



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

Escuela Técnica Superior
de Arquitectura.
TFG Grado en Fundamentos
de la Arquitectura.

2017-2018

Tutor: Guillen, Ignacio.

Alumno: Mendiguchia, Fernando Aitor.

**ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE VENTILACIÓN NATURAL EN LAS CASAS DE HUERTA DE VALENCIA.
APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE CFD EN UN CASO DE ESTUDIO.**

00. Resumen.

La arquitectura popular valenciana ha evolucionado durante siglos adaptándose a las condiciones climáticas de la región. Demostrándose una perfecta orientación que garantiza el mejor soleamiento además de una ventilación natural. Ventilación, que es posible gracias a las condiciones estables de viento que se producen en la huerta valenciana, inducidas por la cercanía al mar Mediterráneo, la posición relativa de la sierra del Garbí, y las temperaturas templadas durante buena parte del año.

Los objetivos fundamentales del estudio se dividirán en dos partes, una primera fase que se centrará en el estudio tipológico e histórico de la edificación popular de la huerta de valencia, en concreto en la comarca de L'horta Nord. Y una segunda parte que se trabajará sobre los modelos virtuales CFD (Computational Fluid Dynamics) del caso de estudio, centrándose en el análisis de las condiciones de ventilación natural en el interior de la edificación con las diferentes configuraciones de los vientos locales, demostrando la adecuación del caso de estudio a las condiciones microclimáticas.

Palabras clave: Ventilación Natural; Modelos CFD; Arquitectura popular; Alquería; L'horta Nord.

.

L'arquitectura popular valenciana ha anat desenvolupant-se durant segles per tal d'adaptar-se a les condicions climàtiques de la regió. Demostrant-se així una perfecta orientació capaç de garantir un correcte assolellament a més de la ventilació natural. Ventilació, que és possible gràcies a les condicions estables del vent que es dona en l'horta de València, induïdes per la proximitat del mar mediterrani i la posició relativa de la serra del Garbí, junt a les temperatures templades durant un gran període de l'any.

Els objectius fonamentals de l'estudi seran dividits en dos parts: una primera fase, centrada en l'estudi tipològic i històric de l'edificació popular de l'horta de València, concretament en la comarca de l'Horta Nord; i una altra segona, que treballarà utilitzant models virtuals de CFD (Computational Fluid Dynamics) del cas de l'estudi, centrant-se en l'anàlisi de les condicions de ventilació natural a l'interior de l'edificació amb les diferents configuracions dels vents locals, demostