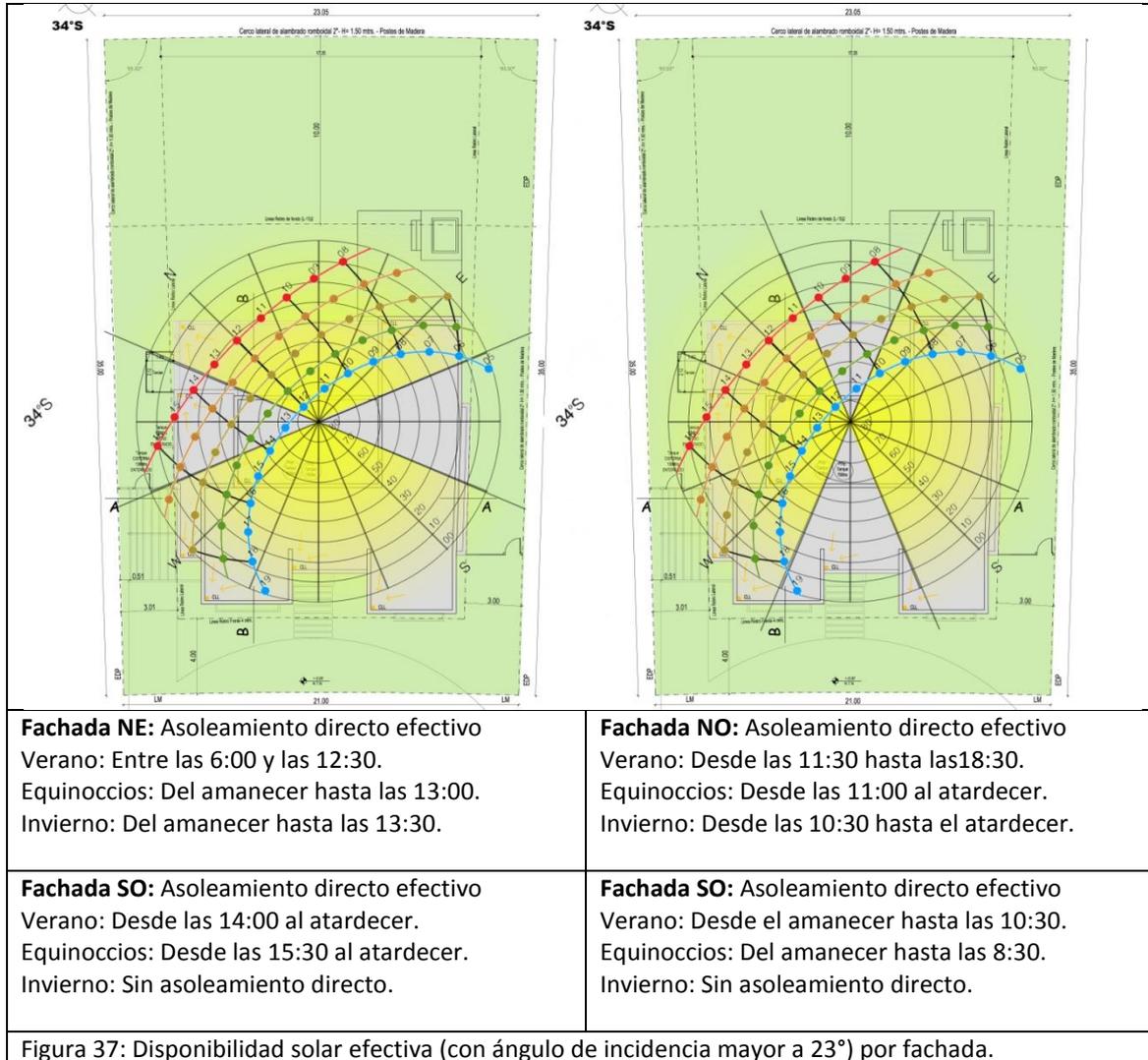
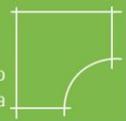
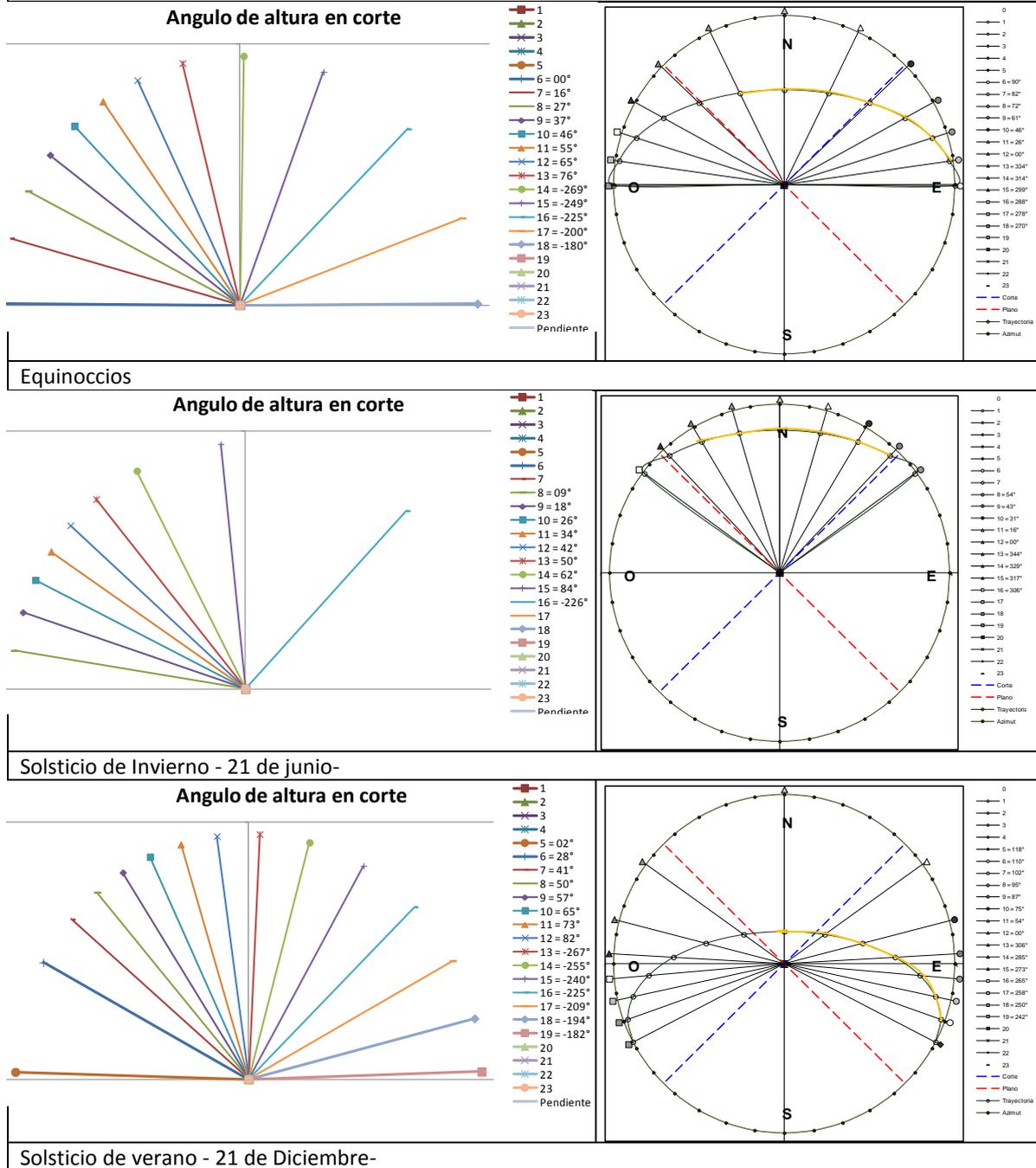


Figura 36: Implantación y carta solar

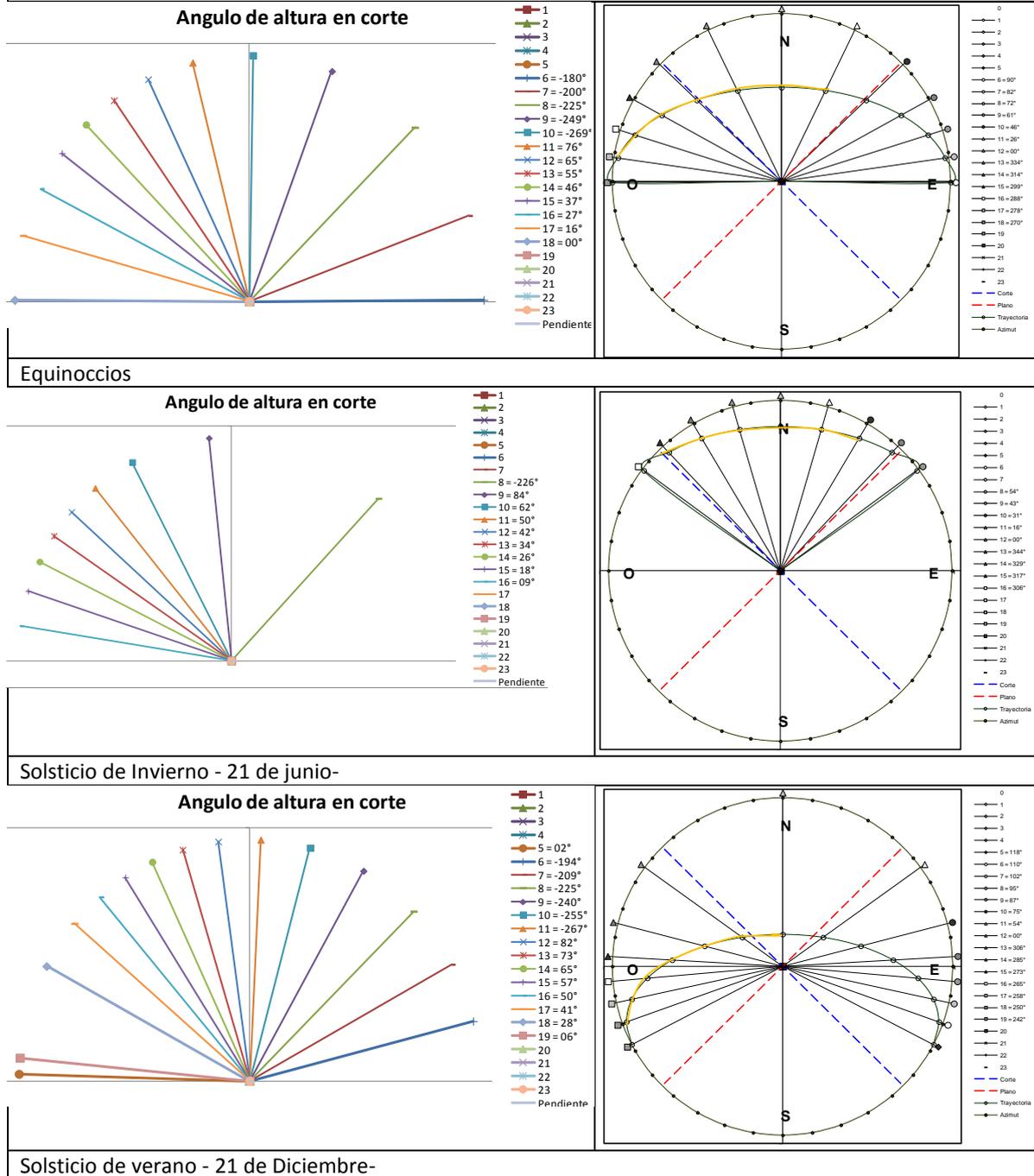


Cuadro 1: Estudio de Geometría solar en fachada Noreste- Azimut 45°

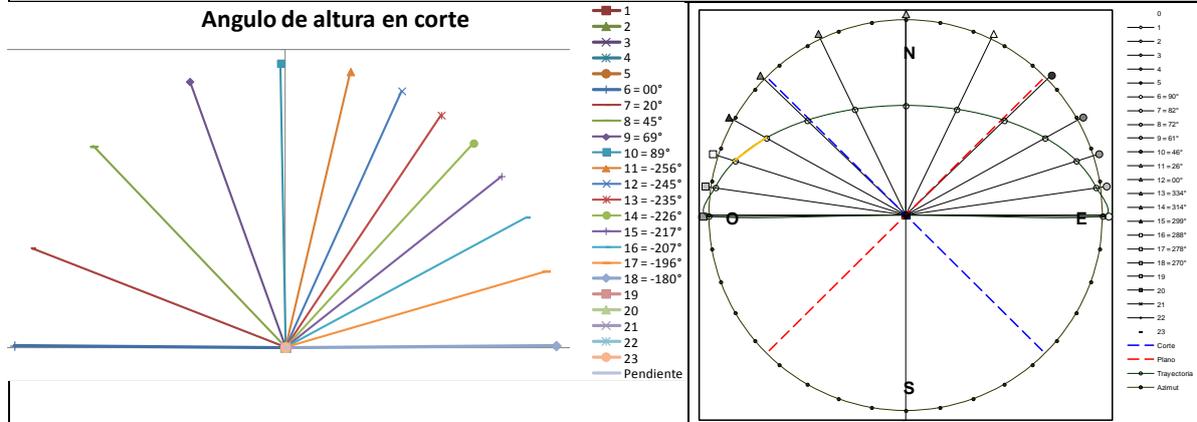




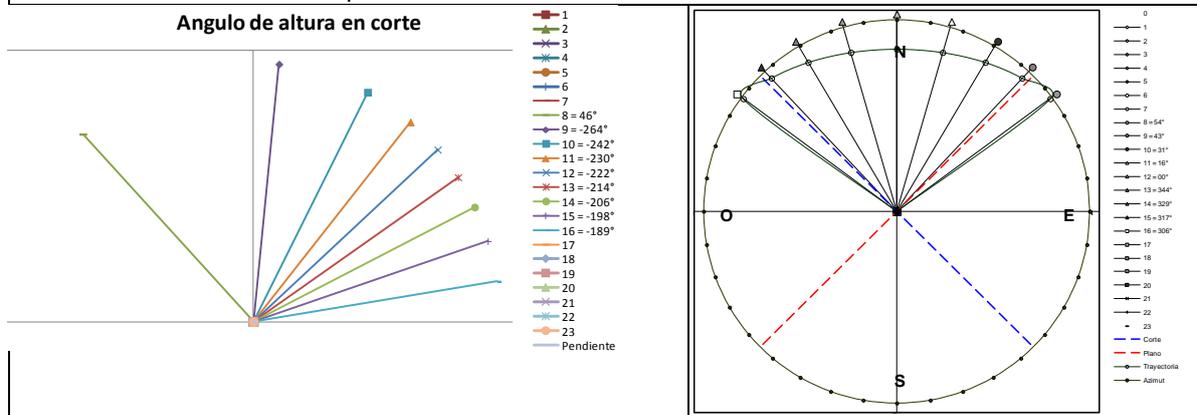
Cuadro 2: Estudio de Geometría solar en fachada Noroeste- Azimut 315°



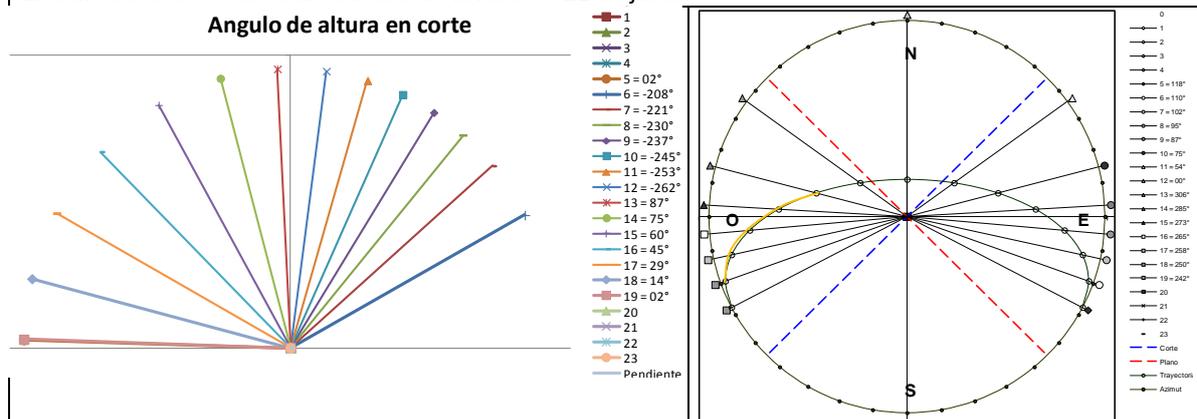
Cuadro 3: Estudio de Geometría solar en fachada Sudoeste- Azimut 225°



Estudio de Geometría solar Equinoccios

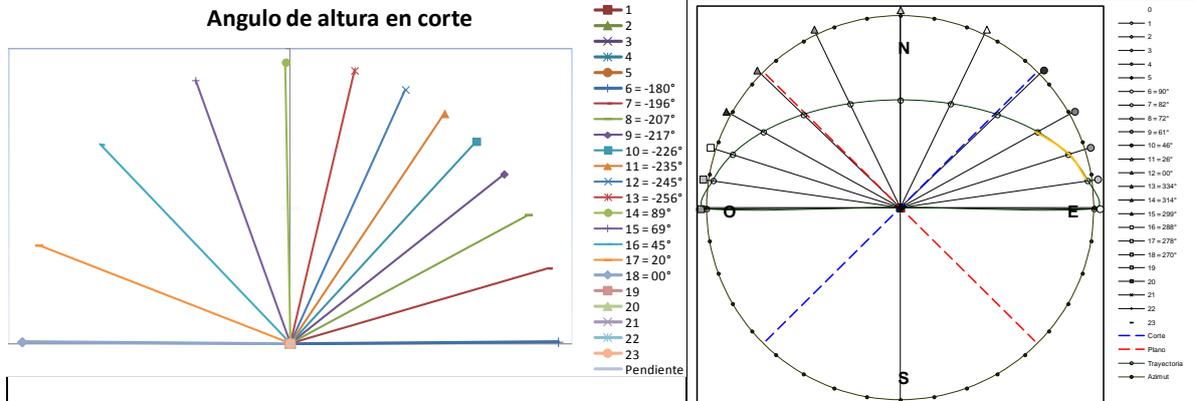


Estudio de Geometría solar solsticio de Invierno - 21 de junio-

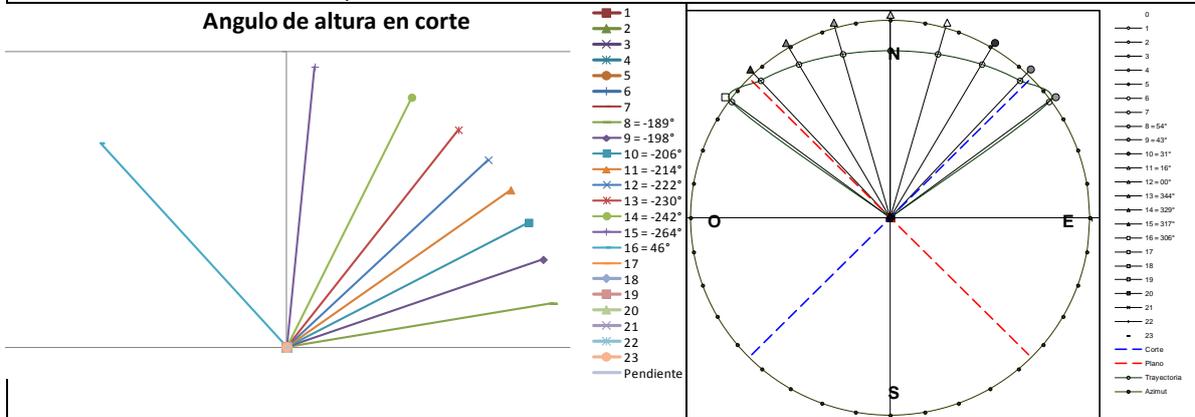


Estudio de Geometría solar solsticio de verano - 21 de Diciembre-

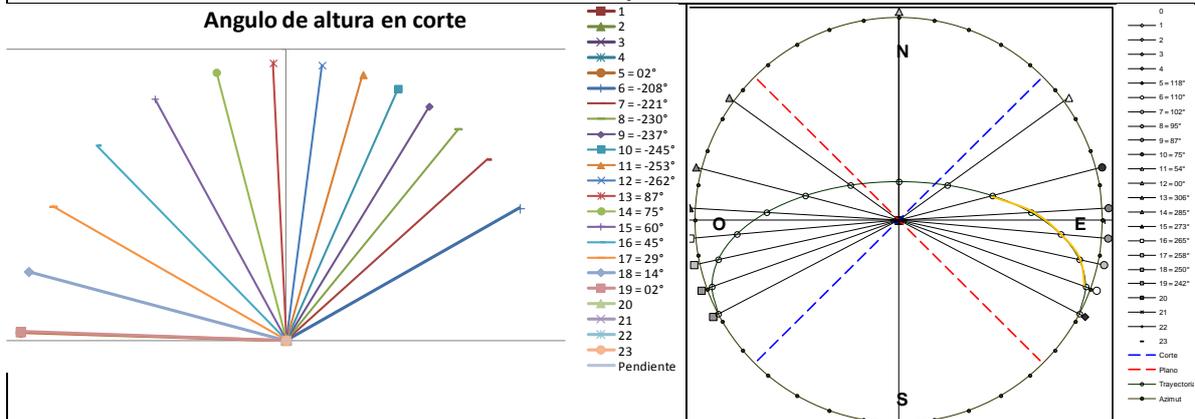
Cuadro 4: Estudio de Geometría solar en fachada sudeste - Azimut 135°



Estudio de Geometría solar Equinoccios



Estudio de Geometría solar solsticio de Invierno - 21 de junio-



Estudio de Geometría solar solsticio de verano - 21 de Diciembre-

ii) Radiación Incidente por Período y Fachada

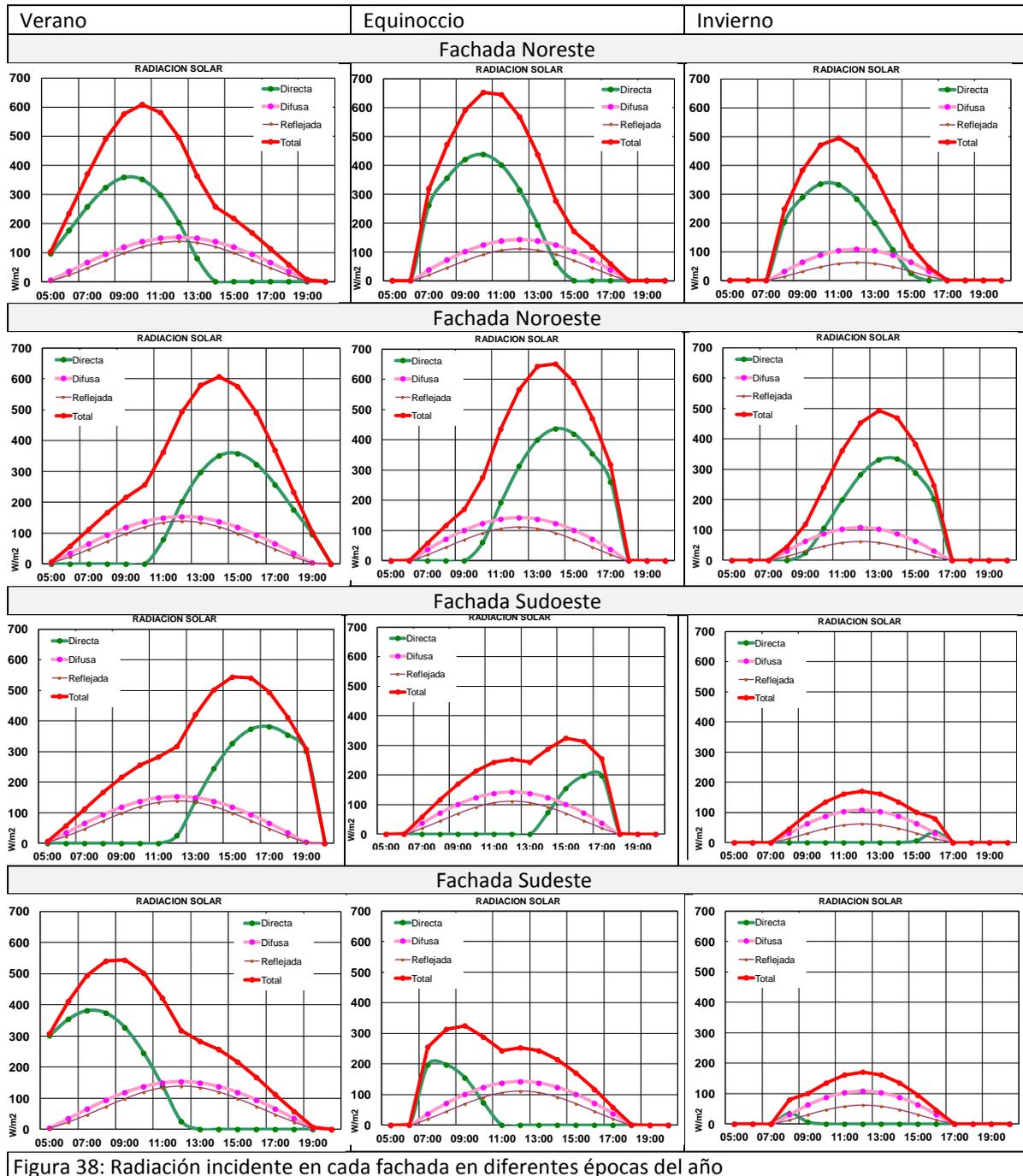


Figura 38: Radiación incidente en cada fachada en diferentes épocas del año

Los gráficos de radiación solar disponible permiten identificar la situación a la que están expuestas las fachadas del edificio, de los mismos se puede observar que:

- Los picos de radiación solar en verano se dan sobre las caras Noreste y noroeste, aunque en las otras dos orientaciones también son importantes
- Los picos de radiación en equinoccios se da en las fachadas Noreste y Noroeste, con fuerte impacto de radiación directa.
- El pico de radiación en invierno se da en las fachadas Noreste y Noroeste, compuesto principalmente por radiación directa.

- Las fachadas Sur reciben un pico de radiación en las primeras y últimas horas del día en verano. Es importante proteger estas fachadas.

b) Estudio de asoleamiento

i) Estudio de proyección de sombras

Las imágenes de sombras exteriores muestran la proyección de sombras del edificio en los paramentos horizontales exteriores. Se analizaron los equinoccios y solsticios a las 9:00 hs, 12:00 hs y 15:00 hs.

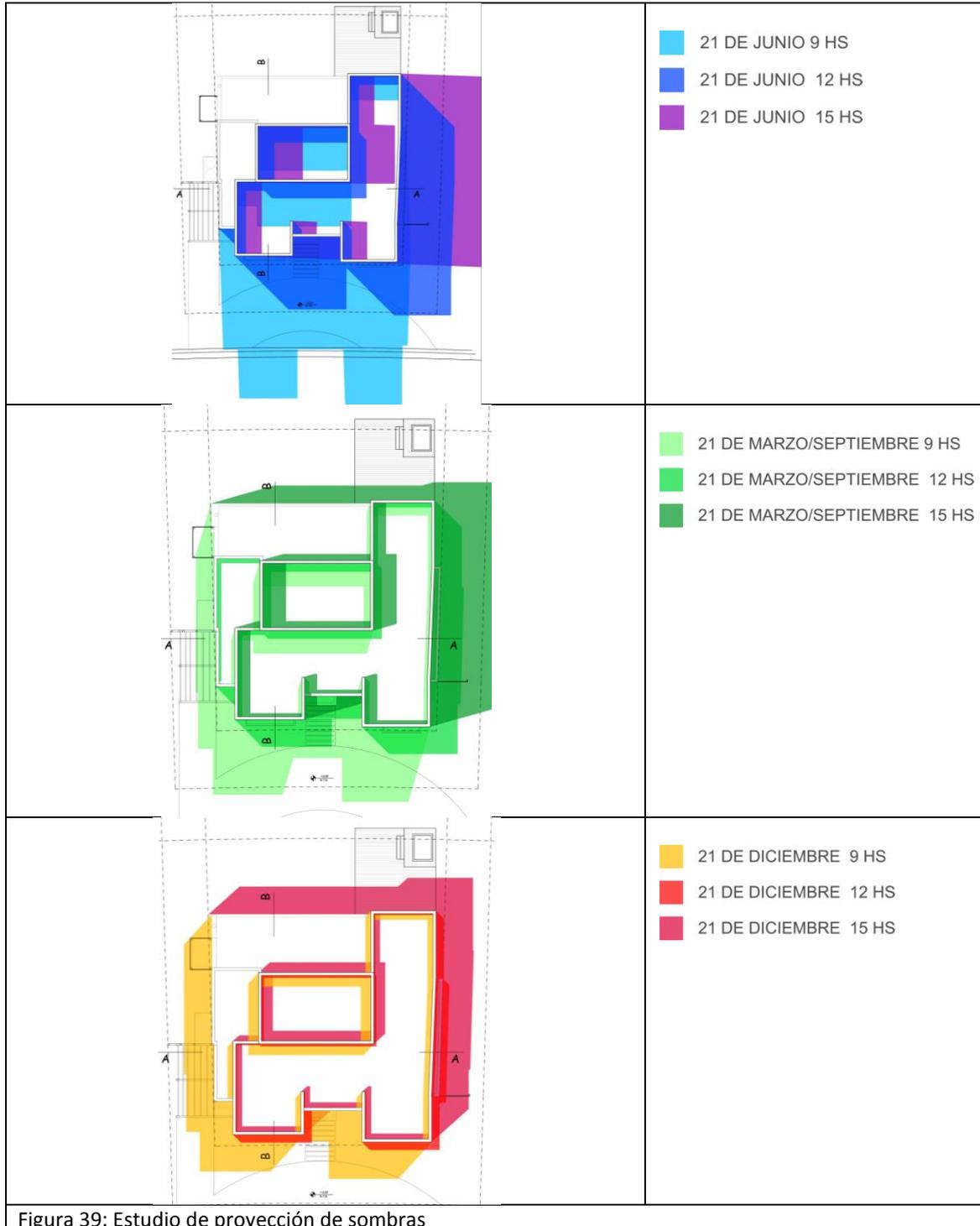


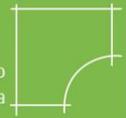
Figura 39: Estudio de proyección de sombras

ii) Estudio de penetración solar

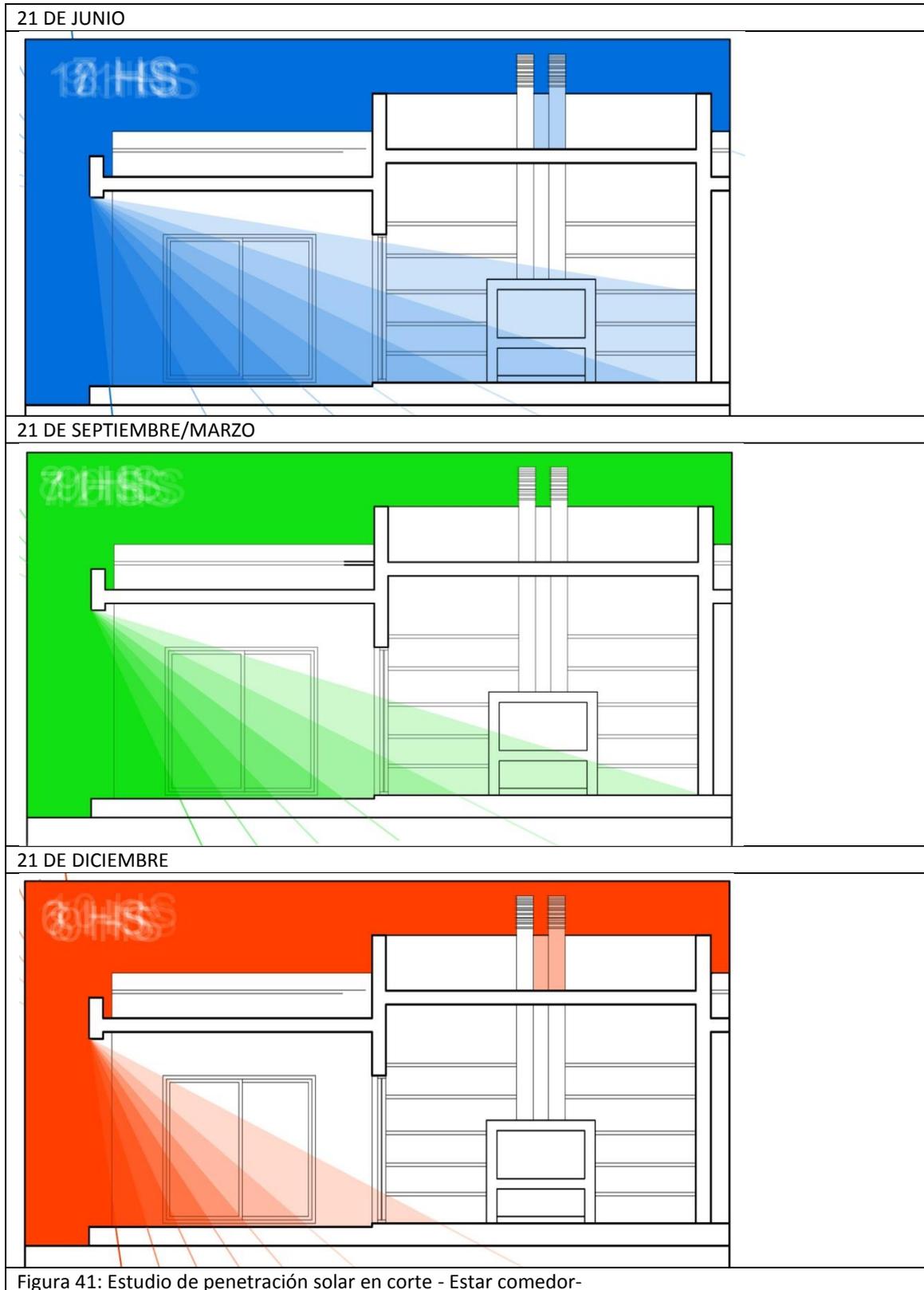
Las imágenes de penetración solar muestran el ingreso de radiación sobre las carpinterías de vidrio. Se analizaron los mismos períodos que para el estudio de sombras.

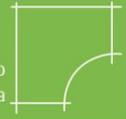


Figura 40: Estudio de penetración solar en plantas



A continuación se muestran los estudios de penetración solar en el Estar comedor en todos los horarios de incidencia solar sobre la fachada NE.





La resolución de la envolvente no responde a las necesidades que el clima requiere para lograr ganancia solar en invierno y evitar sobrecalentamiento en verano. En Invierno la profunda galería a continuación del estar-comedor no permite el ingreso del sol en horas cercanas al mediodía, cuando el sol es más fuerte. Solamente en el dormitorio se permite el ingreso de la radiación solar, ya que en la fachada Noroeste las carpinterías son escasas y pequeñas. Los dormitorios secundarios no están bien orientados, ya que no reciben sol en ningún momento del día.

En el período estival, la galería evita el ingreso del sol, pero en el resto de las carpinterías la radiación solar penetra, especialmente en las fachadas noroeste y sudoeste en horas de la tarde, cuando el sol ya calentó el aire y las temperaturas llegan a su máximo valor.



5.3. Análisis de Ventilación

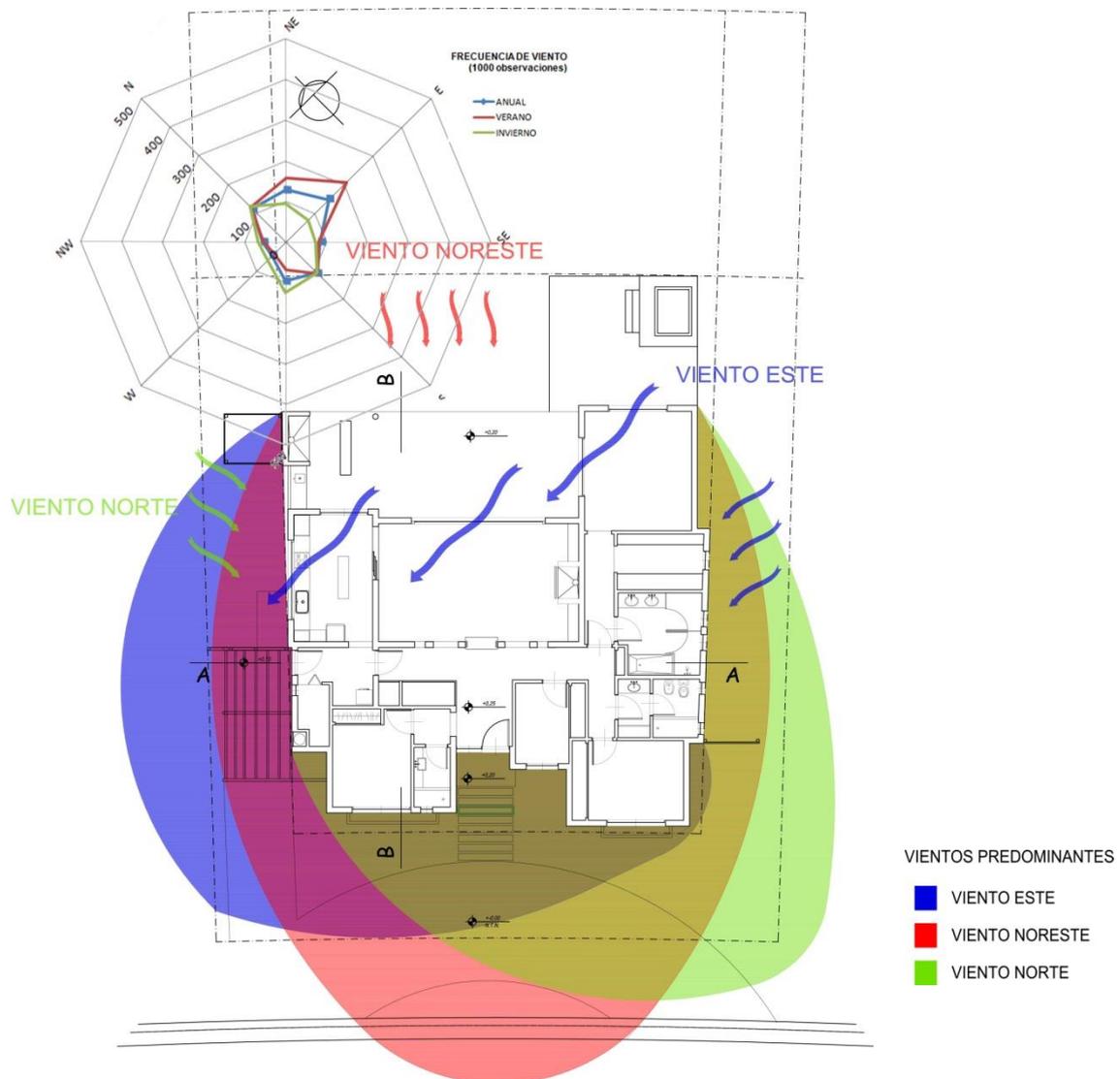


Figura 42: Estudio de Ventilaciones y sombra de vientos

Para este clima es necesario captar los vientos en verano y generar ventilación cruzada en el interior. En el caso del proyecto original dos dormitorios se encuentran orientados al sur, de manera tal de que no captarán el viento de mayor frecuencia de la época estival. El estar y el dormitorio principal reciben el viento del este y norte. El estar no tiene ventilación cruzada, por lo que el aire no entrará a la vivienda a la velocidad necesaria para producir refrescamiento por evapotranspiración en los habitantes. En el exterior es necesario permitir el paso de las brisas al nivel de las personas mediante la incorporación de vegetación de copa alta.

En invierno el clima no es tan frío. No es necesaria la protección de vientos en el exterior.



5.4. Estudio de las características higrotérmicas de la envolvente

a) Características de la envolvente:

La envolvente de la vivienda, de acuerdo con las intenciones y propuesta que plantearon los comitentes, sería construida como lo hacen habitualmente en la zona: estructura de hormigón armado, muros exteriores de ladrillos huecos cerámicos de 18 x19x33 con revoques de ambos lados, losa plana realizada con ladrillos sapo de EPS y viguetas pretensadas, sin aislación; y carpinterías de aluminio con vidrio simple.

b) Estudio de acuerdo a la Ley 13.059:

En el año 2003 se aprobó la Ley de Eficiencia Energética en la Provincia de Buenos Aires tornando de carácter obligatorio el cumplimiento de las Normas IRAM que regulan el diseño bioclimático del edificio y la resolución de la envolvente.

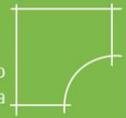
A partir del año 2010 la Ley entró en vigencia, reglamentada por el Decreto N°1.030. La finalidad de la Ley es "establecer las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de los edificios, para contribuir a una mejor calidad de vida de la población y a la disminución del impacto ambiental a través del uso racional de la energía" (Ley 13.059, art.1).

Por medio de la regulación del diseño del edificio y de la eficiencia de la envolvente se logran mejores condiciones de habitabilidad en el interior. Estudios internacionales han comprobado que el mejoramiento de la calidad del aire interior y condiciones de habitabilidad logran mayor productividad en alumnos y trabajadores, bajas en las faltas por enfermedad y mayor satisfacción de los habitantes de los edificios.

A su vez, una construcción adecuadamente diseñada bajo estas condiciones logra ahorrar energía en climatización, porque su diseño se realiza en función de las características climáticas aportando al acondicionamiento térmico.

La Ley exige cumplimentar las siguientes Normas IRAM:

- 1.1 Norma IRAM N° 11549. Aislamiento térmico de edificios. Vocabulario.
- 1.2 Norma IRAM N° 11601. Aislamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de los materiales para la construcción. Método de cálculo de la resistencia térmica total.
- 1.3 Norma IRAM N° 11603. Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.
- 1.4 Norma IRAM N° 11604. Aislamiento térmico de edificios. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor.
- 1.5 Norma IRAM N° 11605. Aislamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de Transmitancia Térmica "K" (como máximo los valores correspondientes a Nivel B).
- 1.6 Norma IRAM N° 11625. Aislamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en paños centrales.
- 1.7 Norma IRAM N° 11630. Aislamiento térmico de edificios. Verificación riesgo de condensación intersticial y superficial en puntos singulares.
- 1.8 Norma IRAM N° 11507-1. Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos básicos y clasificación.



1.9 Norma IRAM N° 11507-4. Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos complementarios. Aislación térmica.

En el año 2012 se aprobó la Ley 4.458 de Eficiencia Energética en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires que incluye las mismas normas que la correspondiente a la Provincia de Buenos Aires y agrega:

10- Norma IRAM N° 11659-1. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de verano.

11- Norma IRAM N° 11659-2. Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: edificios para vivienda.

12- Norma IRAM N° 11900. Etiquetado de Eficiencia Energética de Calefacción para Edificios.



c) Verificación de la transmitancia térmica

Se realizó la verificación de la transmitancia térmica de los paramentos de acuerdo al protocolo establecido por la norma IRAM 11601 para la zonificación IIIb de la Norma IRAM 11603, correspondiente a Buenos Aires.

La transmitancia térmica evalúa la cantidad de calor que traspasa la envolvente. Su valor depende del espesor de cada capa y de la conductividad térmica del material.

Los valores admisibles que establece la norma se divide en 3 niveles:

Nivel A:	Nivel B:	Nivel C:
Muros 0.38 W/m ² K	Muros 1.00 W/m ² K	Muros 1.85 W/m ² K
Techos 0.19 W/m ² K	Techos 0.48 W/m ² K	Techos 0.76 W/m ² K

Cuadro 5: Transmitancia térmica máxima admisible según norma IRAM 11603

La ley 13.059 exige cumplir al menos el nivel B. Se evaluará el sistema constructivo que incorpora el proyecto original de la vivienda:



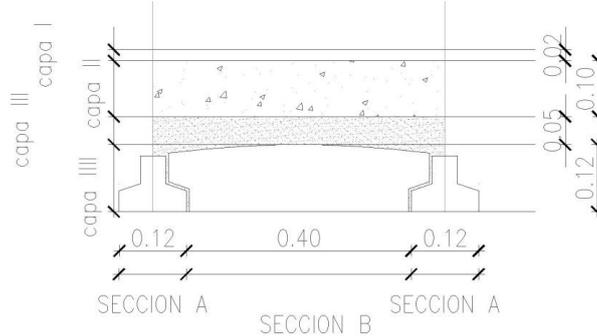
K: 1.47 W/m².K Cumple nivel C

Ladrillo 18cm				
Capas	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica λ (m.K.W)	Resistencia Térmica R (m ² .K.W)
Mampuesto	Ladrillo Hueco cerámico de 18	0.18		0.47
Revoque Interior	Mortero	0.02	0.93	0.02
Revoque exterior + azotado	Mortero	0.02	1.16	0.02
R _{si}				0.13
R _{se}				0.04
Total		0.68		
Transmitancia Térmica	K (W/m2.K.)			1.47
Nivel A K _{max adm} Invierno	K (W/m2.K.)			0.38
Nivel LAHYS K _{max adm} Invierno				0.69
Nivel B K _{max adm} Invierno	K (W/m2.K.)			1.00
Nivel C K _{max adm} Invierno	K (W/m2.K.)			1.85

Figura 44: Transmitancia térmica de muro



Losa de ladrillo sapo EPS y Viguetas



K: 0,95 W/m².K NO CUMPLE NIVEL C

Ladrillo sapo EPS y Viguetas				
Sección A				
Estructura		Conductividad térmica λ (m.K.W)	Espesor (m)	Resistencia Térmica R (m ² .K.W)
R _{si}				0.17
	Vigueta	1.63	0.1	0.06
	Capa de compresion	0.97	0.05	0.05
	Contrapiso	0.76	0.07	0.09
	Carpeta	1.13	0.02	0.02
R _{se}				0.04
Rt seccion a				0.43
Superficie (m2)				7.95
Sección B				
Estructura	Ladrillo sapo EPS y VIGUETA	Conductividad térmica λ (m.K.W)	Espesor (m)	Resistencia Térmica R (m ² .K.W)
R _{si}				0.17
	Ladrillo eps	0.032	0.12	3.75
	Capa de compresion	0.97	0.05	0.05
	Contrapiso	0.76	0.07	0.09
	Carpeta	1.13	0.02	0.02
R _{se}				0.04
Rt seccion b				4.12
Superficie (m2)				25.42
Limite superior de la Resistencia Térmica R ^{''} T (m2.K.W)				1.36 m ² K/W
	CAPA I	CAPA II	CAPA III	CAPA IIII
Conductividad térmica λ (m.K/W)	1.13	0.76	0.97	0.41
Resistencia Térmica R (m ² .K/W)	0.11	0.09	0.05	0.29
Limite inferior de la Resistencia Térmica "T (m ² .K/W)	0.75			
Valor Estimado de la Resistencia Térmica R _T (m ² .K/W)	1.06	Valor Estimado de la Transmitancia Térmica K(W/m2.K)		0.95

Figura 45: Transmitancia térmica ponderada de losa



De acuerdo a los cálculos de transmitancia térmica, ni los muros exteriores ni los techos cumplen con la Norma IRAM 11.603. El valor K del muro supera un 47% el valor de K_{adm} y el techo lo supera por un 95%.

- **Carpinterías exteriores**

La norma IRAM 11.507-4 exige para los paños vidriados un K de 4 W/m².K. A continuación se detallan los valores de transmitancia térmica según IRAM.

VENTANAS (IRAM 11507-1 /4 /4B)	
PERFIL DE ALUMINIO +VIDRIO FLOAT 6MM	
K= 5.86W/m ² .K	NO CUMPLE
PERFIL DE ALUMINIO RUPTOR DE PUENTE TÉRMICO +DVH 12-6-12MM	
K=2.82W/m ² .K	CUMPLE
PERFIL PVC + DVH 12-6-12MM	
K= 2.55W/m ² .K	CUMPLE
MADERA +DVH 12-6-12MM	
K=3.36W/m ² .K	CUMPLE

Cuadro 6: Valores de transmitancia térmica según IRAM 11507-4

La vivienda original incorpora el uso de carpinterías de aluminio con vidrio simple, que no cumple con la norma.

d) **Verificación del riesgo de condensación.**

De acuerdo a la conformación de los paramentos y la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior puede producirse condensación en la envolvente del edificio.

Se realizó la verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial de acuerdo a las normas IRAM 11.625 y 11.630 en los paños centrales y puntos singulares del sistema constructivo de la vivienda original.

• Muros

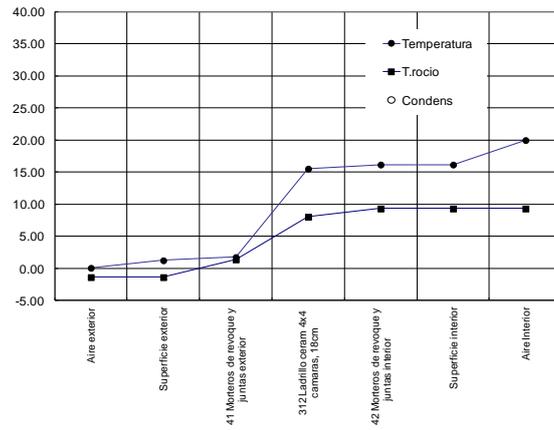
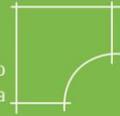
Cuadro 7: Verificación en paños centrales:
Verificación de riesgo de condensación superficial

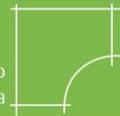
DATOS:			
Zona Bioambiental	IIIB		
Temperatura de Diseño Exterior	0.1 °C		
Humedad de Diseño Exterior	90 %		
Temperatura de Diseño Interior	20 °C		
Humedad de Diseño Interior	75 %		
Rsi	0.17 m ² K/W		
Resistencia térmica	0.68 W/m²K		
VERIFICACIÓN EN PAÑOS CENTRALES			
Cálculo de Riesgo de Condensación Superficial			
Diferencia de Temperatura	Δt	ti-te	19.9 °C
Caída de Temperatura en la sup. Interna	τ	$R_{s,i} \Delta t / R_t$	4.98 °C
Temperatura Sup. interna del muro	Θ	ti-T	15.02 °C
Temperatura de Rocío	Tr		13.5 °C
NO EXISTE RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL			

Verificación de riesgo de condensación intersticial

PLANILLA 4 - RIESGO DE CONDENSACION											
Descripción de cerramiento:		Muro LPH 18 - Muro									
Ubicación:		002 Buenos Aires Obs - 002 Buenos Aires Obs									
Capa	e	λ	R	t	δ / μ	Opcion	Rv	HR	P	t _r	dt
Desde el interior al exterior	espesor	Conductiv. Termica	Resistenc Termica	temper.	Permeabilidad	Permeancia	Res.vap.	HR.	Pres. vap	T. rocío	Dif-Temp
Unidad	m	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m.h.kPa	g/m ² .h	m ² .h.kPa/g	%	kPa	°C	°C
Aire exterior				0.1				90	0.5	-1.4	1
0 Resist. Sup. Ext			0.040	1.3			0.0		0.5	-1.4	Sin condensación 2.6
1 041 Morteros de revoque y	0.020	1.16	0.017	1.8	0.037		0.541		0.7	1.4	Sin condensación 0.4
2 312 Ladrillo ceram 4x4 cam	0.180	0.38	0.470	15.6	0.100		1.800		1.1	8.1	Sin condensación 7.5
3 042 Morteros de revoque y	0.020	0.93	0.022	16.2	0.044		0.455		1.2	9.3	Sin condensación 6.9
4 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	16.2					1.2	9.3	Sin condensación 6.9
5 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	16.2					1.2	9.3	Sin condensación 6.9
6 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	16.2					1.2	9.3	Sin condensación 6.9
7 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	16.2					1.2	9.3	Sin condensación 6.9
8 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	16.2					1.2	9.3	Sin condensación 6.9
Resistencia sup Int			0.130	16.2			0.0		1.2	9.3	Sin condensación 6.9
Aire Interior				20				50	1.164	9.3	Sin Condensación 9.3
Total	0.220		0.679	19.9			2.795		-0.616		

CENTRO DE INVESTIGACION HABITAT Y ENERGIA, FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO,
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES





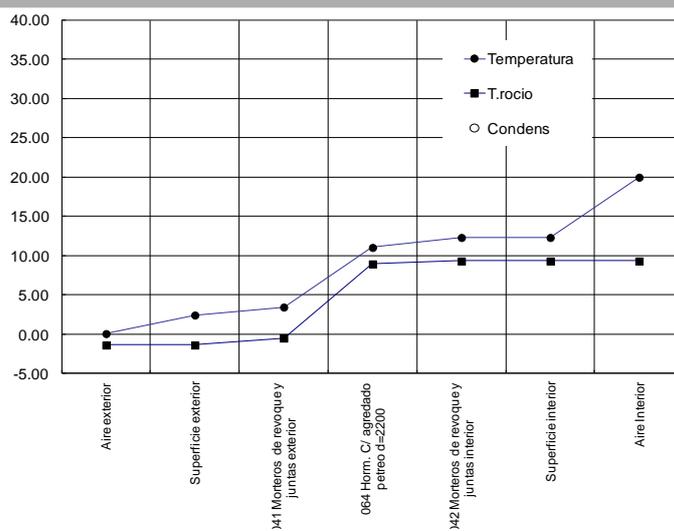
**Cuadro 8: Verificación en puntos singulares:
Verificación de riesgo de condensación superficial**

DATOS:			
Zona Bioambiental		IIIB	
Temperatura de Diseño Exterior		0.1 °C	
Humedad de Diseño Exterior		90 %	
Temperatura de Diseño Interior		20 °C	
Humedad de Diseño Interior		75 %	
Rsi		0.17 m ² K/W	
Resistencia térmica		0.34 W/m²K	
VERIFICACIÓN EN PAÑOS CENTRALES			
Cálculo de Riesgo de Condensación Superficial			
Diferencia de Temperatura	Δt	$t_i - t_e$	19.9 °C
Caída de Temperatura en la sup. Interna	T	$R_{s,i} \Delta t / R_t$	9.95 °C
Temperatura Sup. interna del muro	Θ	$t_i - T$	10.05 °C
Temperatura de Rocío	T_r		13.5 °C
EXISTE RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL			

Verificación de riesgo de condensación intersticial

PLANILLA 4 - RIESGO DE CONDENSACION											
Descripción de cerramiento:		Muro LPH 18 - Muro									
Ubicación:		002 Buenos Aires Obs - 002 Buenos Aires Obs									
Capa	e	λ	R	t	δ / μ	Opcion	Rv	HR	P	t_r	dt
Desde el interior al exterior	espesor	Conductiv. Termica	Resistenc. Termica	temper.	Permeabilidad	Permeancia	Res. vap.	HR	Pres. vap	T. rocío	Dif-Temp
Unidad	m	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m.h.kPa	g/m ² .h	m ² .h.kPa/g	%	kPa	°C	°C
Aire exterior				0.1				90	0.5	-1.4	Sin condensación
0 Resist. Sup. Ext			0.040	2.5			0.0		0.5	-1.4	3.8 Sin condensación
1 041 Morteros de revoque y j	0.020	1.16	0.017	3.5	0.037		0.541		0.6	-0.5	3.9 Sin condensación
2 064 Horm. C/ agredado pet	0.180	1.40	0.129	11.1	0.022		8.182		1.1	9.0	2.1 Sin condensación
3 042 Morteros de revoque y j	0.020	0.93	0.022	12.3	0.044		0.455		1.2	9.3	3.0 Sin condensación
4 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	12.3					1.2	9.3	3.0 Sin condensación
5 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	12.3					1.2	9.3	3.0 Sin condensación
6 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	12.3					1.2	9.3	3.0 Sin condensación
7 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	12.3					1.2	9.3	3.0 Sin condensación
8 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	12.3					1.2	9.3	3.0 Sin condensación
Resistencia sup int			0.130	12.3			0.0			9.3	Sin condensación
Aire Interior				20				50	1.164	9.3	Sin Condensación
Total	0.220		0.337	19.9			9.177		-0.616		

CENTRO DE INVESTIGACION HABITAT Y ENERGIA, FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO,
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES



• TECHOS

Cuadro 9: Verificación en paños centrales:

Verificación de riesgo de condensación superficial

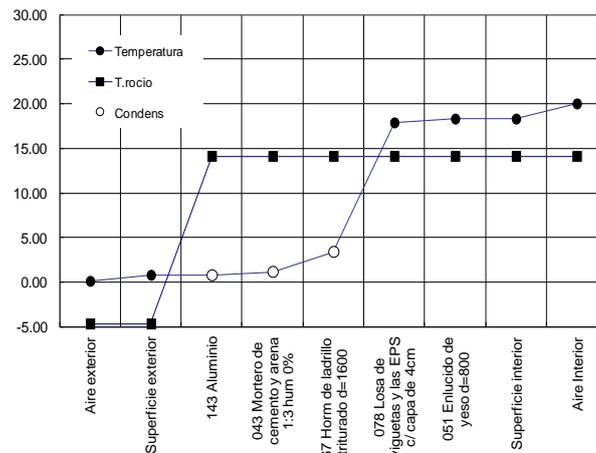
DATOS:			
Zona Bioambiental	IIIB		
Temperatura de Diseño Exterior	3.1 °C		
Humedad de Diseño Exterior	90 %		
Temperatura de Diseño Interior	18 °C		
Humedad de Diseño Interior	75 %		
Rsi	0.17 m ² K/W		
TECHO			
Resistencia térmica	3.93 W/m ² K		
Cálculo de Riesgo de Condensación Superficial			
Diferencia de Temperatura	Δt	ti-te	14.9 °C
Caída de Temperatura en la sup. Interna	τ	Rsix Δt /Rt	0.64 °C
Temperatura Sup. interna del techo	Θ	ti-T	17.36 °C
Temperatura de Rocío	Tr		13.3 °C
NO EXISTE RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL			

Verificación de riesgo de condensación intersticial

PLANILLA 4 - RIESGO DE CONDENSACION

Descripción de cerramiento:		Universidad Nacional Río Negro - Techo									
Ubicación:		002 Buenos Aires Obs - 002 Buenos Aires Obs									
Capa	e	λ	R	t	δ / μ	Opcion	Rv	HR	P	t _r	dt
Desde el interior al exterior	espesor	Conductiv. Termica	Resistenc Termica	temper.	Permeabilidad	Permeancia	Res.vap.	HR	Pres. vap	T. rocío	Dif-Temp
Unidad	m	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m.h.kPa	g/m ² .h	m ² .h.kPa/g	%	kPa	°C	°C
Aire exterior				0.1				70	0.4	-4.7	
0 Resist. Sup. Ext			0.040	0.8			0.0		0.4	-4.7	Sin condensación 5.5
1 143 Aluminio	0.010	204.00	0.000	0.8	0.000		100000.000		1.6	14.1	Sin condensación -13.3
2 043 Mortero de cemento y	0.020	0.89	0.022	1.2	0.022		0.909		1.6	14.1	CONDENSACION -12.9
3 067 Horm de ladrillo triturad	0.100	0.76	0.132	3.4	0.050		2.000		1.6	14.1	CONDENSACION -10.7
4 078 Losa de viguetas y las	0.170	0.20	0.850	17.9	0.700		0.243		1.6	14.1	CONDENSACION 3.8
5 051 Enlucido de yeso d=80	0.010	0.40	0.025	18.3	0.070		0.143		1.6	14.1	Sin condensación 4.2
6 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	18.3					1.6	14.1	Sin condensación 4.2
7 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	18.3					1.6	14.1	Sin condensación 4.2
8 000 Capa vacia	0.000		0.000	18.3					1.6	14.1	Sin condensación 4.2
Resistencia sup Int			0.100	18.3			0.0		1.6	14.1	Sin condensación 14.1
Aire Interior				20				70	1.630	14.1	CONDENSACION
Total	0.310		1.169	19.9			100003.295		-1.204		

CENTRO DE INVESTIGACION HABITAT Y ENERGIA, FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO,
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

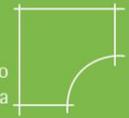


e) Balance térmico de Invierno

El balance térmico de invierno es una herramienta que permite calcular la cantidad de energía que será necesaria incorporar a un local o edificio para mantener una temperatura determinada y compensar las pérdidas por conductividad e infiltración. La Norma IRAM 11.604 establece que las posibles ganancias por radiación solar, personas o cargas internas del edificio no sean tenidas en cuentas para el cálculo de la demanda energética.

La demanda de energía para calefacción en una región está determinada por los grados días, que se calculan multiplicando el diferencial entre la temperatura exterior promedio y la temperatura de diseño (20°C en este caso) para cada día del año con necesidad de calefacción. Los grados días determinan la magnitud del período frío y son un indicador del tipo de clima que se presenta. Para este análisis se utilizó los datos de Buenos Aires de la norma IRAM 11.603 con 854 grados día con base de 18°C y 1.249 GD con base 20°C.

La Norma IRAM 11.604 determina que “la evaluación de una vivienda, a los efectos del ahorro energético, se efectuará en función de un parámetro denominado coeficiente volumétrico de pérdida de calor (Gcal)”. El “coeficiente G” se calcula computando las pérdidas de calor a través de la envolvente junto con las pérdidas por renovación de aire (expuestas en la figura 4.2) y dividiendo dicho valor por el volumen calefaccionado de la vivienda. Los valores de G admisible dependen de 2 variables, los grados día y el volumen de la vivienda. La figura 4.3 muestra las curvas de referencia de la Norma:



m3	Grados Días		
	1200	1,249	1300
500	1.485		1.473
534.00	1.4587	1.46	1.447
1000	1.339		1.33

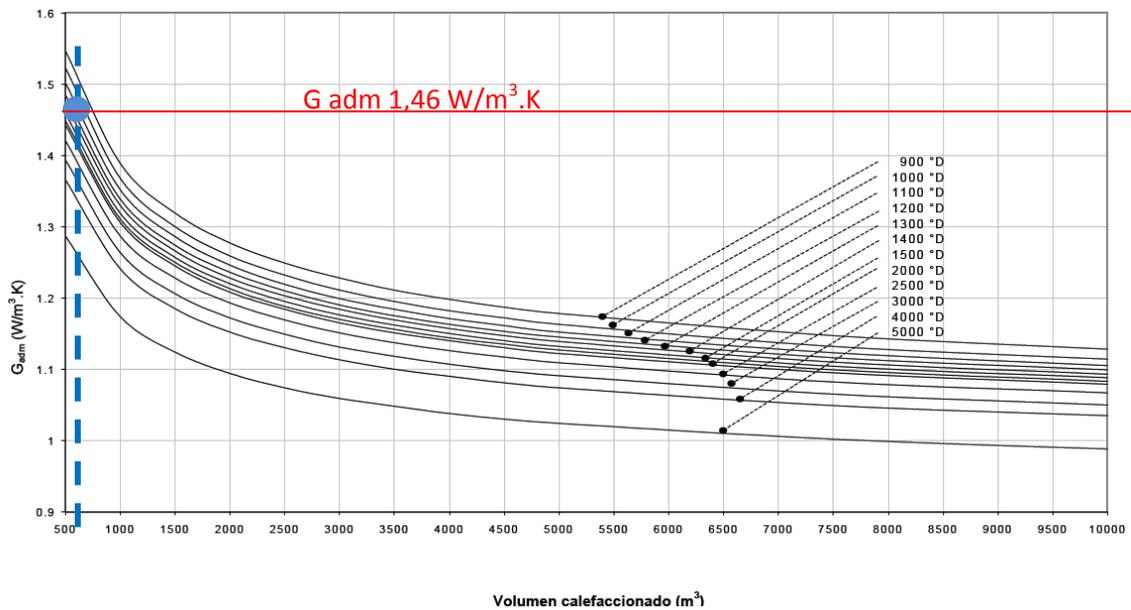


Figura 46. Valores máximos admisibles (G_{adm}) para edificios de vivienda en función del volumen calefaccionado.

Para determinar el valor de G admisible del modelo analizado se ingresa a la tabla con el volumen acondicionado (534m³) y los grados día (1.249 GD) en función a la temperatura de diseño establecida (20°C). Interpolando los valores se obtiene que el coeficiente volumétrico admisible para la vivienda en estudio es de 1,46 W/m³K.

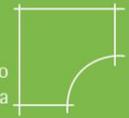
Para las pérdidas por renovación de aire se utilizó 2r/h que es el valor que surge de la norma debido a la falta de información sobre los niveles de estanqueidad de las carpinterías.



BTI- Proyecto Original

1. Datos generales				
	Sup. Calef. (m2)	Altura prom. (m)	Volumen (m3)	
	178.00	3.00	534.00	
Totales	178.00		534.00	
Grados días 18°C			854	
Temperatura de diseño interior (°C)			20	
Grados días s/ temp. de confort (°C)			1,249	
2. Pérdidas por transmisión (W/°K)				
Elemento	Sup. (m2)	K	γ	Sup x K
A. Cerramientos exteriores (muro)				
M. Hueco 18 + Revoques	186.73	1.47	1	275.11
Vacio	0.00	0	1	0.00
Puente Térmico Viga HA	19.32	2.96	1	57.27
vacio	0.00	0	1	0.00
vacio	0.00	0	1	0.00
vacio	0	0	1	0.00
Subtotal muros	206.05			332.38
B. Aberturas				
Vidrio Float Incoloro 4mm	35.72	5.7	1	203.61
Perfil Aluminio	3.97	6.02	1	23.89
Mdf 18mm	2.51	2.56	1	6.43
vacio	0.00	0	1	0.00
vacio	0.00	0	1	0.00
Subtotal aberturas / ventanas	42.20			233.93
C. Techos y pisos sobre exterior				
Losa EPS+VIGUETA	178.00	0.95	1	169.10
Vacio	0.00	0	1	0.00
vacio	0.00	0	1	0.00
Subtotal Techos	178.00			169.10
D. Otros cerramientos: muros, entrepisos, aberturas a locales no calefaccionados				
Pisos sobre vacio	Superficie	K	Ajuste	
M. Hueco 12 + Revoques	12.16	1.7	0.50	10.34
vacio	0.00	0	0.50	0.00
vacio	0.00	0	0.50	0.00
Subtotal no calefaccionado	12.16			10.34
E. Piso sobre terreno natural				
Elemento	Perimetro	K por perimetro	γ	P x K s/ aisl.
Piso sin aislación	67.00	1.38	1	92.46
Subtotal sobre terreno natural				92.46
Total pérdidas por transmisión (W/°K)			838.21	
Total pérdidas volum. trasm. (W/m3°K)			1.57	
4. Renovaciones por infiltración				
Calidad de aberturas				Buena
Renovaciones por hora aprox.				
Renov. /hr	K aire	n x K		Total
2.00	0.35	0.70		373.80
Total pérdidas por infiltración (W/°K)			373.80	
Total pérdidas volum. Infiltr. (W/m3°K)			0.70	
5. Coeficiente "G" de cálculo (W/m3°K)				
Coeficiente "G" recomendado (W/m3°K)			2.27	
			1.46	
6. Factor de forma				
Factor de forma recomendado			0.82	
			0.50	
10. Relaciones de pérdidas entre cerramientos de la envolvente				
Variable	Sup (m2)		Pérdidas	
Muros a exterior	206.05		332.38	
Aberturas	42.20		233.93	
Pisos	178.00		92.46	
Techos	178.00		169.10	
Otros cerramientos a No calef	12.16		10.34	
Infiltración			373.80	
Pérdidas totales			1212.01	
Superficie de aberturas / fachada			17.00%	
% pérdidas muros			27.42%	
% pérdidas aberturas			19.30%	
% pérdidas techos			13.95%	
% otros cerramientos a No calefaccionado			0.85%	
% pérdidas piso			7.63%	
% pérdidas infiltración			30.84%	
			100.00%	

Cuadro 10 : Balance térmico de Invierno



Coeficiente "G" (W/m³K)

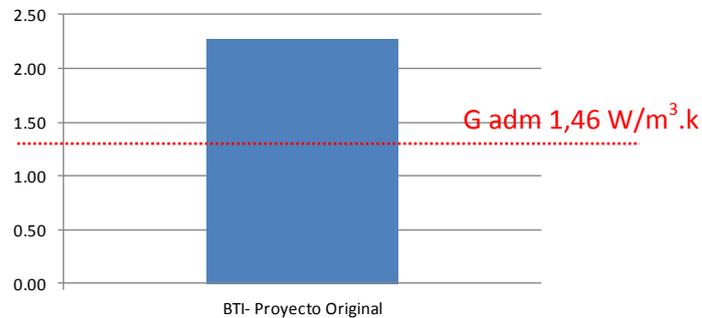


Figura 47. Comparativa de Coeficiente de Pérdidas Globales

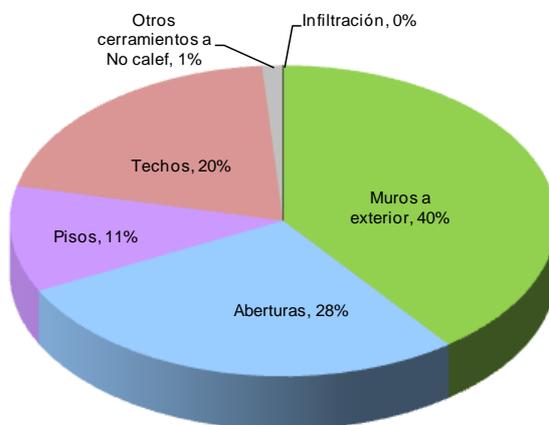


Figura 48: Comparativa de pérdidas



Figura 49: Comparativa de superficies

El coeficiente G alcanzado supera el G_{adm}, que para este clima y el volumen construido es 1,46 W/m³.K, por el 127%. Es muy importante el nivel de pérdidas a través de la envolvente, por la falta de aislación térmica en todos los paramentos exteriores.

En función de la superficie que representan en la totalidad de la envolvente, se puede visualizar que las mayores pérdidas se dan por las ventanas, representando el 28% de las pérdidas y siendo la menor superficie de la envolvente.

Los pisos, al estar en contacto con la tierra, a pesar de ser una gran superficie tienen pocas pérdidas, mientras los techos que tienen la misma superficie permiten mayor paso de calor.



f) **Norma IRAM 11.900**

Norma IRAM 11.900 surge con el objetivo de reducir la creciente demanda de Gas natural en el ámbito de la República Argentina. Encargada por la Secretaría de Energía de La Nación y con la participación de ENARGAS, INTI y varias universidades nacionales se estableció el sistema de etiquetado edilicio similar al de los electrodomésticos, que permite informar al usuario y al proveedor del servicio de Gas, el nivel de eficiencia energética de la vivienda.

La Norma fija 20°C como temperatura interior y asigna una temperatura de diseño exterior dependiendo de la localidad en que se encuentre la vivienda, en base a la Norma IRAM 11.603. Se deben computar las superficies de envolvente al exterior (muros, pisos, carpinterías, techos) y asignarles su valor de conductividad térmica. La Norma IRAM 11.900 no analiza las pérdidas energéticas por renovación de aire ya que el país no cuenta con etiquetado de puertas ni ventanas que permitan establecer fehacientemente los niveles de infiltración.

La Norma IRAM 11.900 también establece que para cuando se desee calcular la carga térmica anual en calefacción Q (kWh/año), deberá utilizarse el procedimiento establecido en la Norma IRAM 11.604.

El etiquetado establece 8 niveles de eficiencia según el valor de temperatura media ponderada (Tm) expresada en W/m²K. La figura 5.1 muestra el rango de Tm comprendido en cada nivel:

Etiqueta	Condicion
A	$t_m = 1\text{ }^\circ\text{C}$
B	$1\text{ }^\circ\text{C} < t_m = 1,5\text{ }^\circ\text{C}$
C	$1,5\text{ }^\circ\text{C} < t_m = 2\text{ }^\circ\text{C}$
D	$2\text{ }^\circ\text{C} < t_m = 2,5\text{ }^\circ\text{C}$
E	$2,5\text{ }^\circ\text{C} < t_m = 3\text{ }^\circ\text{C}$
F	$3\text{ }^\circ\text{C} < t_m = 3,5\text{ }^\circ\text{C}$
G	$3,5\text{ }^\circ\text{C} < t_m = 4\text{ }^\circ\text{C}$
H	$t_m > 4\text{ }^\circ\text{C}$

Figura 50. Niveles de eficiencia energética y rangos de Tm comprendidos. Norma IRAM 11.900

Actualmente no existe ley reglamentada que fije cumplir con un determinado nivel de etiquetado, pero los resultados de aplicar lo exigido en las leyes 13.059 de la Provincia de Bs. As. y la ley 4.458 de la Ciudad de Bs. As. dan valores cercanos al "nivel D".

Etiqueta: Eficiencia energética de la envolvente en invierno Norma IRAM 11.900						Página 1
Proyecto						
Dirección ⁽¹⁾		Datos catastrales ⁽³⁾	Piso/Depto ⁽⁴⁾	Etapa ⁽⁵⁾		
Unidad ⁽²⁾	Edificio aislado, indiviso			Uso > 1 año		
Ubicación						
Provincia ⁽⁶⁾	Ciudad Autónoma de Bs As	Latitud ⁽⁸⁾	Altura ⁽⁹⁾	Temp ext ⁽¹⁰⁾	Zona Bioambiental ⁽¹¹⁾	
Localidad ⁽⁷⁾	Buenos Aires	035°	25 m	03° C	IIIB Templado < ampl	
Profesional responsable						
Nombre ⁽¹²⁾				Título ⁽¹⁴⁾	DNI/LC etc. ⁽¹⁵⁾	
Dirección ⁽¹³⁾				Otro		
Techos						
Componente ⁽¹⁶⁾	Construcción ⁽¹⁷⁾	Superficie ⁽¹⁸⁾	K W/m ² K ⁽¹⁹⁾	Δ T° C ⁽²⁰⁾	τ _i ⁽²¹⁾	
Techo 1	Losa Ladrillo EPS + vigueta, contrapiso, term	178.00	0.30	25.5	0.99	
Techo 2		0.00	0.00	25.5	0.00	
Techo 3		0.00	0.00	25.5	0.00	
Techo 4		0.00	0.00	25.5	0.00	
Techo 5		0.00	0.00	25.5	0.00	
Superficie total techos, m ² (22)		178	τ promedio techos °C ⁽²³⁾		0.99	
Muros y pisos en contacto con el aire exterior						
Componente ⁽²⁴⁾	Construcción ⁽²⁵⁾	Superficie ⁽²⁶⁾	K W/m ² K ⁽²⁷⁾	Δ T° C ⁽²⁸⁾	τ _i ⁽²⁹⁾	
Muro 1	Bloque cerámico hueco 4 cámaras, 200mm, r	186.73	1.47	17.5	3.34	
Muro 2		0.00	0.00	17.5	0.00	
Muro 3		0.00	0.00	17.5	0.00	
Muro 4		0.00	0.00	17.5	0.00	
Muro 5		0.00	0.00	17.5	0.00	
Piso 1		0.00	0.00	17.5	0.00	
Piso 2		0.00	0.00	17.5	0.00	
Superficie total muros y pisos exteriores, m ² (30)		186.73	τ promedio muros °C ⁽³¹⁾		3.34425	
Responsable⁽³²⁾						
Firma	Título ⁽³³⁾		Otro	Fecha ⁽³⁴⁾	18/06/2015	
Calculo de eficiencia energética de la envolvente en invierno Norma IRAM 11.900						Página 2
Ventanas y puertas						
Componente ⁽³⁵⁾	Construcción ⁽³⁶⁾	Superficie ⁽³⁷⁾	K W/m ² K ⁽³⁸⁾	Δ T° C ⁽³⁹⁾	τ _i ⁽⁴⁰⁾	
Ventana 1	Vidrio incoloro común	39.69	5.82	17.5	13.24	
Ventana 2	-	0.00	0.00	17.5	0.00	
Ventana 3	-	0.00	0.00	17.5	0.00	
Puerta 1		0.00	0.00	17.5	0.00	
Puerta 2		0.00	0.00	17.5	0.00	
Puerta 3		0.00	0.00	17.5	0.00	
Superficie total ventanas y puertas, m ² (41)		39.69	τ promedio ventanas y puertas °C ⁽⁴²⁾		13.24	
Medianeras en contacto con otros edificios y muros, pisos y techos en contacto con otras unidades funcionales						
Componente ⁽⁴³⁾	Construcción ⁽⁴⁴⁾	Superficie ⁽⁴⁵⁾	K W/m ² K ⁽⁴⁶⁾	Δ T° C ⁽⁴⁷⁾	τ _i ⁽⁴⁸⁾	
Medianera		0.00	0.00	8.75	0.00	
Medianera		0.00	0.00	8.75	0.00	
Muro int		0.00	0.00	8.75	0.00	
Muro int		0.00	0.00	8.75	0.00	
Muro int		0.00	0.00	8.75	0.00	
Superficie total en contacto con otros espacios, m ² (49)		0.00	τ Total medianeras °C ⁽⁵⁰⁾		0.00	
Resumen			Etiqueta			
Elementos de la envolvente		Superficies	τ °C	Clase	Condición	
Techos (51), (52)		178.00	0.99	A	τ _m ≤ 1 °C	
Muros y pisos exteriores (53), (54)		186.73	3.34	B	1 °C < τ _m ≤ 1,5 °C	
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}		39.69	13.24	C	1,5 °C < τ _m ≤ 2 °C	
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}		0.00	0.00	D	2 °C < τ _m ≤ 2,5 °C	
Superficie total⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio⁽⁶⁰⁾		404.42	3.28	E	2,5 °C < τ _m ≤ 3 °C	
				F	3 °C < τ _m ≤ 3,5 °C	
				G	3,5 °C < τ _m ≤ 4 °C	
				H	τ _m > 4 °C	
Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾		F				
Transmitancia térmica media ponderada, W/m²K		1.38				
Responsable⁽⁶²⁾						
Firma	Título ⁽⁶³⁾		Otro	Fecha ⁽⁶⁶⁾	18/06/2015	

Cuadro 11: Etiquetado Energético

A raíz del análisis realizado en la envolvente se puede entender la baja categoría obtenida en el etiquetado realizado de acuerdo a los protocolos establecidos en la norma IRAM 11.900.



6. ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DE CERTIFICACIÓN LEED

La certificación LEED es una normativa realizada por el USGBC (U.S. Green Building Council) de carácter voluntario. Es una herramienta que pondera el grado de eficiencia energética e impacto ambiental de los edificios.

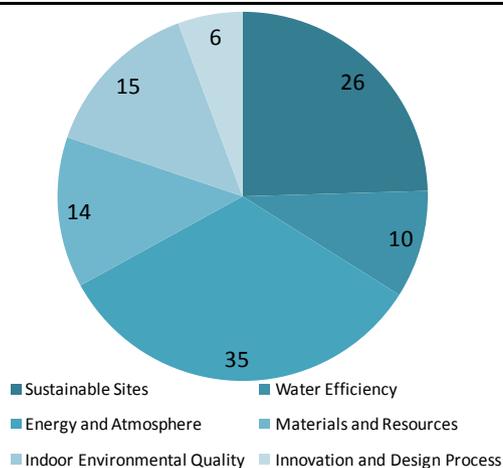
Actualmente se encuentra vigente el sistema de certificación lanzado en 2009, V3 y a su vez se ha lanzado versión 4 que será la única disponible a partir del año que viene.

6.1 Descripción del sistema LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

El sistema de certificación sustentable LEED para edificios nuevos o grandes remodelaciones se divide en las siguientes categorías:

Categoría	Rubro	Puntaje	Créditos	Pre-requisitos
SS	Sitio Sustentable	26	8	1
WE	Uso racional del agua	10	3	1
EA	Energía y atmósfera	35	6	3
MR	Materiales y recursos	14	7	1
EQ	Calidad de aire interior	15	8	2
ID	Innovación y diseño	6	2	0
RP	Prioridad Regional	4	4	0
	Total	110		

Cuadro 11: Distribución de Puntos en los Créditos



Certificación obtenida según puntaje:

- 0 a 39 puntos: No certifica.
- 40 a 49 puntos: Certificado
- 50 a 59 puntos: Plata
- 60 a 79 puntos: Oro
- 80 a 110 puntos: Platino



Figura 51. Distribución de los puntos por categorías y Etiquetas de certificado según puntuación.



Para obtener la certificación es necesario cumplir con los pre-requisitos de todas las categorías y adquirir al menos 40 puntos. A mayor cantidad de puntos obtenidos mejor es el grado de certificación obtenido, el cual varía entre: 1- Certificado, 2- Plata, 3- Oro y 4-Platino

6.2 Metodología de análisis

Se utilizó la documentación técnica del análisis realizado para establecer el puntaje posible actual de la vivienda bajo el sistema LEED. Se analizó cada uno de los puntos y pre-requisitos abordados por la normativa y se evaluó el grado de cumplimiento del proyecto actual.

6.2.1 Criterios de puntuación

Dado que LEED es un ente certificador independiente, la obtención de puntos debe ser enviada para evaluación, existiendo ítems de menor o mayor factibilidad. Se utilizó el siguiente criterio para la puntuación:

Seguro: Puntos cuyos requisitos están cubiertos en el proyecto o en las características del terreno.

Probable: Créditos que deben ser evaluados por LEED para obtener puntaje final, dependen de estudios en profundidad a realizar por asesores termomecánicos o de iluminación.

Posible: Puntos que deben ser verificados por LEED para la obtención, o puntos que requieren cálculos muy complejos no incluidos dentro del presente trabajo.

Improbable: Puntos que abarcan cuestiones no especificadas en la documentación y cuyo cumplimiento no es habitual en obras convencionales. Es necesario que estas especificaciones estén incluidas en la documentación y que sean verificados por la dirección de obra.

Imposible: Puntos que dependen de terreno (variable fija) o que por las características de la obra son imposibles de implementar.

6.3 Planilla de Puntuación LEED

A continuación se presenta la planilla de certificación LEED que se utiliza como checklist para evaluar la posibilidad de certificación y cumplimiento de cada crédito. Se evaluó el proyecto existe para determinar la posibilidad de certificación para el sistema LEED Nuevas Construcciones, versión V3, 2009.



					LEED 2009 for New Construction and Major Renovation		
Seguro	Probable	Posible	Improbable	Imposible	Project Checklist		
					Project Name	Date	
1	0	6	1	18	Sustainable Sites		Possible Points: 26
				x			
					Prereq 1	Construction Activity Pollution Prevention	
				1	Credit 1	Site Selection	1
				5	Credit 2	Development Density and Community Conectivity	5
				1	Credit 3	Brownfield Redevelopment	1
				6	Credit 4,1	Alternative Transportation - Public Transportation Access	6
			1		Credit 4,2	Alternative Transportation - Bicycle Storage and Changing Rooms	1
			3		Credit 4,3	Alternative Transportation - Low-Emiting and Fuel-Efficient Vehicles	3
			2		Credit 4,4	Alternative Transportation - Parking Capacity	2
		1			Credit 5,1	Site Development - Protect or Restore Habitat	1
		1			Credit 5,2	Site Development - Maximize Open Space	1
		1			Credit 6,1	Stormwater Design - Quantity Control	1
		1			Credit 6,2	Stormwater Design - Quality Control	1
		1			Credit 7,1	Heat Island Effect - Non-roof	1
		1			Credit 7,2	Heat Island Effect - Roof	1
1					Credit 8	Light Pollution Reduction	1
0	0	0	4	6	Water Efficiency		Possible Points: 10
x					Prereq 1	Water Use Reduction - 20% Reduction	
				4	Credit 1	Water Efficient Landscaping	2 to 4
						Reduce by 50%	2
					x	No Potable Water Use or Irrigation	4
				2	Credit 2	Innovative Wastewater Technologies	2
				4	Credit 3	Water Use Reduction	2 to 4
						Reduce by 30%	2
						Reduce by 35%	3
						Reduce by 40%	4
0	0	0	0	35	Energy and Atmosphere		Possible Points: 35
				x	Prereq 1	Fundamental Commissioning of Building Energy Systems	
				x	Prereq 2	Minimun Energy Performance	
				x	Prereq 3	Fundamental Refrigerant Management	
				19	Credit 1	Optimize Energy Performance	1 to 19
						Improve by 12% for New Buildings or 8% for Existing Building Renovations	1
						Improve by 14% for New Buildings or 10% for Existing Building Renovations	2
						Improve by 16% for New Buildings or 12% for Existing Building Renovations	3
						Improve by 18% for New Buildings or 14% for Existing Building Renovations	4
						Improve by 20% for New Buildings or 16% for Existing Building Renovations	5
						Improve by 22% for New Buildings or 18% for Existing Building Renovations	6
						Improve by 24% for New Buildings or 20% for Existing Building Renovations	7
						Improve by 26% for New Buildings or 22% for Existing Building Renovations	8
						Improve by 28% for New Buildings or 24% for Existing Building Renovations	9
						Improve by 30% for New Buildings or 26% for Existing Building Renovations	10
						Improve by 32% for New Buildings or 28% for Existing Building Renovations	11
						Improve by 34% for New Buildings or 30% for Existing Building Renovations	12
						Improve by 36% for New Buildings or 32% for Existing Building Renovations	13
						Improve by 38% for New Buildings or 34% for Existing Building Renovations	14
						Improve by 40% for New Buildings or 36% for Existing Building Renovations	15
						Improve by 42% for New Buildings or 38% for Existing Building Renovations	16
						Improve by 44% for New Buildings or 40% for Existing Building Renovations	17
						Improve by 46% for New Buildings or 42% for Existing Building Renovations	18
						Improve by 48% for New Buildings or 44% for Existing Building Renovations	19
				7	Credit 2	On-Site Renewable Energy	1 to 7
						1% Renewable Energy	1
						3% Renewable Energy	2
					x	5% Renewable Energy	3
						7% Renewable Energy	4
						9% Renewable Energy	5
						11% Renewable Energy	6
						13% Renewable Energy	7
				2	Credit 3	Enhanced Commissioning	2
				2	Credit 4	Enhanced Refrigerant Management	2
				3	Credit 5	Measurement and Verification	3
				2	Credit 6	Green Power	2



0	1	4	0	8	Materials and Resources		Possible Points: 14
				x	Prereq 1	Storage and Collection of Recyclables	
				3	Credit 1,1	Building Reuse-Maintain Existing Walls, Floors, and Roof	1 to 3
						Reuse 55%	1
						Reuse 75%	2
						Reuse 95%	3
				1	Credit 1,2	Building Reuse-Maintain 50% of Interior Non-Structural Elements	1
		2			Credit 2	Construction Waste Management	1 to 2
						50% Recycled or Salvaged	1
						75% Recycled or Salvaged	2
				2	Credit 3	Materials Reuse	1 to 2
						Reuse 5%	1
						Reuse 10%	2
	1				Credit 4	Recycled Content	1 to 2
						10% of Content	1
						20% of Content	2
		2			Credit 5	Regional Materials	1 to 2
						10% of Materials	1
						20% of Materials	2
				1	Credit 6	Rapidly Renewable Materials	1
				1	Credit 7	Certified Wood	1
2	5	0	6	2	Indoor Environmental Quality		Possible Points: 15
				x	Prereq 1	Minimum Indoor Air Quality Performance	
x					Prereq 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	
				1	Credit 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1
			1		Credit 2	Increased Ventilation	1
	1				Credit 3,1	Construction IAQ Management Plan-During Construction	1
			1		Credit 3,2	Construction IAQ Management Plan-Before Occupancy	1
			1		Credit 4,1	Low-Emitting Materials-Adhesives and Sealants	1
	1				Credit 4,2	Low-Emitting Materials-Paints and Coatings	1
	1				Credit 4,3	Low-Emitting Materials-Flooring Systems	1
				1	Credit 4,4	Low-Emitting Materials-Composite Wood and Agrifiber Products	1
			1		Credit 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1
	1				Credit 6,1	Controllability of Systems-Lighting	1
	1				Credit 6,2	Controllability of Systems-Thermal Comfort	1
			1		Credit 7,1	Thermal Comfort - Design	1
			1		Credit 7,2	Thermal Comfort - Verification	1
1					Credit 8,1	Daylight and Views - Daylight	1
1					Credit 8,2	Daylight and Views - Views	1
2	0	0	0	4	Innovation and Design Process		Possible Points: 6
				1	Credit 1,1	Innovation in Designs: Bioclimatic design	1
				1	Credit 1,2	Innovation in Designs: Co-generation plant	1
				1	Credit 1,3	Innovation in Designs: Exemplary performance: SS: Storm water design- Quality	1
				1	Credit 1,4	Innovation in Designs: Exemplary performance: WEC3: Water use reduction	1
1					Credit 1,5	Innovation in Designs: Exemplary performance: IEQ 8.2: Daylight and views-views	1
1					Credit 2	LEED Accredited Professional	1
4	0	0	0	4	Regional Priority Credits		Possible Points: 4
				1	Credit 1,1	Regional Priority:EAc1 :Optimize energy performance	1
				1	Credit 1,2	Regional Priority: SS:Heat Island Effect: Roof	1
				1	Credit 1,3	Regional Priority: WE: Water Efficient Land Scaping	1
				1	Credit 1,4	Regional Priority: WE: Water use reduction	1
9	6	10	11	77	Total		Possible Points: 110
					Certified 40 to 49 points Silver 50 to 59 points Gold 60 to 79 points Platinum 80 to 110		

Cuadro 12: Planilla de Puntuación LEED

De acuerdo a las características del proyecto original no se obtendría la certificación LEED. En cuanto a los créditos de la categoría sitios sustentables habría que destacar que el proyecto no alcanza muchos puntos porque se encuentra implantado en un área cuyas características naturales fueron eliminadas para el asentamiento de la urbanización. Por otro lado la vivienda se encuentra alejada de los servicios básicos y no cuenta con transporte público en las cercanías.



El diseño de los espacios exteriores no prevé el manejo eficiente de agua de lluvia, un diseño de paisaje eficiente, ni estrategias para la reducción del efecto isla de calor.

En cuanto a las categorías de manejo de agua eficiente, el proyecto no cuenta con la previsión de colocar artefactos ni griferías eficientes, recuperación de aguas grises, de lluvia y condensación, el tratamiento de aguas negras, o riego eficiente para los exteriores.

El proyecto no prevé ninguna medida para el ahorro de energía de acondicionamiento térmico, calentamiento de agua sanitaria ni iluminación. Tampoco se consideró la posibilidad de realizar auditorías para corroborar el funcionamiento de la vivienda. Es por eso que tampoco se obtienen los prerequisites ni los puntos suficientes en los créditos de Energía y Atmósfera.

La elección de los materiales para la construcción de la vivienda no considera la incorporación de que sean producidos en áreas cercanas a la obra (no más de 800km), provengan de fuentes rápidamente renovables, contengan material reciclado o reutilizado.

En la categoría de calidad de aire interior no se obtienen puntos suficientes tampoco. No se preverá el cumplimiento de las normas ASHRAE para ventilación mecánica o CIBSE para ventilación natural. Tampoco se considera la colocación de materiales de terminación de bajas emisiones nocivas. El diseño de la iluminación artificial y térmica no prevé que pueda ser regulado dentro de cada espacio de manera independiente en cada sector. Sólo se obtendría el prerequisite que prevé evitar el humo de tabaco en interiores por cuestiones de salud de los integrantes de la familia y los créditos de iluminación natural y vistas al exterior.

7. CONCLUSIONES SOBRE EL PROYECTO ORIGINAL

En el proyecto existente los propietarios no tuvieron en cuenta la posibilidad de realizar un proyecto sustentable. Mediante los estudios realizados se confirmó que tanto la morfología como la distribución interior responden a cuestiones funcionales y deseos personales, sin ningún tipo de justificación desde el punto de vista bioambiental.

En cuanto a los estudios de asoleamiento se pudo verificar que las fachadas más adecuadas para lograr ganancia solar en invierno y protección solar en verano son las del cuadrante norte. Dos dormitorios y el taller de la vivienda tienen orientación sur, por lo que no reciben radiación solar en invierno y en verano reciben a la tarde, cuando las temperaturas son altas. Esto produciría un ambiente frío y húmedo en invierno y caluroso en verano.

Por otro lado, la galería ubicada a continuación del estar, no permite el ingreso de sol al mediodía en el estar. Esto implica que el momento de mayor incidencia solar no se está aprovechando para calentar el ambiente interior. Por el contrario, en verano, la falta de protección solar en el dormitorio principal, permite el ingreso de la radiación solar, lo que resultaría en la elevación de las temperaturas interiores por encima del confort.

La vivienda tampoco tiene un diseño que permita la ventilación cruzada en los ambientes interiores. La falta de ventanas en paramentos opuestos de cada local no permite la circulación de brisas.

La envolvente de la vivienda, si se realizara con las características constructivas habituales en la zona, requeridas por el comitente, las pérdidas de calor a través de los paramentos exteriores en invierno serían muy importantes, lo que conduciría a un mayor consumo de energía para acondicionamiento térmico. Lo mismo ocurriría con la ganancia de calor en verano.

De acuerdo con el estudio de prefactibilidad de certificación LEED el proyecto no alcanzaría los valores mínimos para ser certificado. La falta de aplicación de criterios de sustentabilidad no logran ganar los puntos necesarios.

A modo de resumen hemos confeccionado el siguiente cuadro:



PAUTAS	CUMPLE	OBSERVACIONES
Ganancia solar en invierno	NO	La galería es muy profunda, evita que ingrese el sol. Los locales no se encuentran bien orientados
Protección solar en verano	NO	Existe ganancia solar, pero en verano
Inercia térmica en interiores	SI	En pisos
Aislación térmica en cubiertas y muros exteriores	NO	Los detalles constructivos no muestran la existencia de aislaciones.
Colores claros en muros	NO	El comitente pidió color bordeaux
Cubiertas de materiales reflexivos o muy claros	SI	Cuenta terminación de membrana asfáltica con film de aluminio.
Ventilación cruzada	NO	Los locales no tienen ventanas en paramentos opuestos
Cuadro 13: Planilla Resumen		



8. **PROYECTO MEJORADO**

Si bien la condición preexistente del terreno a implantar el proyecto será imposible de modificar, creemos que es posible lograr reducir el impacto que pueda producir al medio ambiente modificando aspectos internos del terreno y el edificio en sí mismo.

El terreno en sí no cuenta con ninguna herramienta que pueda aportarnos mayor sustentabilidad, como podría ser la presencia de vegetación autóctona o un sistema público de provisión de agua proveniente de reservorios de agua de lluvia para riego etc.

En la siguiente sección se mostrarán las estrategias que se aplicaron al proyecto y las verificaciones realizadas.

8.1. **Características del proyecto**

A continuación se desarrolla la implementación de las estrategias de sustentabilidad implementadas de acuerdo a las pautas obtenidas en el análisis del proyecto original.

En cuanto a la implantación, para favorecer la ganancia solar y la ventilación cruzada, a nivel conjunto es necesario que los volúmenes se encuentren a una distancia suficiente para que no se proyecten sombras entre sí. El proyecto es de perímetro libre, y es requerimiento del barrio que entre cada vivienda la distancia sea no menor a 6,00m.

La distribución interna de la vivienda se modificó orientando los dos dormitorios secundarios y el taller hacia el noroeste. De esta manera se buscará lograr captación solar en invierno y protección en verano mediante la implementación de aleros dimensionados de acuerdo a la trayectoria solar. Los locales de segunda, como la cocina y el depósito, fueron orientados al sur. En la fachada sudoeste se colocaron parasoles verticales para evitar el ingreso del sol en verano por la tarde.



Figura 52 : Vista Sudoeste. Acceso vivienda

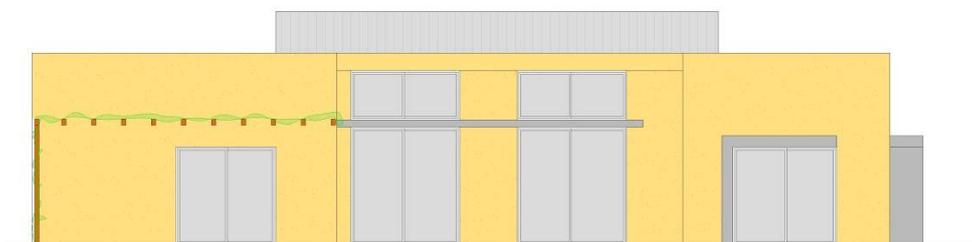


Figura 53 : Vista Noreste.

La galería fue separada del volumen del edificio principal con el objetivo de favorecer la ganancia solar en la fachada noreste y se le agregó un alero para lograr protección solar.

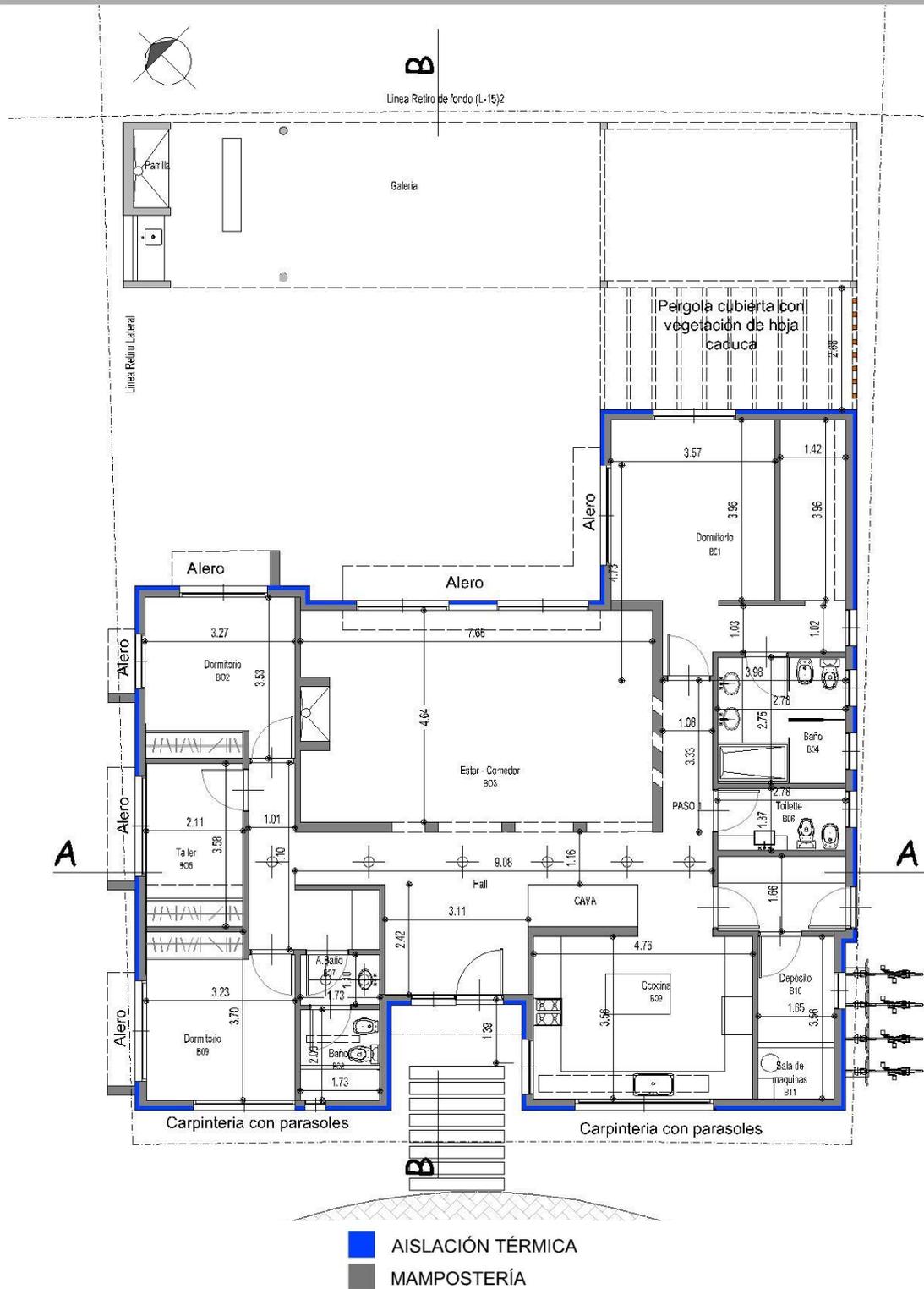


Figura 54: Planta baja. Proyecto mejorado

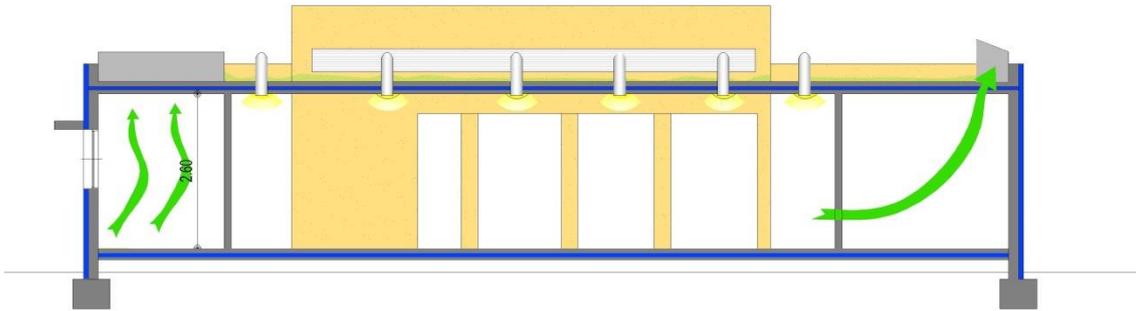


Figura 55 : Corte transversal A-A

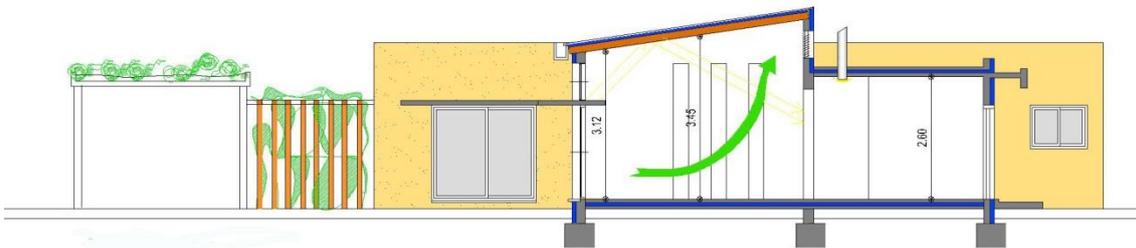


Figura 56 : Corte longitudinal B-B

En los locales donde no se pudo generar ventilación cruzada se colocó una lucarna con ventilación para que funcione como ventilación selectiva por diferencias de presión de aire. Se modificó la cubierta del estar, realizándola inclinada para lograr ventilación selectiva en el ambiente. En la cubierta plana se colocaron lumiductos para lograr iluminación natural en el interior y en los ventanales del estar se colocó un estante de luz para redireccionarla hacia el interior de la vivienda y que a su vez funcione como parasol.

Para contribuir a la eficiencia energética, además de las estrategias bioambientales y de iluminación natural, se incorporaron paneles solares en la cubierta inclinada que calentarán el agua caliente sanitaria y calentarán el fluido del generador del sistema de acondicionamiento térmico por absorción. Este sistema además será condensado por geotermia, mediante una serpentina horizontal instalada a 1m de profundidad de la vivienda.

En la vivienda se desarrollará una instalación eficiente del uso de aguas. Se instalarán griferías y artefactos eficientes, se reutilizará el agua gris mediante la instalación de una planta de tratamiento, para la descarga de inodoros y se reutilizará el agua de lluvia para riego por goteo.



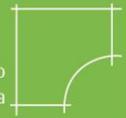
Figura 57 : Imagen 3D

Se realizó un diseño de paisaje con vegetación naturalizada a las condiciones actuales del sustrato y entorno. En el techo se realizó una cubierta verde y en la planta baja se priorizaron las superficies permeables tanto vegetales como solados, ya que los últimos son inter-trabados y de color claro, de esta manera se reduce el escurrimiento de agua de lluvia hacia los vertederos y se favorece el efecto isla de calor. En lugar del hidromasaje se optó por realizar un espejo de agua que funcionará como reservorio de agua de lluvia.

En la parte exterior de la vivienda se instalará un rack para bicicletas y un cargador de vehículos eléctricos.



Figura 58 : Imagen 3D



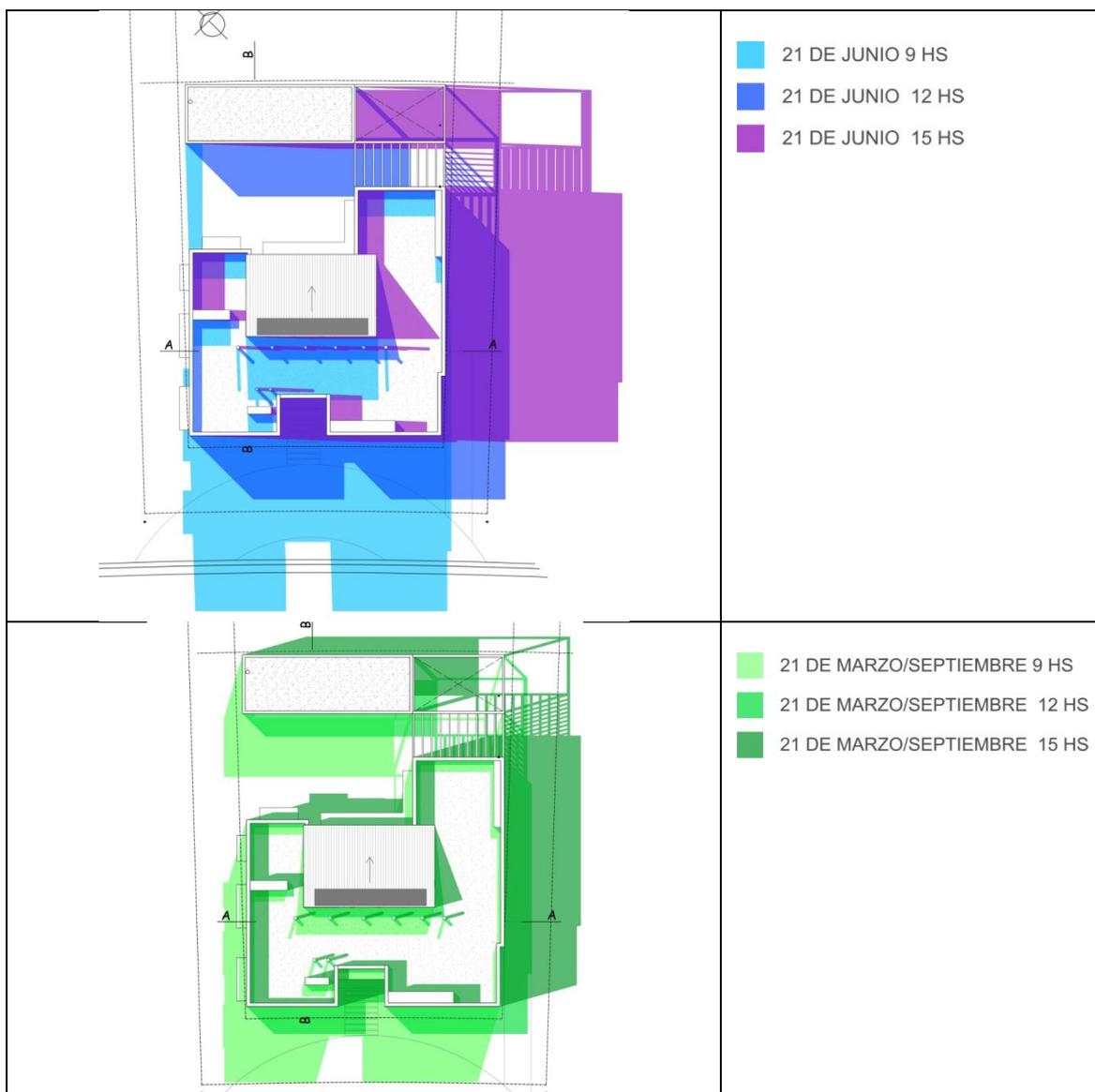
9. VERIFICACIÓN DE LAS MEJORAS ALCANZADAS

9.1. Estudio de asoleamiento

De acuerdo al estudio de radiación y geometría solar realizado para el proyecto original, a continuación se verifica el proyecto nuevo en función de las sombras proyectadas y las penetraciones solares en el interior en los equinoccios y solsticios a las 9:00 hs, 12:00 hs y 15:00 hs.

9.1.1. Estudio de proyección de sombras

Las imágenes de sombras exteriores muestran la proyección de sombras del edificio en los paramentos horizontales exteriores.



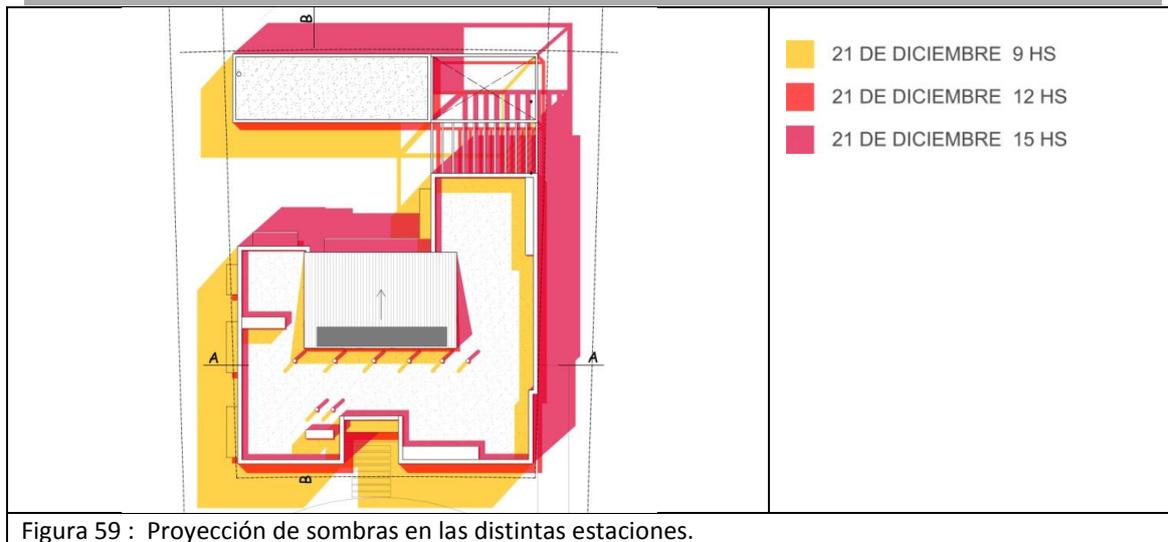


Figura 59 : Proyección de sombras en las distintas estaciones.

9.1.2. Estudio de penetración solar

Las imágenes de penetración solar muestran el ingreso de radiación sobre las carpinterías de vidrio. Se analizaron los mismos períodos que para el estudio de sombras.



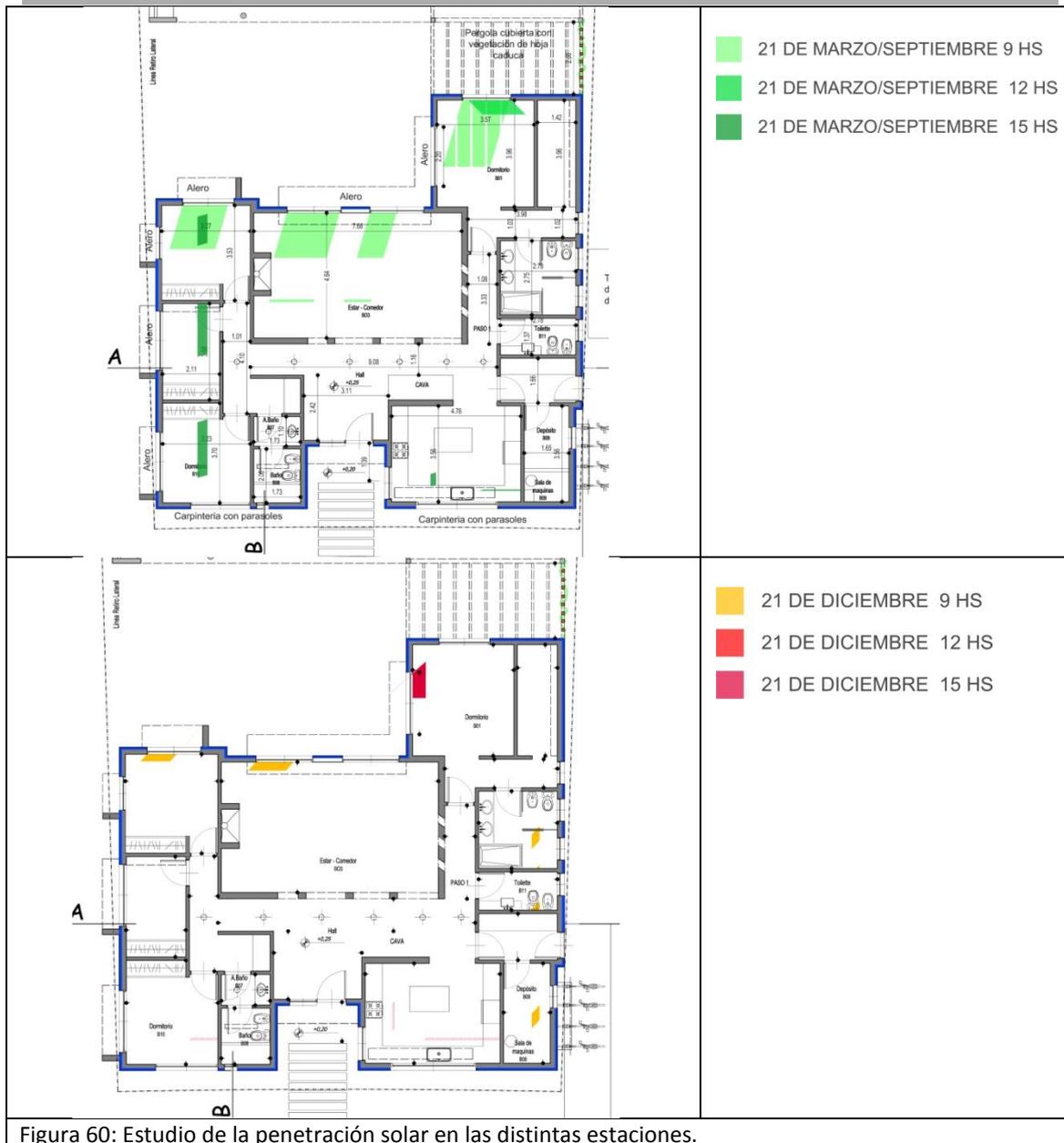


Figura 60: Estudio de la penetración solar en las distintas estaciones.

El nuevo diseño de la envolvente responde a las necesidades que requiere el clima en todas las épocas del año. En invierno los aleros sobre las fachadas Noreste y Noroeste permiten el ingreso de la radiación en los horarios en los que el más fuerte, cercanos al mediodía. Por la mañana y por la tarde la radiación solar es más débil, pero también ingresa a la vivienda.

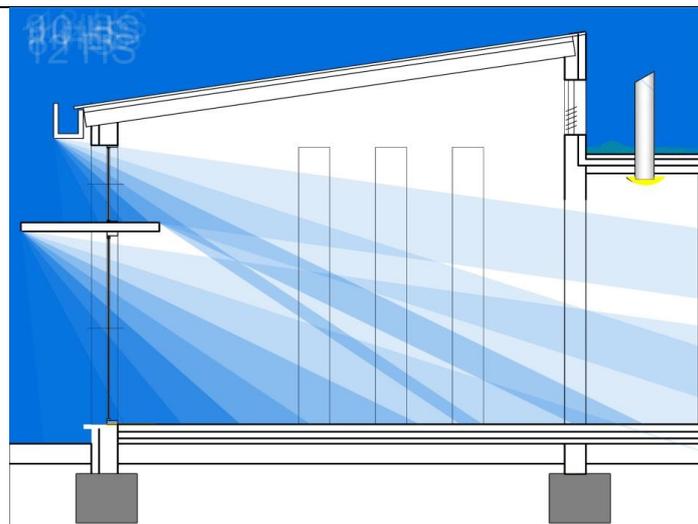
En verano se reduce el ingreso de la radiación considerablemente en comparación con el proyecto original. La altura del sol es mayor, es por eso que el alero protege las carpinterías satisfactoriamente.

Los locales principales que tenían orientación sudoeste fueron reubicados a la fachada noroeste, logrando que el ingreso de la radiación solar se pueda manejar efectivamente. Se agregó a los aleros de las carpinterías una protección vertical que en verano cubre la carpintería de la entrada de la radiación en horas tempranas de la mañana y en las últimas horas de la tarde.

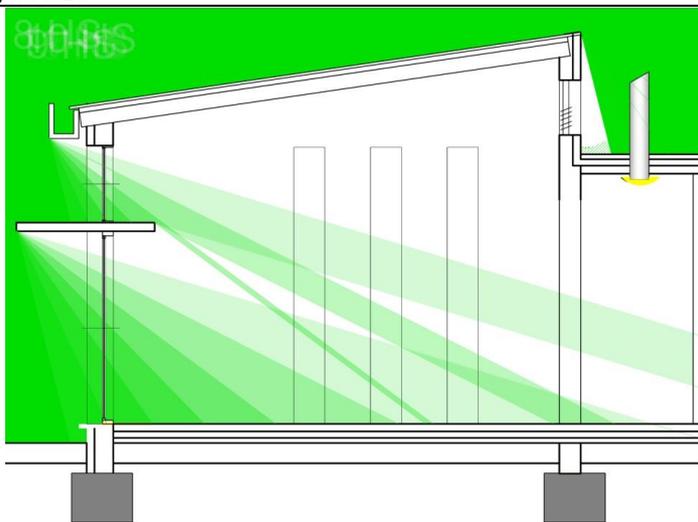
A continuación se muestran los estudios de penetración solar en el Estar comedor en todos los horarios de incidencia solar sobre la fachada NE.



21 DE JUNIO



21 DE SEPTIEMBRE/MARZO



21 DE DICIEMBRE

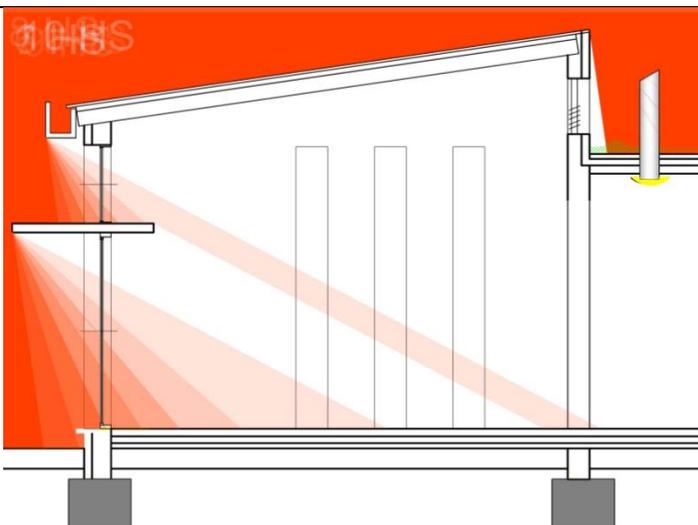


Figura 61: Estudio de incidencia sola en estar (NE)

9.2. Estudio de ventilación.

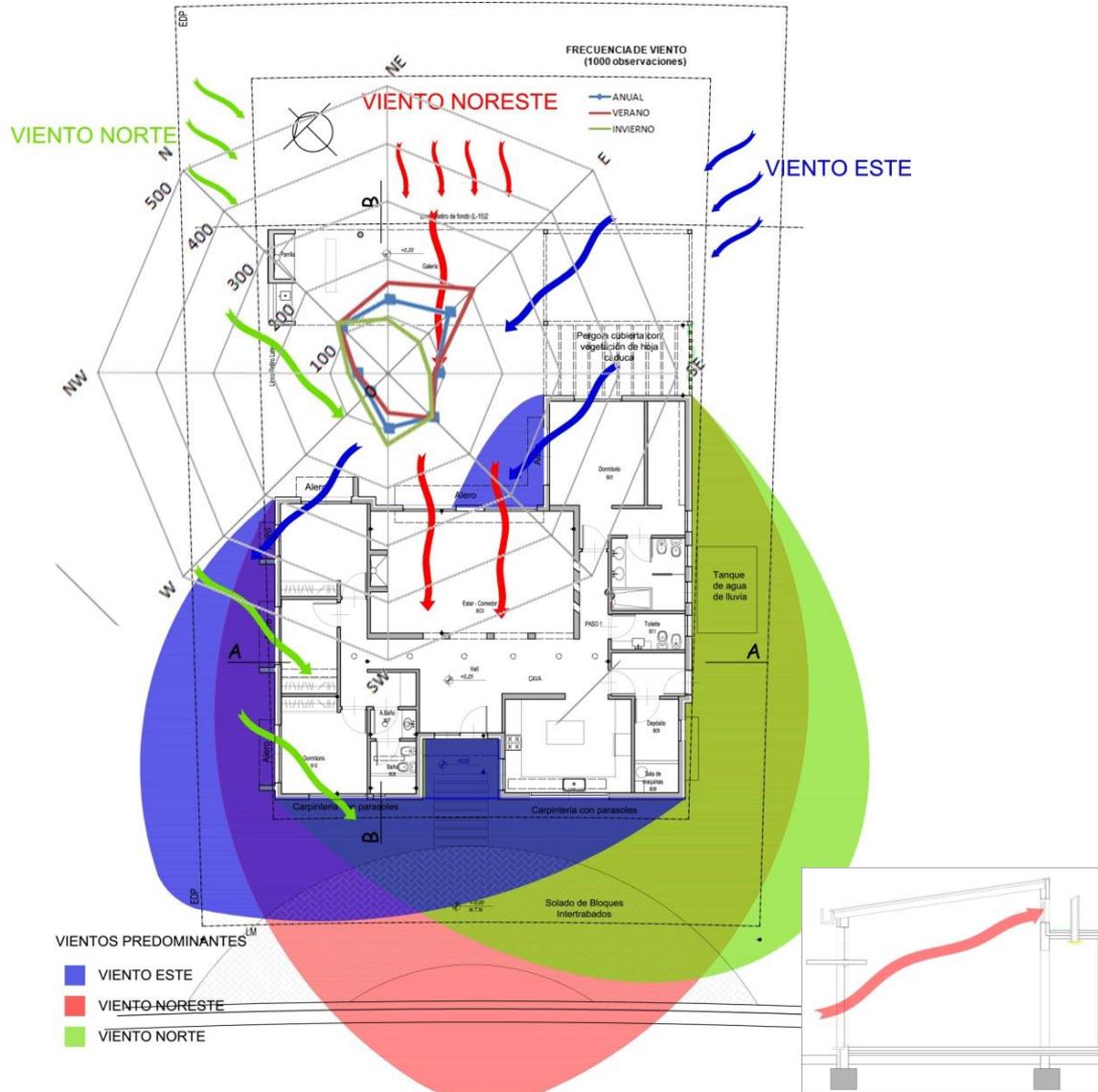
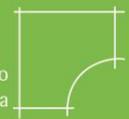


Figura 62: Estudio de los vientos

En el proyecto mejorado todos los ambientes principales se encuentran orientados en el cuadrante noreste-noroeste, de esta manera reciben las brisas de mayor frecuencia en la época estival. En todos los ambientes de primera categoría se generó ventilación cruzada mediante la ubicación de ventanas en caras contrapuestas o laterales; y en el taller, el estar y locales de segunda se generó ventilación selectiva mediante la incorporación de lucarnas con ventilación en el techo.

El diseño de los espacios exteriores permite el ingreso de la brisa al terreno y luego a las carpinterías. La vegetación se ubicó en los bordes del lote para evitar la sombra de viento y los árboles son de copa alta para permitir el pasaje de aire a nivel del cuerpo humano.



9.3. Estudio de las características higrotérmicas de la envolvente

9.3.1. **Características de la envolvente:**

De acuerdo a los estudios realizados para el proyecto original se reformuló el proyecto de la envolvente térmica de acuerdo a las exigencias de la norma. En función de estos parámetros se realizaron las siguientes modificaciones en los paramentos:

- Muros Exteriores: Se realizarán con ladrillos huecos cerámicos de 12x19x33 y se adicionará el sistema EIFS de 5cm con base COAT de Weber. El mismo también cubrirá la estructura de hormigón armado
- Carpinterías: Se instalarán carpinterías de PVC con DVH.
- Techos: por la modificación del diseño se realizará un techo inclinado de chapa que tendrá aislación de 10cm, 5cm de EPS y 5cm de lana de vidrio.

9.3.2. **Verificación de la transmitancia térmica.**

Se realizó la verificación de la transmitancia térmica de los paramentos de acuerdo al protocolo establecido por la norma IRAM 11601 para la zonificación IIIb de la Norma IRAM 11603, correspondiente a Buenos Aires.

La transmitancia térmica evalúa la cantidad de calor que traspasa la envolvente. Su valor depende del espesor de cada capa y de la conductividad térmica del material.

Los valores admisibles que establece la norma se divide en 3 niveles:

Tabla. 3.1.1: Transmitancia térmica máxima admisible según norma IRAM 11603

Nivel A:	Nivel B:	Nivel C:
Muros 0.38 W/m ² K	Muros 1.00 W/m ² K	Muros 1.85 W/m ² K
Techos 0.19 W/m ² K	Techos 0.48 W/m ² K	Techos 0.76 W/m ² K

La ley 13.059 exige cumplir al menos el nivel B.

Se evaluará un sistema constructivo para mejorar la calidad higrotérmica de la vivienda:



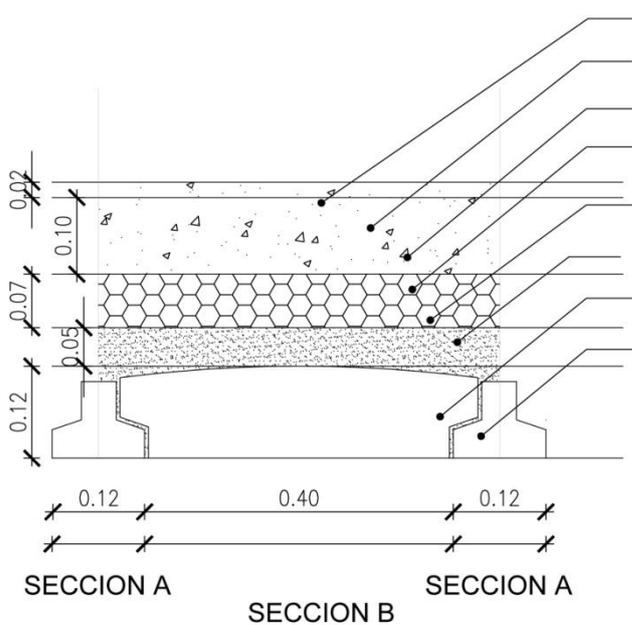


Ladrillo 12cm+ EPS 4CM+Base coat

Capas	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica λ (m.K.W)	Resistencia Térmica R (m ² .K/W)
Revoque Interior	Mortero	0.02	0.93	0.02
Mampuesto	Ladrillo Hueco cerámico de 12	0.12		0.36
Revoque	Mortero	0.02	0.93	0.02
Barrera de vapor	Pintura asfáltica	0.00	0.00	
Adhesivo	Weber base coat gris	0.00	0.00	
Aislación	EPS (dens. 20 kg/m3)	0.04	0.04	1.14
Malla plástica				
Adhesivo	Weber base coat gris	0.00	0.00	
R _{si}				0.13
R _{se}				0.04
Total		1.72		
Transmitancia Térmica	K (W/m2.K.)			0.58
Nivel A K _{max adm} Invierno	K (W/m2.K.)			0.38
Nivel Layhs K _{max adm} Invierno	K (W/m2.K.)			0.69
Nivel B K _{max adm} Invierno	K (W/m2.K.)			1.00
Nivel C K _{max adm} Invierno	K (W/m2.K.)			1.85

Fig. 64 : Cálculo de transmitancia térmica en muro

Losa de ladrillo sapo EPS, contrapiso liviano con EPS y 7cm de Aislación



- Aislación hidrófuga con aluminio
- Carpeta de nivelación e : 2cm
- Contrapiso con EPS e : 10cm
- Aislación térmica e: 7cm
- Barrera de vapor: pintura asfáltica
- Capa de Compresión e: 5cm
- Bloque para losa de EPS
- Vigüeta pretensada

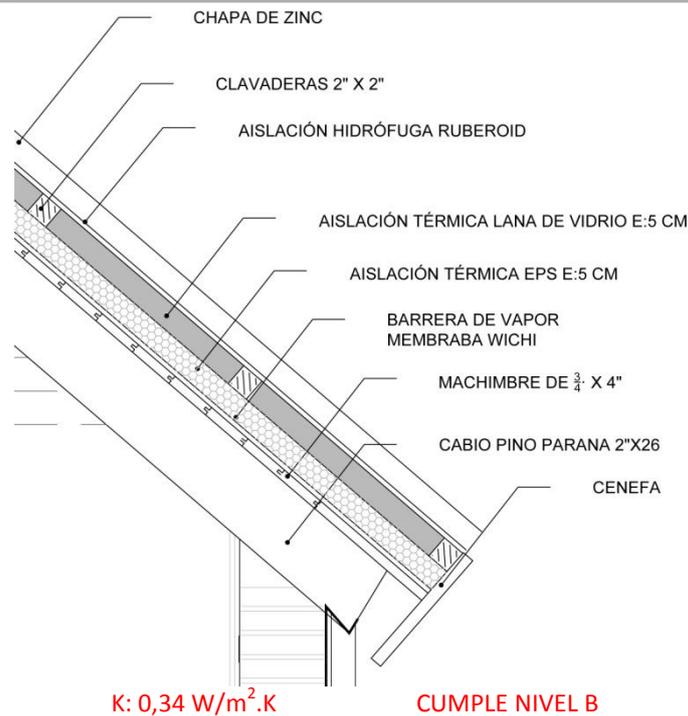
K: 0,25 W/m².K

CUMPLE NIVEL B



Ladrillo sapo EPS+CONTRAPISO EPS + AISLACION 7CM					
Sección A					
Estructura	Ladrillo sapo EPS y VIGUETA	Conductividad térmica λ (m.K.W)	Espesor (m)	Resistencia Térmica R ($m^2.K.W$)	
R_{si}				0.17	
	Vigueta	1.63	0.1	0.06	
	Capa de compresion	0.97	0.06	0.06	
	Aislante EPS	0.035	0.07	2.00	
	Contrapiso	0.26	0.1	0.38	
	Carpeta	1.13	0.02	0.02	
R_{se}				0.04	
Rt seccion a				2.74	
Superficie (m2)				7.95	
Sección B					
Estructura	Ladrillo sapo EPS y VIGUETA	Conductividad térmica λ (m.K.W)	Espesor (m)	Resistencia Térmica R ($m^2.K.W$)	
R_{si}				0.17	
	Ladrillo EPS	0.032	0.12	3.75	
	Capa de compresion	0.97	0.05	0.05	
	Aislante EPS	0.035	0.07	2.00	
	Contrapiso	0.26	0.1	0.38	
	Carpeta	1.13	0.02	0.02	
R_{se}				0.04	
Rt seccion b				6.41	
Superficie (m2)				25.42	
Limite superior de la Resistencia Térmica		$R' T$ ($m^2.K.W$)		4.86 m^2K/W	
	CAPA I	CAPA II	CAPA III	CAPA IV	CAPA V
Conductividad térmica λ (m.K.W)	1.13	0.26	0.04	0.97	0.41
Resistencia Térmica R ($m^2.K.W$)	0.11	0.38	2.00	0.05	0.29
Limite inferior de la Resistencia Térmica $R'' T$ ($m^2.K.W$)	3.04				
Valor Estimado de la Resistencia Térmica R_T ($m^2.K/W$)	3.95	Valor Estimado de la Transmitancia Térmica $K(W/m^2.K)$		0.25	CUMPLE NIVEL B y LAHYS

Fig. 65 : Cálculo de transmitancia térmica en cubierta plana.



K: 0,34 W/m².K CUMPLE NIVEL B

Techo incl. Chapa galvanizada c/aisl LANA DE VIDRIO 5CM EPS 5cm					
Capas	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica λ (m.K.W)	Resistencia Térmica R (m ² .K.W)	Coef. Absorción
Machimbre	Pino	0.007	0.28	0.03	CHAPA GALVANIZADA
Barrera de Vapor	Wichi	0	0.000001	0.00	
Aislación	EPS	0.05	0.033	1.52	
Aislación	Lana de vidrio	0.05	0.045	1.11	
Aislación Hidrófuga	Ruberoid pesado	0.01	0.17	0.06	
Chapa	Galvanizada	0	0.00001	0.00	
R _{si}				0.17	
R _{se}				0.04	
Total				2.92	0.5
Transmitancia Térmica	K (W/m2.K.)			0.34	
Nivel A K _{max adm} Verano	K (W/m2.K.)			0.19	0.25
Nivel LAYHS K _{max adm} Verano	K (W/m2.K.)			0.34	0.44
Nivel B K _{max adm} Verano	K (W/m2.K.)			0.48	0.62
Nivel C K _{max adm} Verano	K (W/m2.K.)			0.76	0.99

Figura 66 : Cálculo de transmitancia térmica en cubierta inclinada.

Realizando estas modificaciones en la envolvente se logró superar las exigencias de la normativa vigente. La transmitancia térmica del muro supera por un 58% el valor admisible establecido por la norma y los techos superan un 52% en caso del plano y un 70% en caso del inclinado.

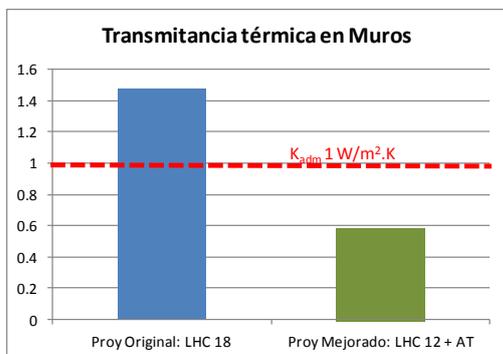


Figura 67: Grafico comparativo muros

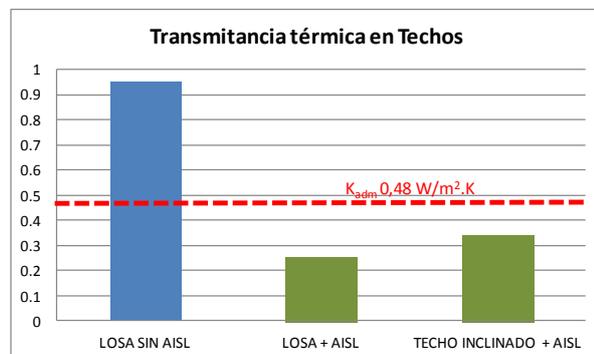


Figura 68: Grafico comparativo Techos



Carpinterías exteriores

La norma IRAM 11.507-4 exige para los paños vidriados un K de 4 W/m².K. A continuación se detallan los valores de transmitancia térmica según IRAM.

VENTANAS (IRAM 11507-1 /4 /4B)	
PERFIL DE ALUMINIO +VIDRIO FLOAT 6MM	
K= 5.86W/m ² .K	NO CUMPLE
PERFIL DE ALUMINIO RUPTOR DE PUENTE TÉRMICO +DVH 12-6-12MM	
K=2.82W/m ² .K	CUMPLE
PERFIL PVC + DVH 12-6-12MM	
K= 2.55W/m ² .K	CUMPLE
MADERA +DVH 12-6-12MM	
K=3.36W/m ² .K	CUMPLE

Cuadro 14: Valores de transmitancia térmica según IRAM 11507-4

La vivienda mejorada incorpora de carpinterías de PVC con doble vidriado hermético, que cumple con la norma.

9.3.3. Verificación del riesgo de condensación.

De acuerdo a la conformación de los paramentos y la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior puede producirse condensación en la envolvente del edificio.

Se realizó la verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial de acuerdo a las normas IRAM 11.625 y 11.630 en los paños centrales y puntos singulares del sistema constructivo de la vivienda original.



Muro

Verificación en paños centrales:

Verificación de riesgo de condensación superficial

DATOS:

Zona Bioambiental	IIIB
Temperatura de Diseño Exterior	0.1 °C
Humedad de Diseño Exterior	90 %
Temperatura de Diseño Interior	20 °C
Humedad de Diseño Interior	50 %
Rsi	0.13 m ² K/W
MURO	
Conductividad térmica	
RESISTENCIA térmica	2.17 W/m ² K

VERIFICACIÓN EN PAÑOS CENTRALES

Cálculo de Riesgo de Condensación Superficial

Diferencia de Temperatura	Δt	ti-te	19.9 °C
Caída de Temperatura en la sup. Interna	τ	$R_{six}\Delta t/R_t$	1.19 °C
Temperatura Sup. interna del muro	Θ	ti- τ	18.81 °C
Temperatura de Rocío	Tr		9.3 °C

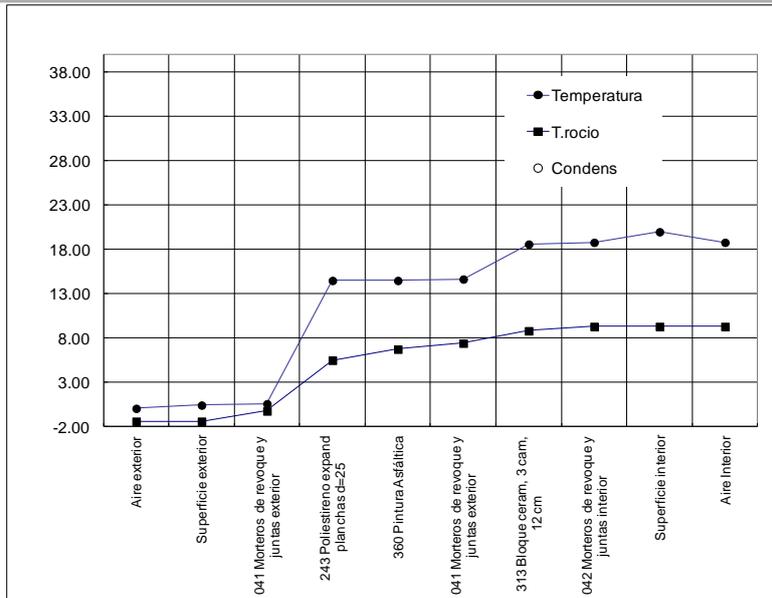
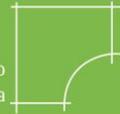
NO EXISTE RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL

Verificación de riesgo de condensación intersticial

PLANILLA 4 - RIESGO DE CONDENSACION

Descripción de cerramiento:		Muro LPH 18 - Muro									
Ubicación:		002 Buenos Aires Obs - 002 Buenos Aires Obs									
Capa	e	λ	R	t	δ/μ	Opcion	Rv	HR	P	t_r	dt
Desde el interior al exterior	espesor	Conductiv. Termica	Resistenc Termica	temper.	Permeabilidad	Permeancia	Res.vap.	HR.	Pres. vap	T. rocío	Dif-Temp
Unidad	m	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m.h.kPa	g/m ² .h	m ² .h.kPa/g	%	kPa	°C	°C
Aire exterior				0.1				90	0.5	-1.4	
0 Resist. Sup. Ext			0.040	0.5			0.0		0.5	-1.4	Sin condensación 1.8
1 041 Morteros de revoque y j	0.020	1.16	0.017	0.6	0.037		0.541		0.6	-0.2	Sin condensación 0.8
2 243 Poliestireno expand pla	0.050	0.03	1.515	14.5	0.015		3.333		0.9	5.5	Sin condensación 9.0
3 360 Pintura Asfáltica	0.001	0.50	0.000	14.5		1.080	0.926		1.0	6.8	Sin condensación 7.7
4 041 Morteros de revoque y j	0.020	1.16	0.017	14.7	0.037		0.541		1.0	7.4	Sin condensación 7.2
5 313 Bloque ceram, 3 cam,	0.120	0.43	0.430	18.6	0.100		1.200		1.1	8.8	Sin condensación 9.8
6 042 Morteros de revoque y j	0.020	0.93	0.022	18.8	0.044		0.455		1.2	9.3	Sin condensación 9.5
7 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	18.8					1.2	9.3	Sin condensación 9.5
8 000 Capa vacia	0.000		0.000	18.8					1.2	9.3	Sin condensación 9.5
Resistencia sup Int			0.130	18.8			0.0			9.3	Sin condensación
Aire Interior				20				50	1.164	9.3	Sin Condensación
Total	0.231		2.171	19.9			6.995		-0.616		

CENTRO DE INVESTIGACION HABITAT Y ENERGIA, FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO,
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES



Verificación en puntos singulares:

Verificación de Condensación superficial

DATOS:	
Zona Bioambiental	IIIB
Temperatura de Diseño Exterior	0.1 °C
Humedad de Diseño Exterior	90 %
Temperatura de Diseño Interior	20 °C
Humedad de Diseño Interior	50 %
Rsi	0.13 m ² k/W
MURO	
Conductividad térmica	
RESISTENCIA térmica	1.82 W/m ² k

VERIFICACIÓN EN PAÑOS CENTRALES

Cálculo de Riesgo de Condensación Superficial

Diferencia de Temperatura	Δt	$t_i - t_e$	19.9 °C
Caída de Temperatura en la sup. Interna	τ	$R_{s,i} \times \Delta t / R_t$	1.43 °C
Temperatura Sup. interna del muro	Θ	$t_i - \tau$	18.57 °C
Temperatura de Rocío	T_r		9.3 °C
NO EXISTE RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL			

Verificación de riesgo de condensación intersticial

PLANILLA 4 - RIESGO DE CONDENSACION

Descripción de cerramiento:		Muro LPH 18 - Muro									
Ubicación:		002 Buenos Aires Obs - 002 Buenos Aires Obs									
Capa	e	λ	R	t	δ/μ	Opcion	Rv	HR	P	t_r	dt
Desde el interior al exterior	espesor	Conductiv. Termica	Resistenc Termica	temper.	Permeabilidad	Permeancia	Res.vap.	HR.	Pres. vap	T. rocío	Dif-Temp
Unidad	m	W/m.K	m2.K/W	°C	g/m.h.kPa	g/m2.h	m2.h.kPa/g	%	kPa	°C	°C
Aire exterior				0.1				90	0.5	-1.4	
0 Resist. Sup. Ext			0.040	0.5			0.0		0.5	-1.4	Sin condensación
1 041 Morteros de revoque y juntas exterior	0.020	1.16	0.017	0.7	0.037		0.541		0.6	-0.7	Sin condensación
2 243 Poliestireno expand planchas d=25	0.050	0.03	1.515	17.3	0.015		3.333		0.8	3.1	Sin condensación
3 360 Pintura Asfáltica	0.001	0.50	0.000	17.3		1.080	0.926		0.8	4.0	Sin condensación
4 041 Morteros de revoque y juntas exterior	0.020	1.16	0.017	17.5	0.037		0.541		0.8	4.5	Sin condensación
5 065 Horm c/ agredado petre	0.120	1.63	0.074	18.3	0.020		6.000		1.1	9.0	Sin condensación
6 042 Morteros de revoque y juntas interior	0.020	0.93	0.022	18.6	0.044		0.455		1.2	9.3	Sin condensación
7 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	18.6					1.2	9.3	Sin condensación
8 000 Capa vacia	0.000		0.000	18.6					1.2	9.3	Sin condensación
Resistencia sup Int			0.130	18.6			0.0			9.3	Sin condensación
Aire Interior				20				50	1.164	9.3	Sin Condensación
Total	0.231		1.815	19.9			11.795		-0.616		

CENTRO DE INVESTIGACION HABITAT Y ENERGIA, FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

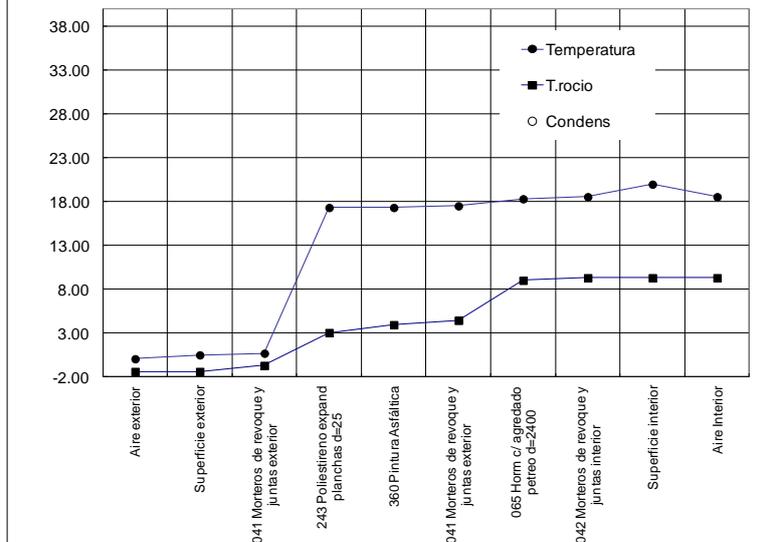


Figura 69: Verificación del riesgo de condensación en Muros



Techo Plano

Verificación en paños centrales:

Verificación de riesgo de condensación superficial

DATOS:	
Zona Bioambiental	IIIB
Temperatura de Diseño Exterior	0.1 °C
Humedad de Diseño Exterior	90 %
Temperatura de Diseño Interior	18 °C
Humedad de Diseño Interior	50 %
Rsi	0.17 m ² K/W
TECHO	
Resistencia térmica	3.56 W/m ² K

Cálculo de Riesgo de Condensación Superficial

Diferencia de Temperatura	Δt	$t_i - t_e$	17.9 °C
Caída de Temperatura en la sup. Interna	τ	$R_{s,i} \Delta t / R_t$	0.85 °C
Temperatura Sup. interna del techo	Θ	$t_i - \tau$	17.15 °C
Temperatura de Rocío	T_r		9.3 °C

NO EXISTE RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL

Verificación de riesgo de condensación intersticial

PLANILLA 4 - RIESGO DE CONDENSACION

Descripción de cerramiento:		Universidad Nacional Río Negro - Techo									
Ubicación:		002 Buenos Aires Obs - 002 Buenos Aires Obs									
Capa	e	λ	R	t	δ / μ	Opcion	Rv	HR	P	t_r	dt
Desde el interior al exterior	espesor	Conductiv. Termica	Resistenc Termica	temper.	Permeabilidad	Permeancia	Res.vap.	HR.	Pres. vap	T. rocío	Dif-Temp
Unidad	m	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m.h.kPa	g/m ² .h	m ² .h.kPa/g	%	kPa	°C	°C
Aire exterior				0.1				90	0.5	-1.4	
0 Resist. Sup. Ext			0.040	0.3			0.0		0.5	-1.4	Sin condensación 1.7
1 143 Aluminio	0.001	204.00	0.000	0.3	0.000		10000.000		0.6	-1.2	Sin condensación 1.5
2 043 Mortero de cemento y a	0.020	0.89	0.022	0.4	0.022		0.909		0.6	-1.2	Sin condensación 1.6
3 092 Horm c/ poliest expand	0.100	0.26	0.385	2.6	0.110		0.909		0.6	-1.2	Sin condensación 3.8
4 243 Poliestireno expand pla	0.070	0.03	2.121	14.4	0.015		4.667		0.6	-1.2	Sin condensación 15.6
5 341 Hoja de aluminio	0.000	204.00	0.000	14.4		0.000	#####		1.2	9.3	Sin condensación 5.1
6 078 Losa de viguetas y las	0.170	0.20	0.850	19.2	0.700		0.243		1.2	9.3	Sin condensación 9.8
7 055 Placas de yeso d=800	0.018	0.37	0.049	19.4	0.110		0.164		1.2	9.3	Sin condensación 10.1
8 000 Capa vacia	0.000		0.000	19.4					1.2	9.3	Sin condensación 10.1
Resistencia sup Int			0.100	19.4			0.0		1.2	9.3	Sin condensación
Aire Interior				20				50	1.164	9.3	Sin Condensación
Total	0.379		3.567	19.9			#####		-0.616		

CENTRO DE INVESTIGACION HABITAT Y ENERGIA, FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO,
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

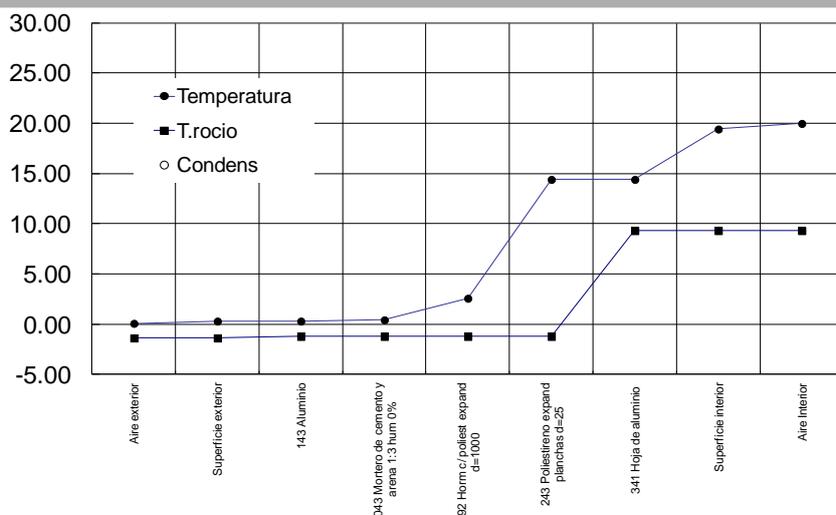


Figura 70: Verificación del riesgo de condensación en Techos

Techo Inclinado

Verificación en paños centrales:

Verificación de riesgo de condensación superficial

DATOS:			
Zona Bioambiental		IIIB	
Temperatura de Diseño Exterior		0.1 °C	
Humedad de Diseño Exterior		90 %	
Temperatura de Diseño Interior		18 °C	
Humedad de Diseño Interior		50 %	
Rsi		0.17 m ² K/W	
TECHO			
Conductividad térmica			
Resistencia térmica	2.97	m ² K/W	
Cálculo de Riesgo de Condensación Superficial			
Diferencia de Temperatura	Δt	ti-te	17.9 °C
Caída de Temperatura en la sup. Interna	τ	$R_{six}\Delta t/R_t$	1.02 °C
Temperatura Sup. interna del techo	Θ	ti- τ	16.98 °C
Temperatura de Rocío	T_r		9.3 °C
NO EXISTE RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL			

Verificación de riesgo de condensación intersticial

PLANILLA 4 - RIESGO DE CONDENSACION

Descripción de cerramiento:		Universidad Nacional Río Negro - Techo									
Ubicación:		002 Buenos Aires Obs - 002 Buenos Aires Obs									
Capa	e	λ	R	t	δ/μ	Opcion	Rv	HR	P	t _r	dt
Desde el interior al exterior	espesor	Conductiv. Termica	Resistenc Termica	temper.	Permeabilidad	Permeancia	Res.vap.	HR.	Pres. vap	T. rocío	Dif-Temp
Unidad	m	W/m.K	m2.K/W	°C	g/m.h.kPa	g/m2.h	m2.h.kPa/g	%	kPa	°C	°C
Aire exterior				0.1				90	0.5	-1.4	
0 Resist. Sup. Ext			0.040	0.4			0.0		0.5	-1.4	Sin condensación 1.7
1 150 Chapa sobre camara ve	0.002	58.00	0.000	0.4		100.000	0.010		0.5	-1.3	Sin condensación 1.7
2 223 Lana de vidrio d=17	0.050	0.04	1.250	0.4	0.500		0.100		0.6	-1.1	Sin condensación 9.8
3 243 Poliestireno expand pla	0.050	0.03	1.515	8.7	0.015		3.333		0.8	4.7	Sin condensación 14.2
4 350 Barrera plastificada	0.000	0.50	0.000	18.9		0.290	3.448		1.1	8.9	Sin condensación 9.9
5 162 Madera, fresno perpend	0.012	0.17	0.071	18.9	0.030		0.400		1.2	9.3	Sin condensación 10.0
6 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	19.3					1.2	9.3	Sin condensación 10.0
7 000 Capa vacia	0.000	0.00	0.000	19.3					1.2	9.3	Sin condensación 10.0
8 000 Capa vacia	0.000		0.000	19.3					1.2	9.3	Sin condensación 10.0
Resistencia sup Int			0.100	19.3			0.0			9.3	Sin condensación
Aire Interior				20				50	1.164	9.3	Sin Condensación
Total	0.114		2.976	19.9			7.292		-0.616		

CENTRO DE INVESTIGACION HABITAT Y ENERGIA, FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

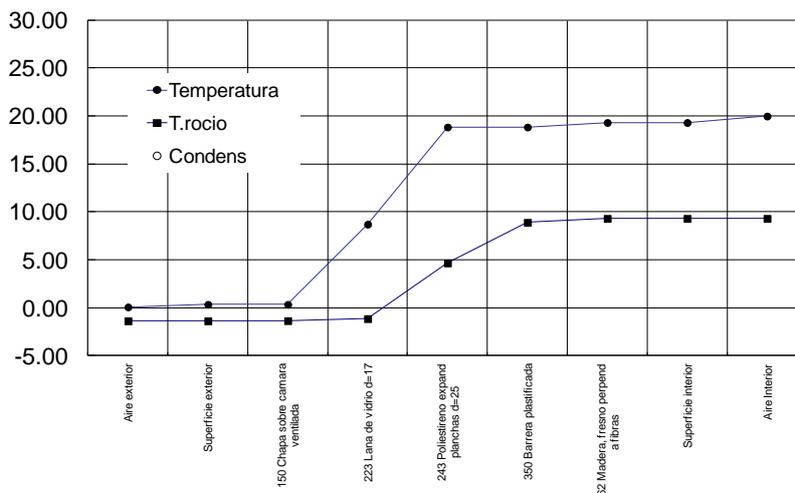


Figura 71: Verificación del riesgo de condensación en Techos

Las mejoras realizadas en la envolvente eliminaron los riesgos de condensación que existían en el proyecto original. La incorporación de aislación térmica modificó la temperatura superficial e interna del muro y la barrera de vapor evita que el vapor traspase las capas del muro y llegue al plano de temperatura de rocío.

9.3.4. Balance térmico de invierno

El balance térmico para el proyecto mejorado se realizó con los mismos parámetros que se consideraron en la evaluación del proyecto original, adaptando los datos de la característica de la nueva envolvente.

BTI- Proyecto Mejorado

1. Datos generales			
	Sup. Calef. (m ²)	Altura prom. (m)	Volumen (m ³)
	192.00	3.00	576.00
Totales	192.00		576.00
Grados días 18°C			854
Temperatura de diseño interior (°C)			20
Grados días s/ temp. de confort (°C)			1,249

2. Pérdidas por transmisión (W/°K)				
Elemento	Sup. (m ²)	K	γ	Sup x K
A. Cerramientos exteriores (muro)				
Muro 12+EIFS	188.50	0.58	1	109.33
Vacio	0.00	0	1	0.00
Puente Térmico Viga HA	19.32	0.54	1	10.43
vacio	0.00	0	1	0.00
vacio	0.00	0	1	0.00
vacio	0	0	1	0.00
Subtotal muros	207.82			119.76
B. Aberturas				
Vidrio DVH 4+12+4mm	27.43	2.8	1	76.81
Perfil PVC	3.05	2.2	1	6.71
Mdf 18mm	0.00	0	1	0.00
vacio	0.00	0	1	0.00
vacio	0.00	0	1	0.00
Subtotal aberturas / ventanas	30.48			83.52
C. Techos y pisos sobre exterior				
Losa EPS+CONTRAPISO eps+ EPS 7CM	152.00	0.27	1	41.04
Techo chapa 5cm EPS+5CM LV	40.00	0.32	1	12.80
vacio	178.00	0	1	0.00
Subtotal Techos	370.00			53.84
D. Otros cerramientos: muros, entrepisos, aberturas a locales no calefaccionados				
Pisos sobre vacio	Superficie	K	Ajuste	
vacio	0.00	0	0.50	0.00
vacio	0.00	0	0.50	0.00
vacio	0.00	0	0.50	0.00
Subtotal no calefaccionado	0.00			0.00
E. Piso sobre terreno natural				
Elemento	Perímetro	K por perímetro	γ	P x K s/aisl.
Piso sin aislación	68.00	1.38	1	93.84
Subtotal sobre terreno natural				93.84

Total pérdidas por transmisión (W/°K)	350.96
Total pérdidas volum. transm. (W/m ³ °K)	0.61

4. Renovaciones por infiltración				
Calidad de aberturas				Buena
Renovaciones por hora aprox.				
Renov./hr	K aire	n x K		Total
2.00	0.35	0.70		403.20
Total pérdidas por infiltración (W/°K)				403.20
Total pérdidas volum. Infiltr. (W/m ³ °K)				0.70

5. Coeficiente "G" de cálculo (W/m ³ °K)	1.31
Coeficiente "G" recomendado (W/m ³ °K)	1.46

6. Factor de forma	1.06
Factor de forma recomendado	0.50

10. Relaciones de pérdidas entre cerramientos de la envolvente			
Variable	Sup (m ²)		Pérdidas
Muros a exterior	207.82		119.76
Aberturas	30.48		83.52
Pisos	370.00		93.84
Techos	370.00		53.84
Otros cerramientos a No calef	0.00		0.00
Infiltración			403.20
Pérdidas totales			754.16
Superficie de aberturas / fachada			12.79%
% pérdidas muros			15.88%
% pérdidas aberturas			11.07%
% pérdidas techos			7.14%
% otros cerramientos a No calefaccionado			0.00%
% pérdidas piso			12.44%
% pérdidas infiltración			53.46%
			100.00%

Coefficiente G W/m³.K

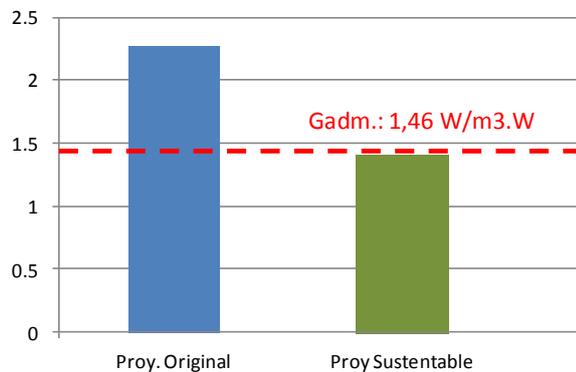


Figura 72 : Comparativa de Coeficiente G

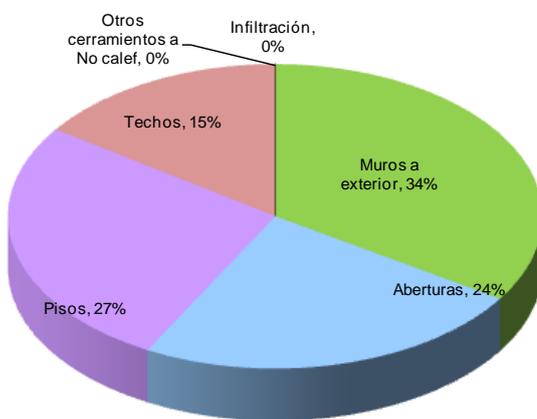


Figura 73: Comparativa de pérdidas

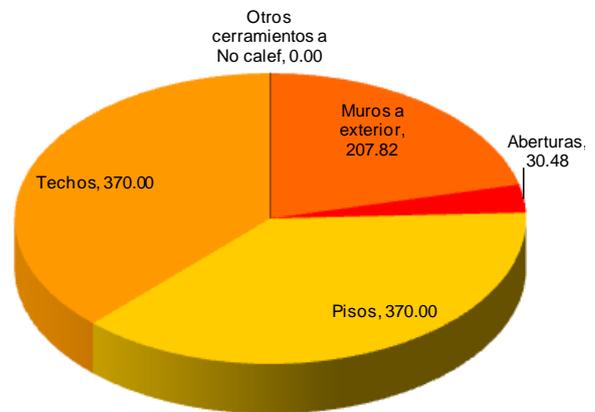


Figura 74: Comparativa de superficies

Para las pérdidas por renovación de aire se utilizó 2r/h que es el valor que surge de la norma debido a la falta de información sobre los niveles de estanqueidad de las carpinterías.

Las mejoras introducidas en la envolvente redujeron las pérdidas a través de los paramentos exteriores. Las pérdidas se equilibraron entre los diferentes paramentos en relación a la superficie que representan en la envolvente. Las carpinterías redujeron las pérdidas, pero, siendo el vidrio el paramento de mayor transmitancia, comparativamente continúa siendo la principal superficie de pérdidas.

9.3.5 Etiquetado Energético Norma IRAM 11900

Etiqueta: Eficiencia energética de la envolvente en invierno Norma IRAM 11.900					Página 1	
Proyecto						
Dirección ⁽¹⁾		Datos catastrales ⁽³⁾	Piso/Depto ⁽⁴⁾	Etapa ⁽⁵⁾		
Unidad ⁽²⁾	Edificio aislado, indiviso				Uso > 1 año	
Ubicación						
Provincia ⁽⁶⁾	Ciudad Autónoma de Bs As	Latitud ⁽⁸⁾	Altura ⁽⁹⁾	Temp ext ⁽¹⁰⁾	Zona Bioambiental ⁽¹¹⁾	
Localidad ⁽⁷⁾	Buenos Aires	035°	25 m	03° C	IIIB Templado < ampl	
Profesional responsable						
Nombre ⁽¹²⁾			Título ⁽¹⁴⁾	DNI/LC etc. ⁽¹⁵⁾		
Dirección ⁽¹³⁾			Otro			
Techos						
Componente ⁽¹⁶⁾	Construcción ⁽¹⁷⁾	Superficie ⁽¹⁸⁾	K W/m ² K ⁽¹⁹⁾	Δ T° C ⁽²⁰⁾	τ _i ⁽²¹⁾	
Techo 1	Losa EPS+CONTRAPISO eps+ EPS 7CM	152.00	0.30	25.5	0.99	
Techo 2	Techo chapa 5cm EPS+SCM LV	40.00	0.21	25.5	0.70	
Techo 3		0.00	0.00	25.5	0.00	
Techo 4		0.00	0.00	25.5	0.00	
Techo 5		0.00	0.00	25.5	0.00	
Superficie total techos, m ² ⁽²²⁾		192	τ promedio techos °C ⁽²³⁾		0.93	
Muros y pisos en contacto con el aire exterior						
Componente ⁽²⁴⁾	Construcción ⁽²⁵⁾	Superficie ⁽²⁶⁾	K W/m ² K ⁽²⁷⁾	Δ T° C ⁽²⁸⁾	τ _i ⁽²⁹⁾	
Muro 1	LHC 12+EIFS	188.50	0.58	17.5	1.32	
Muro 2		0.00	0.00	17.5	0.00	
Muro 3		0.00	0.00	17.5	0.00	
Muro 4		0.00	0.00	17.5	0.00	
Muro 5		0.00	0.00	17.5	0.00	
Piso 1		0.00	0.00	17.5	0.00	
Piso 2		0.00	0.00	17.5	0.00	
Superficie total muros y pisos exteriores, m ² ⁽³⁰⁾		188.50	τ promedio muros °C ⁽³¹⁾		1.3195	
Responsable						
Responsable ⁽³²⁾	Firma	Título ⁽³³⁾	Otro	Fecha ⁽³⁴⁾	18/06/2015	
Calculo de eficiencia energética de la envolvente en invierno Norma IRAM 11.900					Página 2	
Ventanas y puertas						
Componente ⁽³⁵⁾	Construcción ⁽³⁶⁾	Superficie ⁽³⁷⁾	K W/m ² K ⁽³⁸⁾	Δ T° C ⁽³⁹⁾	τ _i ⁽⁴⁰⁾	
Ventana 1	Doble vidrioado hermetico, DVH 3 + 6 + 3	30.48	2.80	17.5	6.37	
Ventana 2	-	0.00	0.00	17.5	0.00	
Ventana 3	-	0.00	0.00	17.5	0.00	
Puerta 1		0.00	0.00	17.5	0.00	
Puerta 2		0.00	0.00	17.5	0.00	
Puerta 3		0.00	0.00	17.5	0.00	
Superficie total ventanas y puertas, m ² ⁽⁴¹⁾		30.48	τ promedio ventanas y puertas °C ⁽⁴²⁾		6.37	
Medianeras en contacto con otros edificios y muros, pisos y techos en contacto con otras unidades funcionales						
Componente ⁽⁴³⁾	Construcción ⁽⁴⁴⁾	Superficie ⁽⁴⁵⁾	K W/m ² K ⁽⁴⁶⁾	Δ T° C ⁽⁴⁷⁾	τ _i ⁽⁴⁸⁾	
Medianera		0.00	0.00	8.75	0.00	
Medianera		0.00	0.00	8.75	0.00	
Muro int		0.00	0.00	8.75	0.00	
Muro int		0.00	0.00	8.75	0.00	
Muro int		0.00	0.00	8.75	0.00	
Superficie total en contacto con otros espacios, m ² ⁽⁴⁹⁾		0.00	τ Total medianeras °C ⁽⁵⁰⁾		0.00	
Resumen			Etiqueta			
Elementos de la envolvente		Superficies	τ °C	→	Clase	Condición
Techos (51), (52)		192.00	0.93		A	τ _m ≤ 1 °C
Muros y pisos exteriores (53), (54)		188.50	1.32		B	1 °C < τ _m ≤ 1,5 °C
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}		30.48	6.37		C	1,5 °C < τ _m ≤ 2 °C
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}		0.00	0.00		D	2 °C < τ _m ≤ 2,5 °C
Superficie total⁽⁵⁹⁾ v τ Edificio⁽⁶⁰⁾		410.98	1.51		E	2,5 °C < τ _m ≤ 3 °C
				F	3 °C < τ _m ≤ 3,5 °C	
Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾			C	G	3,5 °C < τ _m ≤ 4 °C	
Transmitancia térmica media ponderada, W/m²K			0.61	H	τ _m > 4 °C	
Responsable						
Responsable ⁽⁶²⁾	Firma	Título ⁽⁶³⁾	Otro	Fecha ⁽⁶⁶⁾	18/06/2015	

Figura 75: Planilla norma IRAM 11900.

El etiquetado energético que surge de la norma IRAM 11.900 muestra que se ha alcanzado el nivel C gracias a las mejoras introducidas en la envolvente.

9.4. Sistemas de iluminación natural

En el proyecto original la iluminación natural en el interior se logra mediante las ventanas colocadas en los paramentos verticales exteriores. Puede suponerse por el tamaño de las aberturas del proyecto el deseo de lograr cierta luminosidad en el interior pero, la planta profunda que tiene la vivienda genera sectores en el medio de la planta donde la luz natural no llega y no se resuelve el ingreso de la luz de ninguna otra manera.

En todo proyecto sustentable es primordial lograr la eficiencia energética, así como también el ahorro evitando la utilización de electricidad para iluminación en momentos del día que la disponibilidad de luz natural es óptima. Las estrategias de iluminación natural tienen como objetivo conducir la luz hacia áreas a donde no llega naturalmente y difundir la radiación para lograr que sea más uniforme.

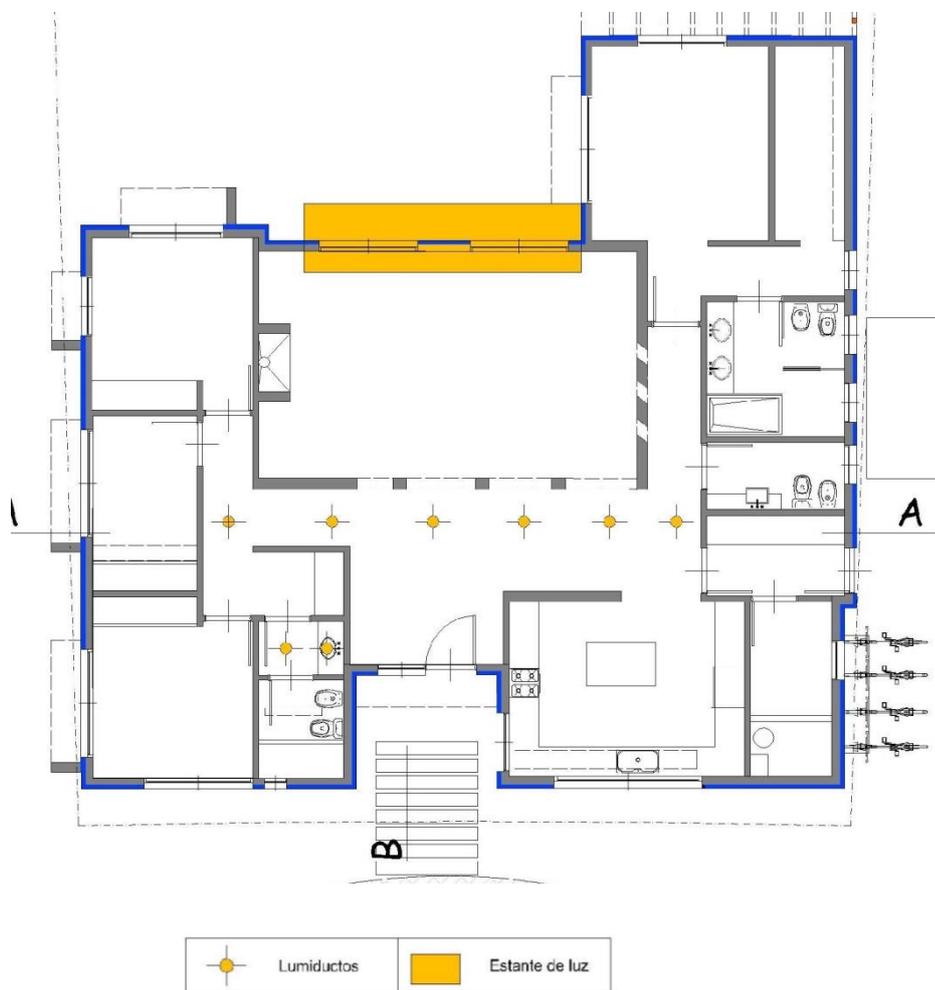


Figura 76 : Planta ubicación de estrategias de iluminación natural.

Si bien el proyecto se ha modificado sustancialmente la planta, para mantener su funcionalidad tiene una profundidad tal que en ciertos ambientes la luz natural no podrá llegar directamente por lo cual nos valdremos fundamentalmente de dos estrategias principales:

En el interior de la vivienda se logrará llevar luz natural mediante el uso de luz cenital y estantes de luz en las carpinterías. En el paso principal y antebañó de la vivienda se instalarán lumiductos, mientras que en el estar se colocará un estante de luz en la carpintería que no solamente conducirá la luz hacia el interior sino que además servirá como alero que evitará el ingreso de la radiación solar en verano.

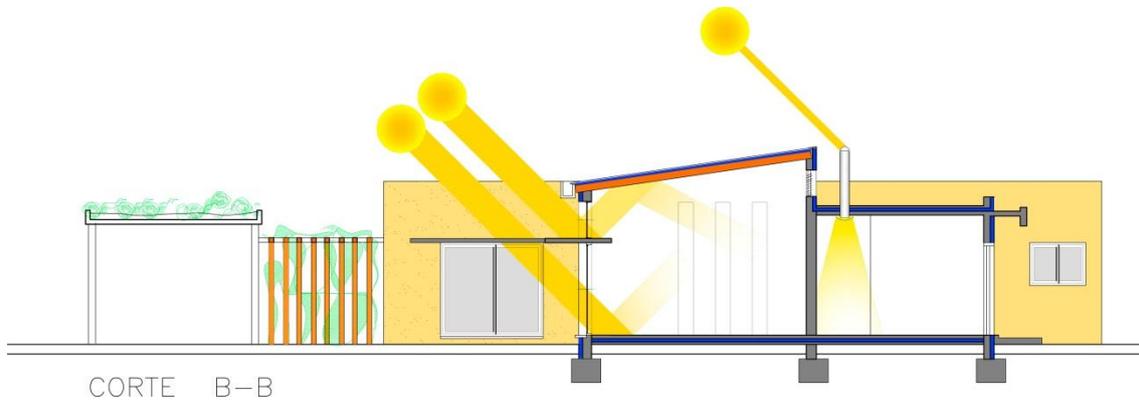


Figura 77: Corte BB, estrategias de iluminación natural.

9.4.1. Lumiductos

El uso de lumiductos permite llevar luz natural a espacios donde no incide la luz solar por ventanas o es limitada o escasa. Pueden colocarse tanto en sentido vertical como horizontal en el proyecto en el cual estamos trabajando se colocarán de forma vertical. Consiste en la combinación de tres elementos (figura 78):

1. Colector de luz solar: Bien orientado, para que logre captar luz solar durante la mayor cantidad de horas posible.
2. Conductor: Tubo articulado o no de material reflejante, por donde la luz refleja a un lado y otro de sus paredes y de esta manera se transporta hacia el interior.
3. Difusor : Artefacto de variada forma, puede ser de un vidrio semi traslúcido

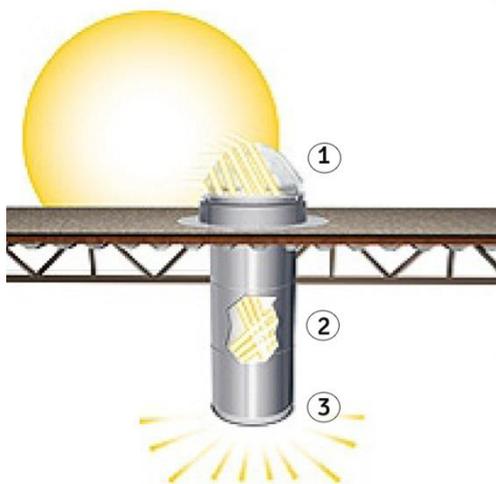


Figura 78: Componentes de un lumiducto



Figura 79: Ejemplo de ubicación de lumiductos



Los lumiductos que se instalarán en el proyecto se corresponden con las figuras 80, 81 y 82, El colector semi-circular tiene la ventaja estética de ser igual desde todos los ángulos, lo que sería una ventaja para nuestro proyecto en donde el norte se ubica a 45° respecto de la morfología del lote .



Figura 80: Colector



Figura 81: Conductor

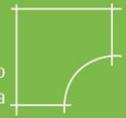


Figura 82: Difusor

El conductor será bastante sencillo ya que la gran superficie de losa sin interrupciones hace que sea factible un conductor totalmente recto sin necesidad de costos extras en tubos articulados. El elemento difusor será también semicircular de vidrio esmerilado para obtener una luz difusa. El resultado final será similar al lumiducto que vemos en la figura 83.



Figura 83 : Prototipo de lumiducto, diseñado por Juan Ignacio Carricaberry en sus estudios de grado.



Verificación de la captación efectiva y dimensionamiento de los lumiductos.

En primer lugar, mediante la carta solar correspondiente a la latitud 34° se obtendrán los ángulos solares incidentes sobre el lumiducto y los ángulos de captación efectiva en planta. Este dato nos servirá de herramienta para saber cuál será la altura del tubo de nuestro lumiducto, de manera tal que el techo inclinado que se ubica por delante no proyecte sombra sobre el elemento captador. (Ver figura 85)

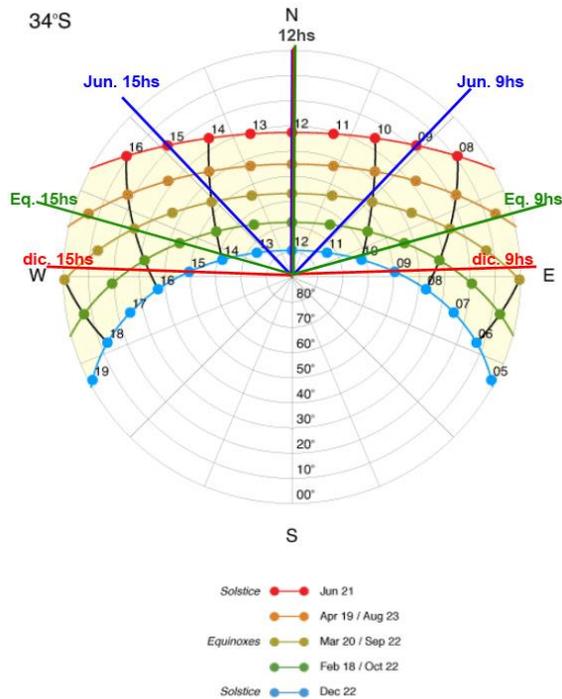


Figura 84: Carta solar 34° S.
Ángulos de captación efectiva

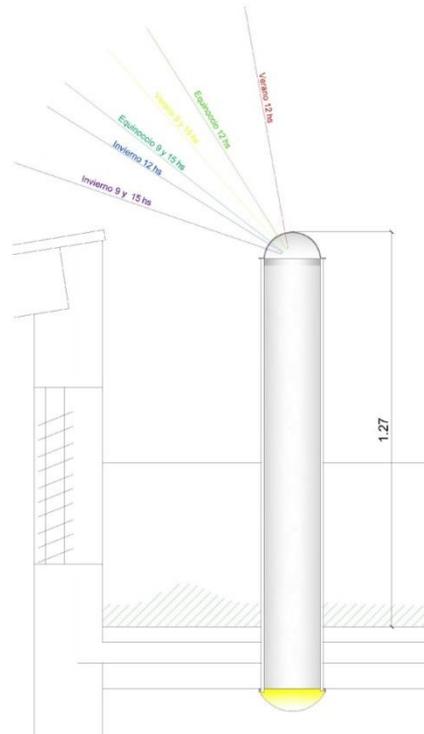


Figura 85: dimensionamiento de Lumiducto

De esta manera podemos verificar, que al estar contar con un captador semicircular recibe la luz de todas la orientaciones y al elevarse por encima de la cubierta que tiene por delante, el lumiducto posee una disponibilidad importante durante todo el día y durante todo el año.

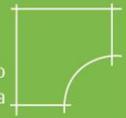


Figura 86: Ubicación de lumiductos en modelo 3d.

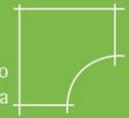
9.4.2. Estantes de Luz

Utilizamos como estrategia los estantes de luz en todo el frente del estar comedor. Este ambiente es profundo por lo cual este elemento nos va a facilitar la iluminación natural en el fondo de este ambiente. La altura de este local nos permite entonces la incorporación de ventanas por encima de la altura estándar y el cielorraso se pintará de color blanco para lograr el reflejo de los rayos solares en el mismo, que provienen desde el estante de luz.



Figura 87 : Estantes de luz ubicados en modelo 3d. Elaboración propia

Por otro lado en las puertas ventanas que se encuentran por debajo de la línea de los estantes se les incorporará una barrera difusora de luz



Los objetivos principales de la incorporación de un estante de luz son: protección respecto al exceso de luminosidad y brillo de la luz directa protección solar en zonas próximas a ventanas redireccionamiento de la luz hacia el interior, que será practicable de modo de que si se desea en invierno el ingreso de sol directo paga ganancia de temperatura esto pueda hacerse. La figura 88, es un ejemplo de como funciona el sistema.

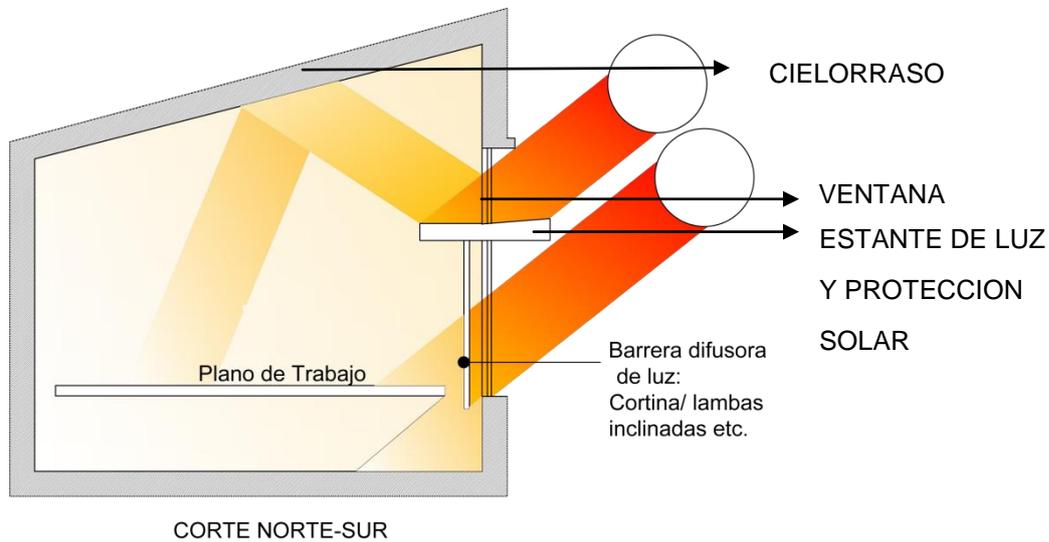


Figura 88: Ejemplo estante de luz. Elaboración propia

9.5. Diseño del paisaje

El terreno en donde está implantado en proyecto, como ya hemos dicho anteriormente, ha sido modificado. Originalmente era un bañado, un terreno bajo en el que se registraban inundaciones con cierta regularidad en donde los suelos son de tipo semi-pantanosos con gran presencia de humedad y en ciertos sectores había agua estancada formando pequeñas lagunas.

Las especies vegetales autóctonas son los juncos, pastizales, entre otros, y además proliferan en esta zona especies exóticas naturalizadas como el lirio amarillo, fresnos y varias plantas acuáticas. En cuanto a la fauna, muchas de ellas desplazada a superficies menores en donde no se ha modificado el entorno son garzas, culebras pequeñas, caranchos, teros y un gran número de aves de variado porte.

En el proyecto si bien no se podrá restablecer las condiciones naturales originales, se intentará realizar un diseño de paisaje que tenga el menor impacto posible priorizando las superficies vegetales ante las superficies impermeables. Esta decisión va a proporcionarnos un gran número de ventajas:

- a) Evitar contribuir al efecto de isla de calor (Consiste en la acumulación y concentración del calor en las ciudades debido a la construcción con materiales absorbentes que impiden que se disipe. Estos materiales acumulan el calor a lo largo de las horas de sol y lo liberan durante la noche impidiendo que bajen las temperaturas. De día vuelve a acumularse el calor y así cíclicamente, lo que provoca que la temperatura sea progresivamente más alta. La urbanización, la falta de zonas verdes, la construcción del pavimento con materiales impermeables y el uso indiscriminado de los coches incrementan la magnitud de este fenómeno.)
- b) Reducir el volumen del agua de lluvia que escurre al sistema pluvial público, evitando posibles anegamientos por un caudal excesivo.



- c) La presencia de abundante vegetación es capaz de mejorar la calidad del aire. Un metro cuadrado de cubierta verde puede filtrar 0,2 kg de polvo en aerosol y partículas de smog por año.
- d) Muchos insectos, pájaros y plantas que se han visto desplazados por las obras para la ejecución del barrio pueden encontrar refugio en este jardín.

Estos aspectos positivos podrán notarse mediante las estrategias que se aplicarán tanto en la planta baja como en la cubierta plana que cubre un 90% de la superficie total del proyecto.

1. Tratamiento del suelo en planta baja

En los espacios exteriores de planta baja se generaron grandes extensiones de suelo con abundante vegetación (más de un 90%), reduciendo al mínimo las superficies de solado semi-impermeables como son los llamados pisos intertrabados que se colocan sobre una capa de arena y que permiten el escurrimiento del agua de lluvia entre los elementos que lo componen. Otra ventaja de este tipo de solados es su color claro que evita la absorción del calor.



Figura 89 : Solado inter-trabado

Las condiciones de suelo actuales a causa del relleno de al menos 2 metros han cambiado drásticamente por lo cual en este proyecto se apunta más que nada a plantar especies que se adapten a este nuevo estado del suelo que a intentar restablecer la biodiversidad original del área, aunque en la , parte trasera del terreno se va a construir un reservorio de agua de lluvia en donde podremos plantar allí algunas especies autóctonas o algunas de las especies exóticas ya adaptadas a la zona de bañados.

9.6. Eficiencia Energética

9.6.1. Sistema agua caliente sanitaria

La propuesta solar para dar respuesta a la demanda de agua caliente sanitaria considera que, debido a la variabilidad de la oferta solar a lo largo del año, es recomendable evitar reemplazar la totalidad de la energía necesaria para elevar la temperatura del agua a la temperatura de uso, y sí, una parte de la energía. Este criterio de diseño tiene por objetivo optimizar el aprovechamiento de la instalación solar, evitando contar con energía excedente en los meses de mayor radiación solar y temperaturas exteriores más elevadas y con menor consumo.

Se determina como superficie apta para la ubicación de captadores solares térmicos a la cubierta inclinada, en la orientación noroeste.

En el siguiente gráfico se verifica la efectividad de la radiación solar disponible de acuerdo a las orientaciones en Buenos Aires.

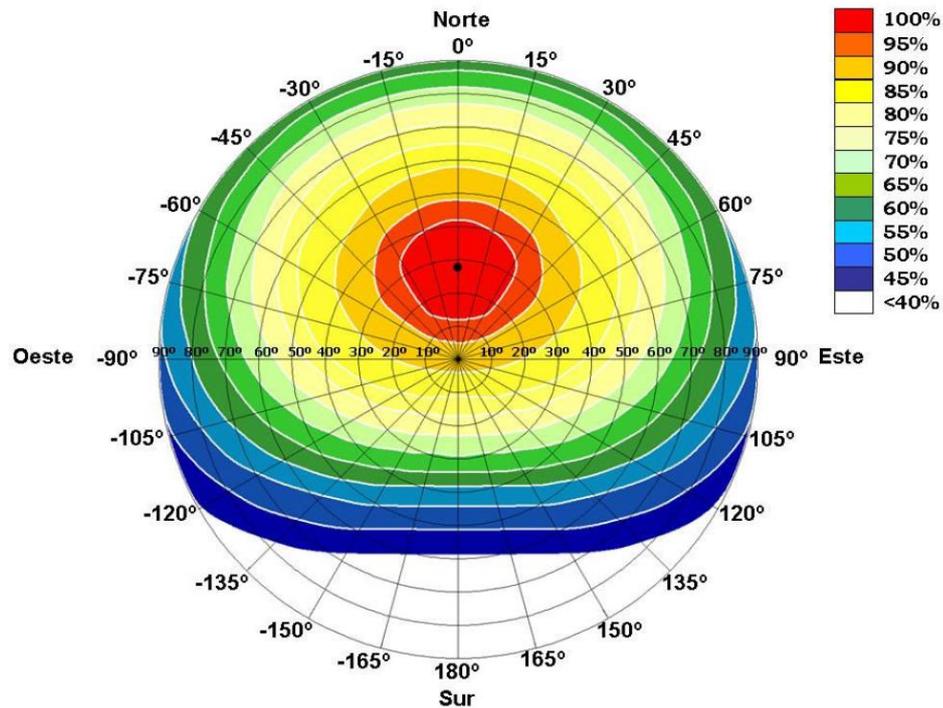


Figura 90: Aprovechamiento de la radiación solar en la Ciudad de Buenos Aires. La propuesta de emplazamiento de la instalación solar térmica alcanzaría valores máximos anuales.

En el caso que exista un uso eventual más elevado, los termotanques convencionales suplirán la energía necesaria para asegurar las condiciones de confort.



Figura 91: Las distintas tecnologías a colocar de colectores solares. De izquierda a derecha: Colector solar Plano Vademarco (Argentina), y Colector solar de tubos evacuados Apricus (Australia)



9.6.2. Sistema de acondicionamiento térmico

El consumo de energía para acondicionamiento térmico en edificios de residencia en Argentina representa el 68 % del total destinado a este tipo de edificios. El 89 % de la energía consumida en nuestro país proviene de fuentes no renovables a base de petróleo. Es por eso que es necesario incorporar metodologías de climatización eficientes en las construcciones. (Secretaría de Energía de la Nación, 2013)

Comenzar por los sistemas pasivos contemplados en la arquitectura bioclimática podrá reducir la demanda de calefacción o refrigeración de un edificio. Sin embargo, a veces es necesario incorporar un sistema activo de climatización. Existen diversas tecnologías de sistemas de refrigeración, ventilación y calefacción que reducen el impacto al medio ambiente incorporando fuentes de energías renovables y equipos de bajo impacto.

En el proyecto se incorporará un sistema de refrigeración por piso radiante mediante la instalación de un equipo de absorción asistidos por energía solar y condensación por geotermia. Estas tecnologías aún no se utilizan en forma habitual en nuestro país, salvo para industrias específicas. Sin embargo, en países centrales es cada vez más habitual la instalación, las tecnologías son cada vez más avanzadas y se usan cada vez más en edificios residenciales y de diferentes escalas.

Se instalará una máquina de absorción de bromuro de litio de 35 kW, alimentada con energía solar térmica en combinación con una caldera a gas de apoyo. El sistema también funciona como instalación de calefacción por suelo radiante mediante una bomba de calor que funciona con el sistema de absorción.

a) Ciclo por Absorción

El sistema de refrigeración por absorción consta de un equipo evaporador y un condensador al igual que el sistema del ciclo de compresión. La diferencia yace en que este sistema la función que cumple el compresor de transformar el gas a baja presión en gas a alta presión y temperatura cambia sus componentes incorporando un absorbedor, un separador y una fuente de calor.

El refrigerante es absorbido por una sustancia absorbente, estos fluidos deben tener afinidad entre sí, como por ejemplo el agua y el amoníaco o el agua y el bromuro de litio. En estos casos se implementa el amoníaco como refrigerante y el agua como absorbente o el bromuro de litio como absorbente y agua como refrigerante. El amoníaco es un buen refrigerante desde el punto de vista termodinámico, pero es corrosivo y tóxico, es por eso que se usa la combinación con bromuro de litio para sistemas de aire acondicionado. (Nestor Pedro Quadri, 2002)

La solución se conduce la mezcla a otro depósito en el que se expone a una fuente de calor, denominado separador o generador. Allí se desprende el refrigerante en forma de vapor a alta temperatura, listo para ser derivado al condensador y a la válvula de expansión para comenzar nuevamente el ciclo. (Nestor Quadri, 2010)

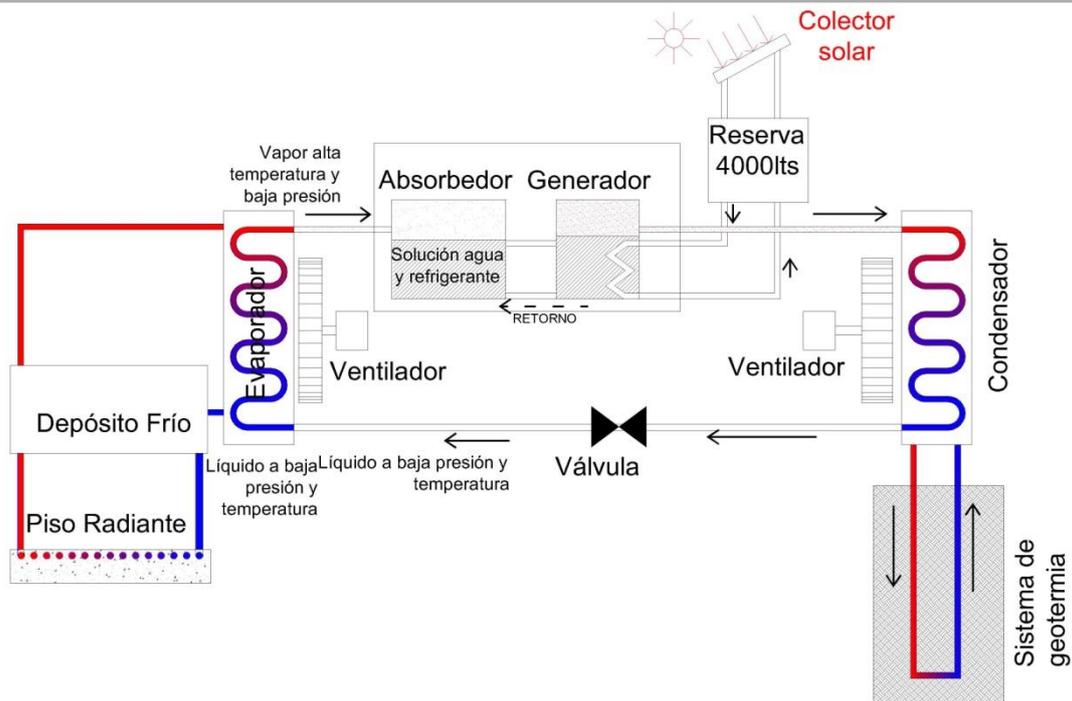


Figura 92: Ciclo de Absorción
Fuente: Adaptado(Nestor Quadri, 2010)

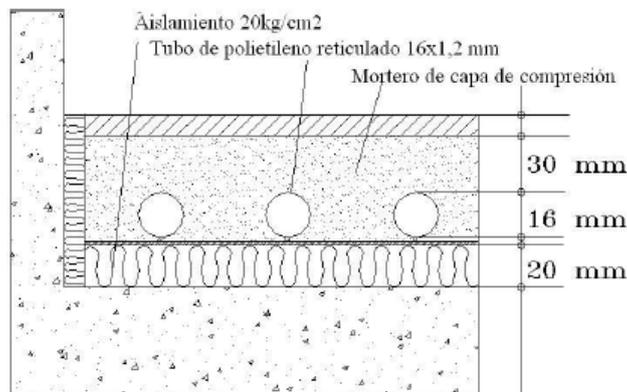


Figura 93: : Esquema de piso radiante
Fuente: (Luis A. Bijedo. et. al, 2010)

Se instalará el equipo de refrigeración YAZAKI WFC10, de simple efecto, con agua como refrigerante tiene una potencia frigorífica de 34,9 KW, con un COP (coefficient of performance)¹ de 0,7. Para tener un parámetro de eficiencia podemos considerar que el COP mínimo que exige la norma ASHRAE 90.1-2007 es de 0,6 COP para equipos de absorción enfriados por aire de cualquier capacidad y 0,7 COP para aquellos enfriados por agua. El agua refrigerante será tratada con una planta por su alcalinidad y conductibilidad.

¹ Según ASHRAE 90.1-2007 se define como la relación entre la velocidad de eliminación de calor y la velocidad de entrada de energía.



WFC-SH10

Dimensiones:

Ancho: 855mm

Profundidad: 970mm

Altura: 1900mm

Figura 94: Equipo de refrigeración y calefacción por absorción

Fuente: http://www.yazaki-airconditioning.com/fileadmin/templates/pdf_airconditioning/data_sheets

b) Fuente de calor

La ventaja de este sistema es que no es necesario el compresor que es el elemento de un sistema convencional de refrigeración que consume mayor energía. Por otro lado, la fuente de calor introducida al sistema puede ser convencional, como un quemador a gas, o proveniente de energías renovables. En este caso se implementará un sistema de paneles solares como fuente de calor, de manera tal de que la temperatura conseguida sea la suficiente para producir la ebullición de la solución para la evaporación del líquido refrigerante en el separador.

La instalación solar térmica está ubicada en la azotea del edificio, formada por 25 m² de colectores planos y 20 m² de colectores de tubos evacuados (con agua glicolada) que alimentan tanques de acumulación

Se implementará un sistema de separación indirecta, donde el colector solar actúa como calentador y se introduce un tanque acumulador entre el separador y el colector para compensar la ausencia de ganancia en días nublados. Los colectores solares estarán orientados al noreste y el ángulo de inclinación será 14°.

La energía generada por los colectores se usará para alimentar los sistemas de agua caliente sanitaria, el suelo radiante y la bombas de calor agua-aire en el invierno. Las temperaturas de funcionamiento nominales serán 45°, 35° y 28°C respectivamente. El agua caliente producida se almacena en un depósito de 1000 litros. En verano el agua caliente es utilizada para alimentar el generador de la máquina de absorción. El sistema de refrigeración también tiene un tanque de acumulación de agua fría de 1000 litros que permite, por un lado acumular más energía (aunque en este caso en forma de frío), evitar conexiones o desconexiones intermitentes de la máquina, y disminuir las pérdidas de calor debidas a la acumulación. (Marta Poncela Blanco et.al)

c) Sistema de Geotermia

Se implementará un sistema de circuitos en estanques, ya que el barrio ha sido realizado sobre bañados de la zona del delta, a un metro de profundidad se cuenta con la presencia de agua, es por eso que se instalará un serpentina horizontal de circuito cerrado para el intercambio de calor a 1,5m de profundidad.

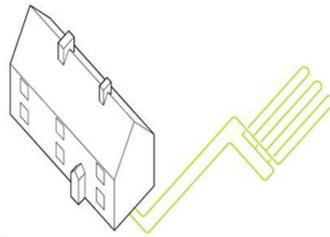


Figura 95: : Esquema de un circuito horizontal
Fuente: Geothermal International España

d) Bomba de calor

El equipo a instalar tiene el sistema de bomba de calor que permite transferir energía mediante calor de un ambiente a otro, según se requiera. Esta transferencia de calor responde a la segunda ley de la termodinámica, según la cual el calor se dirige de un foco caliente a otro frío naturalmente, y no al revés, hasta que sus temperaturas se igualen. Este sistema se incluye en el sistema de refrigeración mediante una válvula inversora de ciclo que puede invertir el sentido del flujo del refrigerante, transformando el condensador en evaporador y viceversa. De esta manera el sistema se adapta al funcionamiento de calefacción o refrigeración según se requiera. (Wikimedia, 2014)

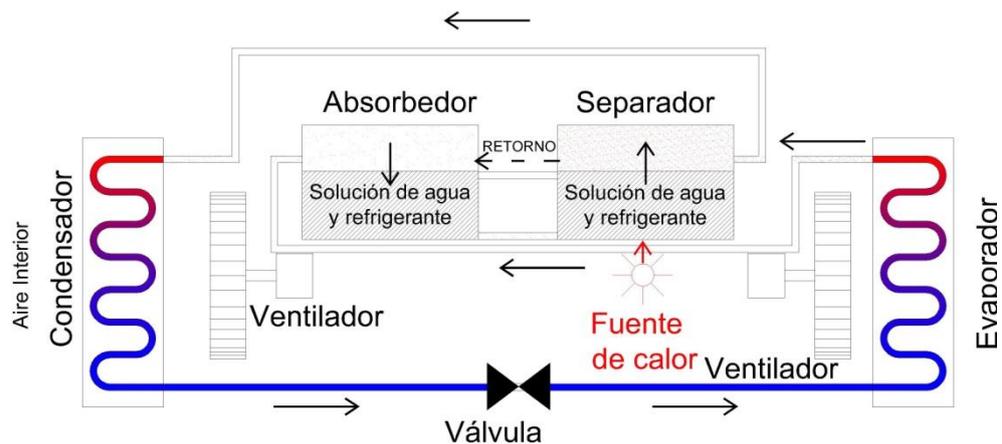


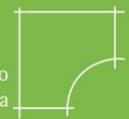
Figura 96 : Ciclo de Absorción funcionamiento con bomba de calor
Fuente: Elaboración Propia



9.7. Estudio de Pre-factibilidad de Certificación LEED

A continuación se presenta la planilla de *checklist* del sistema LEED Nuevas Construcciones, donde se evalúa la adquisición de puntos según un análisis preliminar de los créditos.

					LEED 2009 for New Construction and Major Renovation	
Seguro	Probable	Posible	Improbable	Imposible	Project Checklist	
					Project Name	Date
9	2	0	0	0	Sustainable Sites Possible Points: 26	
x					Prereq 1	Construction Activity Pollution Prevention
				1	Credit 1	Site Selection
				5	Credit 2	Development Density and Community Conectivity
				1	Credit 3	Brownfield Redevelopment
				6	Credit 4,1	Alternative Transportation - Public Transportation Access
1					Credit 4,2	Alternative Transportation - Bicycle Storage and Changing Rooms
3					Credit 4,3	Alternative Transportation - Low-Emiting and Fuel-Efficient Vehicles
				2	Credit 4,4	Alternative Transportation - Parking Capacity
	1				Credit 5,1	Site Development - Protect or Restore Habitat
	1				Credit 5,2	Site Development - Maximize Open Space
1					Credit 6,1	Stormwater Design - Quantity Control
1					Credit 6,2	Stormwater Design - Quality Control
1					Credit 7,1	Heat Island Effect - Non-roof
1					Credit 7,2	Heat Island Effect - Roof
1					Credit 8	Light Pollution Reduction
9	0	0	0	0	Water Efficiency Possible Points: 10	
x					Prereq 1	Water Use Reduction - 20% Reduction
4					Credit 1	Water Efficient Landscaping
						Reduce by 50%
					x	No Potable Water Use or Irrigation
2					Credit 2	Innovative Wastewater Technologies
3					Credit 3	Water Use Reduction
						Reduce by 30%
						Reduce by 35%
						Reduce by 40%
22	1	2	3	2	Energy and Atmosphere Possible Points: 35	
x					Prereq 1	Fundamental Commissioning of Building Energy Systems
x					Prereq 2	Minimun Energy Performance
x					Prereq 3	Fundamental Refrigerant Management
12	1	2	3	0	Credit 1	Optimize Energy Performance
						Improve by 12% for New Buildings or 8% for Existing Building Renovations
						Improve by 14% for New Buildings or 10% for Existing Building Renovations
						Improve by 16% for New Buildings or 12% for Existing Building Renovations
						Improve by 18% for New Buildings or 14% for Existing Building Renovations
						Improve by 20% for New Buildings or 16% for Existing Building Renovations
						Improve by 22% for New Buildings or 18% for Existing Building Renovations
						Improve by 24% for New Buildings or 20% for Existing Building Renovations
						Improve by 26% for New Buildings or 22% for Existing Building Renovations
						Improve by 28% for New Buildings or 24% for Existing Building Renovations
						Improve by 30% for New Buildings or 26% for Existing Building Renovations
						Improve by 32% for New Buildings or 28% for Existing Building Renovations
						Improve by 34% for New Buildings or 30% for Existing Building Renovations
						Improve by 36% for New Buildings or 32% for Existing Building Renovations
						Improve by 38% for New Buildings or 34% for Existing Building Renovations
						Improve by 40% for New Buildings or 36% for Existing Building Renovations
						Improve by 42% for New Buildings or 38% for Existing Building Renovations
						Improve by 44% for New Buildings or 40% for Existing Building Renovations
						Improve by 46% for New Buildings or 42% for Existing Building Renovations
						Improve by 48% for New Buildings or 44% for Existing Building Renovations
3					Credit 2	On-Site Renewable Energy
						1% Renewable Energy
						3% Renewable Energy
					x	5% Renewable Energy
						7% Renewable Energy
						9% Renewable Energy
						11% Renewable Energy
						13% Renewable Energy
2					Credit 3	Enhanced Commissioning
2					Credit 4	Enhanced Refrigerant Management
3					Credit 5	Measurement and Verifacction
				2	Credit 6	Green Power



7 0 0 0 6					Materials and Resources	Possible Points: 14	
x					Prereq 1	Storage and Collection of Recyclables	
				3	Credit 1,1	Building Reuse-Maintain Existing Walls, Floors, and Roof	1 to 3
						Reuse 55%	1
						Reuse 75%	2
						Reuse 95%	3
				1	Credit 1,2	Building Reuse-Maintain 50% of Interior Non-Structural Elements	1
2					Credit 2	Construction Waste Management	1 to 2
						50% Recycled or Salvaged	1
						75% Recycled or Salvaged	2
				2	Credit 3	Materials Reuse	1 to 2
						Reuse 5%	1
						Reuse 10%	2
1					Credit 4	Recycled Content	1 to 2
						10% of Content	1
						20% of Content	2
2					Credit 5	Regional Materials	1 to 2
						10% of Materials	1
						20% of Materials	2
1					Credit 6	Rapidly Renewable Materials	1
1					Credit 7	Certified Wood	1
14 0 0 0 1					Indoor Environmental Quality	Possible Points: 15	
x					Prereq 1	Minimum Indoor Air Quality Performance	
x					Prereq 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	
1					Credit 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1
1					Credit 2	Increased Ventilation	1
1					Credit 3,1	Construction IAQ Management Plan-During Construction	1
1					Credit 3,2	Construction IAQ Management Plan-Before Occupancy	1
1					Credit 4,1	Low-Emitting Materials-Adhesives and Sealants	1
1					Credit 4,2	Low-Emitting Materials-Paints and Coatings	1
1					Credit 4,3	Low-Emitting Materials-Flooring Systems	1
				1	Credit 4,4	Low-Emitting Materials-Composite Wood and Agrifiber Products	1
1					Credit 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1
1					Credit 6,1	Controllability of Systems-Lighting	1
1					Credit 6,2	Controllability of Systems-Thermal Comfort	1
1					Credit 7,1	Thermal Comfort - Design	1
1					Credit 7,2	Thermal Comfort - Verification	1
1					Credit 8,1	Daylight and Views - Daylight	1
1					Credit 8,2	Daylight and Views - Views	1
6 0 0 0 0					Innovation and Design Process	Possible Points: 6	
1					Credit 1,1	Innovation in Designs: Bioclimatic design	1
1					Credit 1,2	Innovation in Designs: Co-generation plant	1
1					Credit 1,3	Innovation in Designs: Exemplary performance: SS: Storm water design- Quality	1
1					Credit 1,4	Innovation in Designs: Exemplary performance: WEC3: Water use reduction	1
1					Credit 1,5	Innovation in Designs: Exemplary performance: IEQ 8.2: Daylight and views-views	1
1					Credit 2	LEED Accredited Professional	1
4 0 0 0 0					Regional Priority Credits	Possible Points: 4	
1					Credit 1,1	Regional Priority:EAc1 :Optimize energy performance	1
1					Credit 1,2	Regional Priority: SS:Heat Island Effect: Roof	1
1					Credit 1,3	Regional Priority: WE: Water Efficient Land Scaping	1
1					Credit 1,4	Regional Priority: WE: Water use reduction	1
71 3 2 3 24					Total	Possible Points: 110	
					Certified 40 to 49 points Silver 50 to 59 points Gold 60 to 79 points Platinum 80 to 110		

Figura 97: Planilla de certificación LEED.

Habiendo reformado el proyecto original para lograr que sea más sustentable se alcanzaron 71 puntos y todos los prerrequisitos establecidos por la norma. De esta manera se obtendría la clasificación *Gold* de la etiqueta.

En la categoría de sitios sustentables, los créditos que tienen que ver con el lugar de implantación no se podrán alcanzar, porque no se puede modificar. Sin embargo sí se pudo trabajar el espacio exterior dentro del terreno, logrando estrategias de reducción de isla de calor, incorporación de un espacio para el guardado de bicicletas, la previsión de un cargador para vehículo eficiente. También se prevé que a lo largo de la construcción se implementará un plan de mitigación de la polución en obra de acuerdo a las normas EPA (por sus siglas en inglés, Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos).



El diseño de los espacios exteriores prevé el manejo eficiente de agua de lluvia prevaleciendo el suelo absorbente y solados inter-trabados permeables; un diseño de paisaje eficiente mediante la plantación de vegetación autóctona o naturalizada; y estrategias para la reducción del efecto isla de calor, como la incorporación de solados claros en el estacionamiento y techo verde en la cubierta.

En cuanto a las categorías de manejo de agua eficiente, el proyecto contará con artefactos y griferías eficientes, un sistema de recuperación de aguas grises, y de lluvia. Este último se realizará con un reservorio ubicado en el fondo del lote y se usará para riego. El riego será una instalación eficiente por goteo.

En cuanto al uso racional de la energía el proyecto cuenta con un diseño bioclimático que reducirá el consumo de energía a ser evaluado en la simulación energética, de acuerdo al protocolo establecido en la norma ASHRAE 90.1-2007, apéndice G. Además se incorporará un sistema de refrigeración por absorción asistido por paneles solares y condensado por geotermia que enfriará el interior mediante un suelo frío. Este sistema, mediante una bomba de calor, calefaccionará la vivienda en invierno. El sistema de paneles solares también alimentará el agua caliente sanitaria, de esta manera se logrará obtener puntos por la implementación de energías renovables.

Se realizará la auditoría avanzada de la vivienda, donde se verificará el funcionamiento y rendimiento de las instalaciones de acuerdo a las intenciones de eficiencia que establece el proyecto.

La elección de los materiales para la construcción de la vivienda considera la incorporación de que sean producidos en áreas cercanas a la obra (no más de 800km), otros provendrán de fuentes rápidamente renovables, contendrán material reciclado o reutilizado. Las maderas exteriores e interiores tendrán certificación FSC (Forest Stewardship Council) de manejo eficiente de los bosques. En el interior de la vivienda se contará con un espacio de para el depósito separado de residuos.

En la categoría de calidad de ambiente interior se preverá el cumplimiento de las normas CIBSE para ventilación natural. Se considerará la colocación de materiales de terminación de bajas emisiones nocivas, como evitar los compuestos orgánicos volátiles (VOC), el urea-formaldehído, y materiales prohibidos como el plomo o el amianto. El diseño de la iluminación artificial y térmica podrá ser regulado dentro de cada espacio de manera independiente por cada usuario que comparta el espacio.

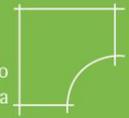
Se aumentará la iluminación natural mediante estrategias como estantes de luz en carpinterías y lumiductos en las cubiertas.

10. CONCLUSIÓN GENERAL

Con la realización de este trabajo hemos podido verificar que todo proyecto puede ser mejorado para ser más sustentable. Siguiendo en primera instancia las pautas y estrategias brindadas por la arquitectura bioclimática para luego incorporarle otras herramientas relacionadas con la eficiencia en el uso de los recursos como son la instalación de paneles solares o la instalación de artefactos sanitarios eficientes.

Todos los profesionales tenemos la obligación de actualizarnos y estar a la altura de las situaciones con las que nos toca lidiar en nuestro quehacer profesional. La situación energética de nuestro país año a año va complicándose aún más, por lo cual consideramos que esta forma de hacer arquitectura debiera ser, en la actualidad, la única opción.

Este trabajo nos ha demostrado que tomándonos algo de tiempo para estudiar las condiciones climáticas del lugar donde trabajaremos y realizando algunos estudios como los que hemos desarrollado, podremos contribuir a lograr un mejoramiento en el consumo energético de nuestros edificios. De esta manera, no solo lograremos este objetivo, sino que también podremos asesorar adecuadamente a nuestros comitentes y, en última instancia, que el producto terminado sea algo de lo cual ellos mismos puedan sentirse seguros de que estará produciendo el menor impacto posible al



medioambiente. Por otro lado bajarán los costos de mantenimiento de sus viviendas que hoy por hoy se han elevado en un porcentaje bastante alto desde el retiro de subsidios en varias zonas del país.

Muchos de los edificios que hoy se están construyendo y que pasarán varias décadas en pie, tendrán serias dificultades para mantenerse operativos. La incertidumbre sobre la disponibilidad y valor de la energía a cinco, diez o veinte años es una incógnita. Más allá de las políticas energéticas a nivel país que se pueden tomar y las normativas que los Gobiernos en todos sus estratos generen, es importante que los profesionales del sector tomemos una postura más activa en este sentido trabajando por la eficiencia energética y el consumo de recursos en nuestras obras para lograr un uso racional de la misma y por ende disminuir el consumo del sector.

Los profesionales del sector debemos tomarnos en serio las reglamentaciones vigentes, como la Ley 13.059 de la provincia de Buenos aires que lamentablemente no se cumple en casi ninguna obra nueva del territorio. Debemos tener una actitud más activa frente al cambio que debemos generar en nuestros productos arquitectónicos y no sólo esperar que el Estado nos obligue mediante leyes a aplicar este cambio.

Arq. Analía Afonso

Arq. Laura Romanello

Julio 2015



11. BIBLIOGRAFÍA

Bonfils, C. G. (1962). Los suelos del Delta del río Paraná. Factores generadores, clasificación y uso. Revista de Investigaciones Agrícolas. T. XVI (3): 257-370, Buenos Aires.

Bozzano, H. (2000) Territorios reales, territorios pensados, territorios posibles. Aportes para una teoría territorial del ambiente. Buenos Aires. Espacio editorial.

- Cano Plata, C. A. (2010) Entender las diferencias, multiculturalidad, fragmentación y territorialidades – en Contribuciones a las Ciencias Sociales - www.eumed.net/rev/cccss/09/cacp.htm

Feito, C. (2012): “Si nos quitan la ilusión... no nos queda nada. Problemáticas del avance de urbanizaciones sobre producciones intensivas en el periurbano Norte de Buenos Aires”. En: “El periurbano, terra incognita. Los actores de la producción y el territorio en los bordes de la ciudad”. Editorial Universidad Nacional de Gral Sarmiento, Buenos Aires. En prensa.

Morello, J. et al (2012) Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.

Pintos, P., Narodowski, P. (2012) “La privatopía sacrílega - Efectos del urbanismo privado en humedales de la cuenca baja del Río Luján”, 1a ed. Buenos Aires, editorial Imago Mundi.

Brian Edwards (2011) Guía Básica de la Sostenibilidad.GG.

Cristina de Torre Minguela (2008) Condensación Geotérmica de las instalaciones de Frío Solar de Cartifl congreso de Energía Geotérmica en la edificación y la Industria. Madrid.

D. Kozak y L. Romanello (2013) Sustentabilidad 2: Criterio y normativas para la promoción de la sustentabilidad en CABA. Buenos Aires: CPAU.

Dominquez, M. C. (2013) Valoración del Patrimonio Cultural. Plazas Platenses. Buenos Aires: Diseño Editorial.

Eoin O. Cofaigh, C. d. A. d. E. C., Bruselas (Bélgica), Eileen Fitzgerald, Ann McNicholl, Robert Alcock, J. Owen Lewis, Energy Research Group (ERG), University College Dublin (Irlanda), Vesa Peltonen, Suomen Arkkitehtiiliitto (SAFA), Helsinki (Finlandia), Antonella Marucco, Softech, Turín (Italia)’, (2007) Un Vitruvio Ecológico: Principios y Práctica del Proyecto Arquitectónico Sostenible. Editorial Gustavo Gili SL.

EPA (2012) National Pollutant Discharge Elimination System General Permit for Discharges from Construction Activities.

IRAM (1996a) Acondicionamiento térmico en Edificios: Clasificación Bioambiental de la República Argentina. Ley 11.603:1996. Disponible

---- (1996b) Acondicionamiento Térmico en Edificios: Condiciones de Habitabilidad en Edificios. Valores de transmitancia térmica en cerramientos opacos. Ley IRAM 11605: 1980. Disponible

---- (2000a) Aislamiento Térmico en Edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general. Ley IRAM 11630: 2000. Disponible

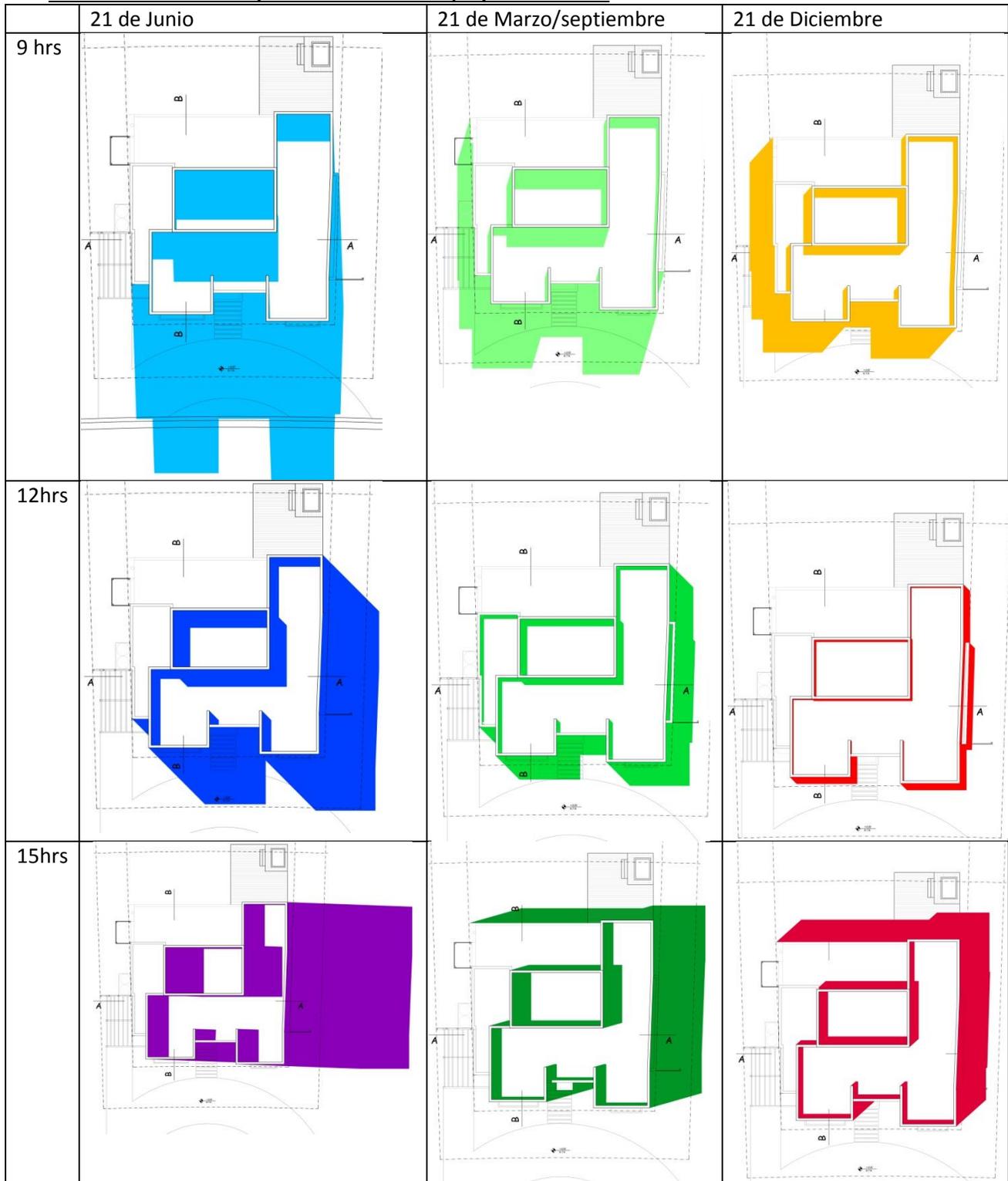
---- (2000b) Aislamiento Térmico en Edificios: Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general. Ley IRAM 11625: 2000. Disponible



- **(2001) Aislamiento Térmico en Edificios: Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites. Ley IRAM 11604:2001. Disponible**
- **(2002a) Aislamiento Térmico de Edificios: Métodos de Cálculo. Ley 11601:2002. Disponible**
- **(2002b) Aislamiento Térmico en Edificios- Vocabulario. Ley 11549:2002. Disponible**
- **(2010a) Carpintería de Obra y Fachadas Integrales Livianas. Ventanas Exteriores. Parte 4- Requisitos complementarios. Aislación térmico. Ley IRAM 11507-4: 2010. Disponible**
- **(2010b) Etiquetado de Eficiencia Energética de Calefacción para Edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente. Ley IRAM 11900:2010. Disponible**
- Jean-Louis Izard y Alain Guyot (1983) Arquitectura Bioclimática. México: G. Gili, S.A.**
- John Martin Evans y Silvia de Schiller (1994) Diseño Bioambiental y Arquitectura solar. Buenos Aires: Secretaría de Extensión Universitaria- FADU-UBA,.**
- Jorge D. Czajkowski y Analía F. Gómez (2009) Arquitectura Sustentable CDBook- Herramientas Para Arquitectos. Diario Clarín.**
- José Luis Sierra y Graciela Elsa Pedro (1998) Energía Geotérmica. Vol.**
- Leveratto, C. (2014) Cambios en las representaciones locales de ruralidad en un poblado del periurbano bonaerense ante el avance de la urbanización Facultad de Agronomía. Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.**
- Luis A. Bijedo. et. al (2010) Climatización por suelo refrescante con energía solar térmica y geotérmica en CARTIF2° Congreso técnico de Energía Solar en Castilla y León. Castilla y León.**
- Marta Poncela Blanco et.al Descripción del Sistema de Climatización Solar por Absorción y de la**
- Red de Monitorización y Control de Edificio del CARTIF. Vol.**
- Mazria, E. (1979) El Libro de la Energía Solar Pasiva. Méjico.**
- Nestor Pedro Quadri (2002) Instalaciones de Aire Acondicionado y Calefacción. Buenos Aires: Librería y Editorial Alsina.**
- Nestor Quadri (2010) Energía Solar. Buenos Aires: Librería y Editorial Alsina.**
- Secretaría de Energía de la Nación (2013) Balance de energía 2013. En: ben-2013.xls, ed. Buenos Aires.**
- USGBC (2009) LEED Reference Guide for New Building Construction. Ley Disponible**
- Victor Olgay (2005) Arquitectura y Clima.**
- Wikimedia (2014) Wikipedia. Obtenido**

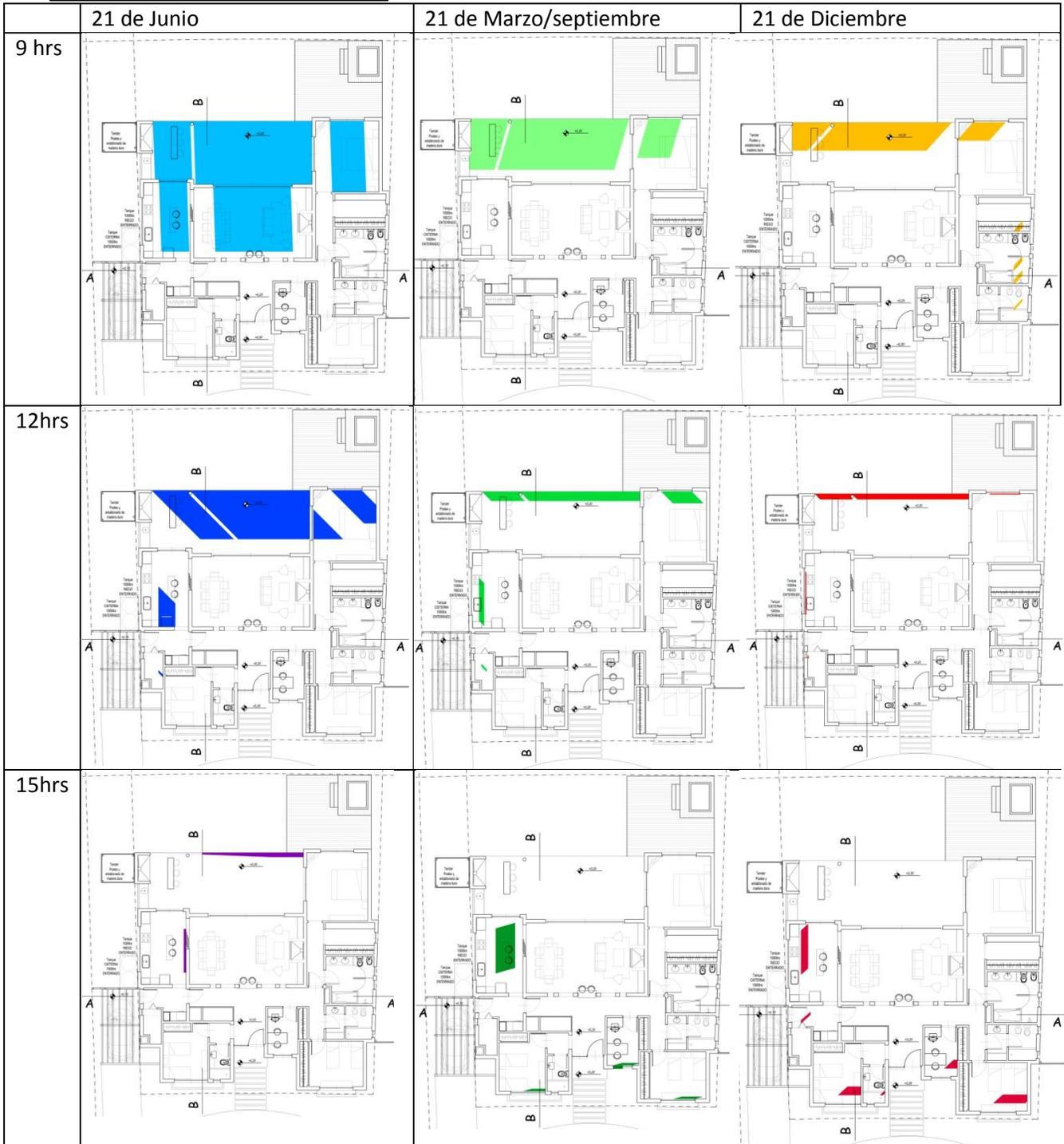


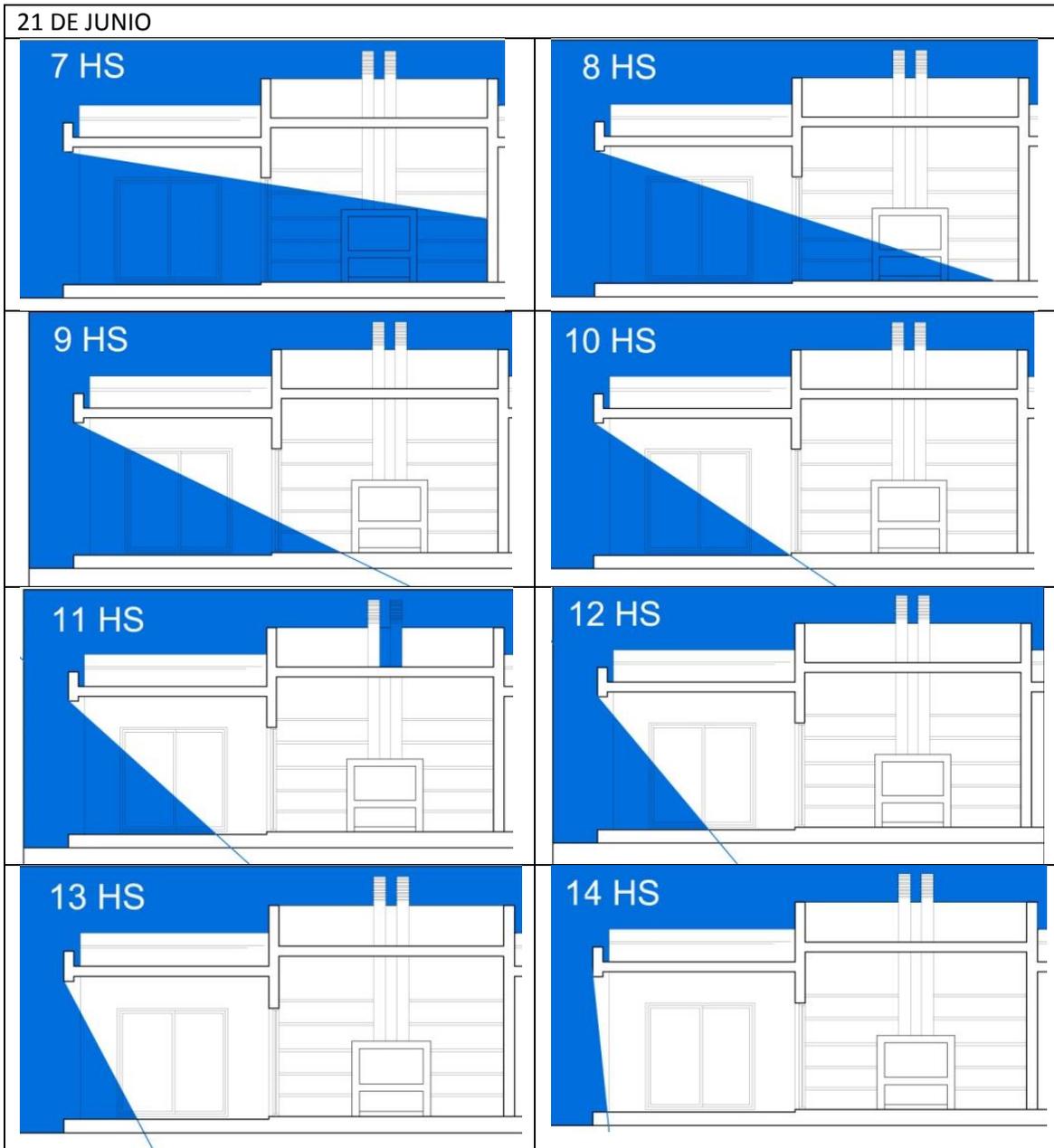
ANEXO 1: Estudio de Proyección de sombras en proyecto existente





ANEXO 2: Estudio de Penetración solar

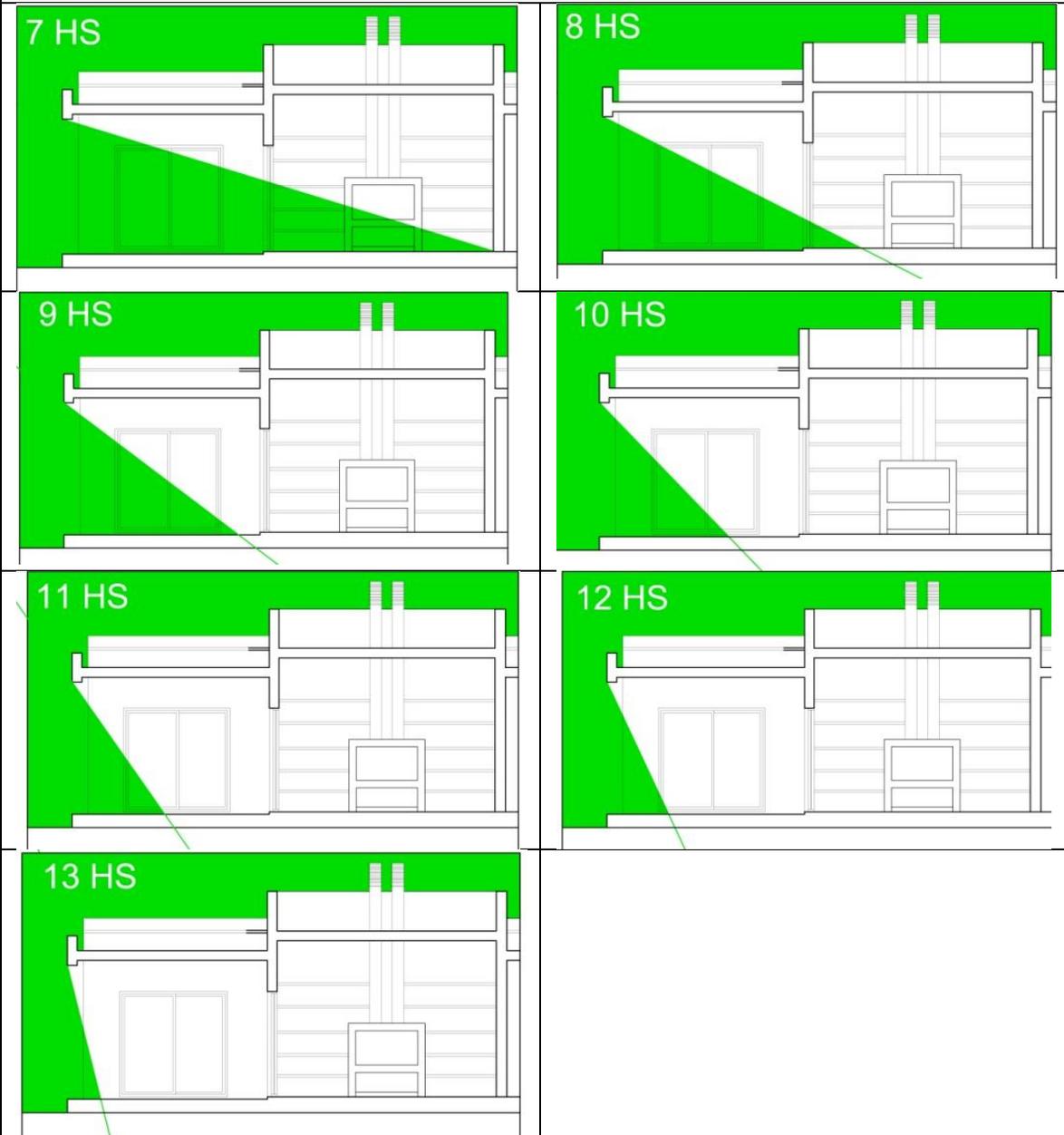






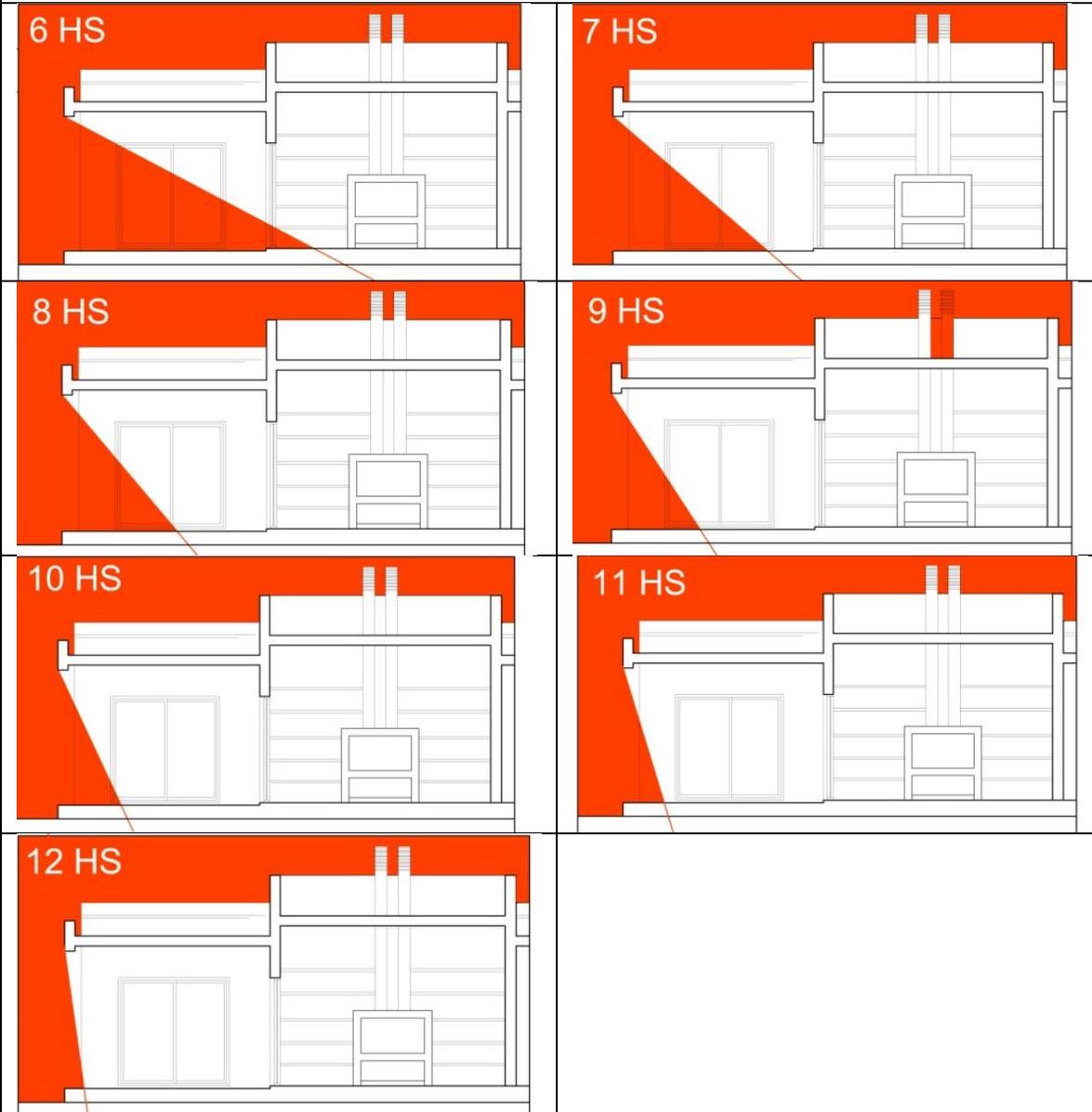


21 DE SEPTIEMBRE/MARZO





21 DE DICIEMBRE



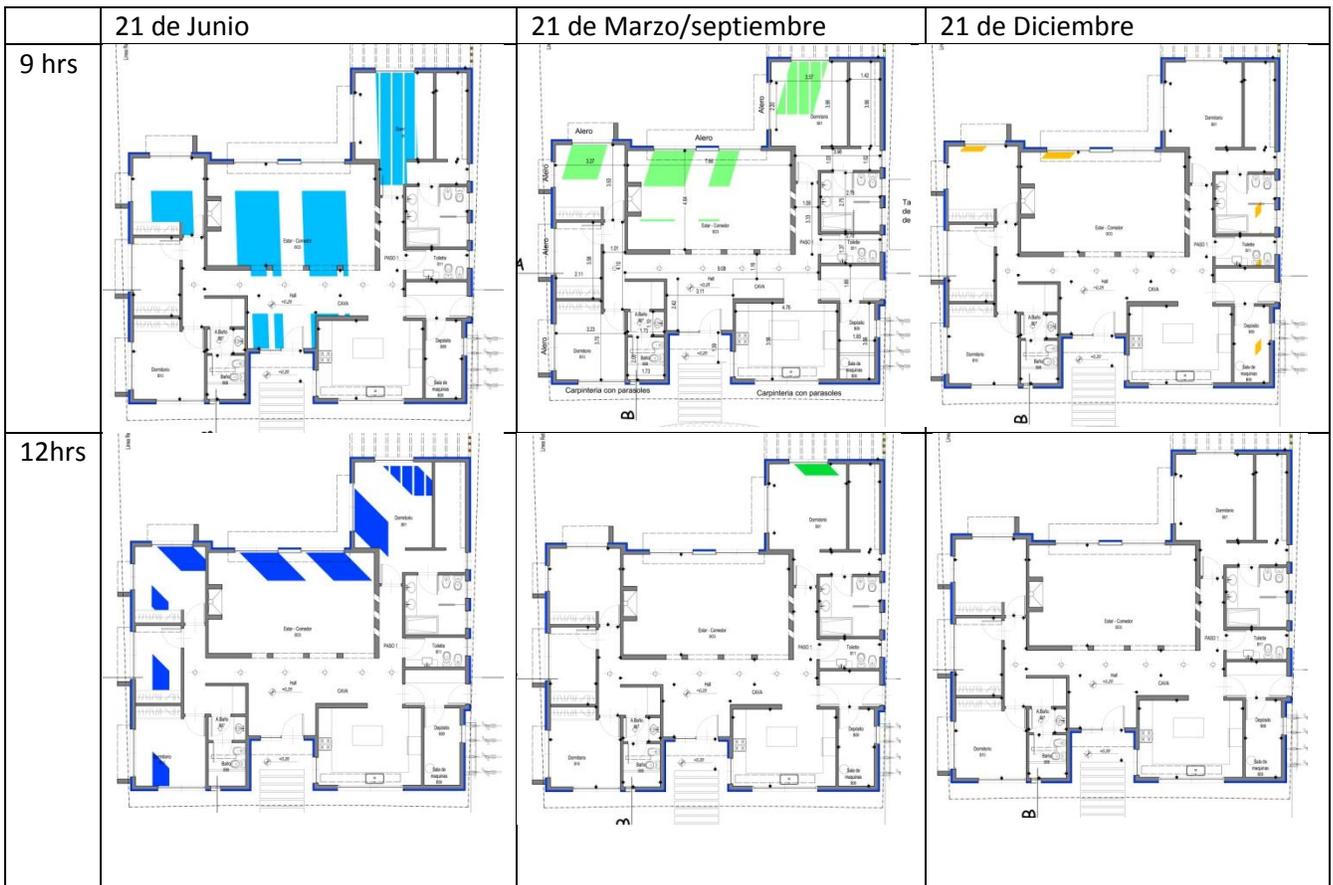


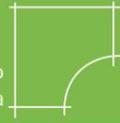
8. ***ANEXO 1: Estudio de Proyección de sombras- Proyecto Sustentable***





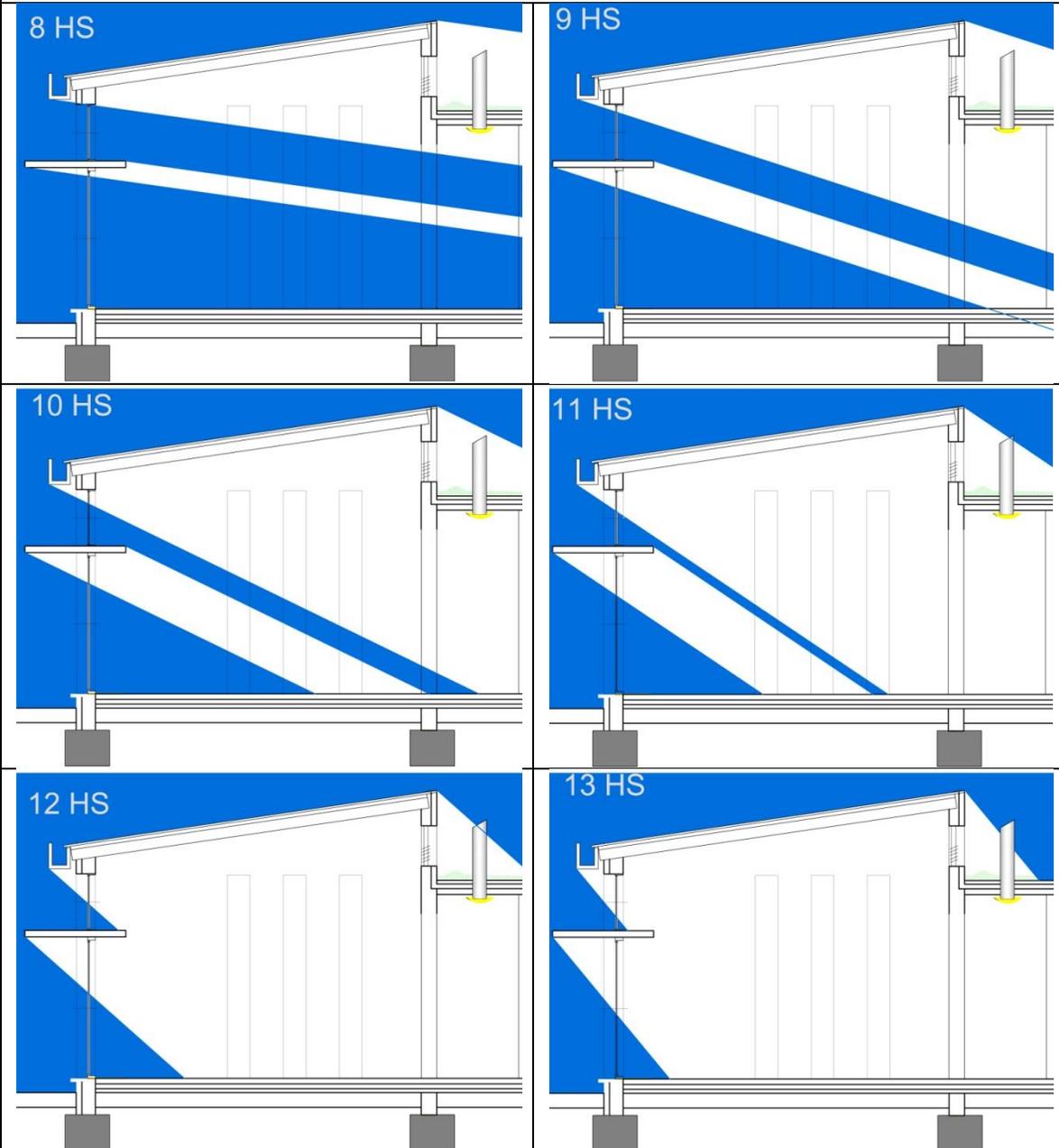
9. ANEXO 2: Estudio de Penetración solar

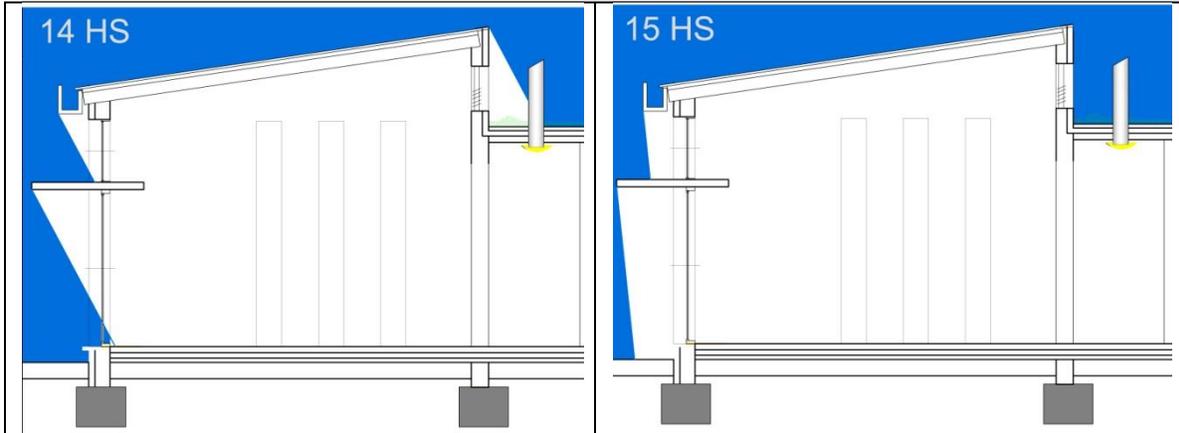






21 DE JUNIO





21 DE SEPTIEMBRE/MARZO

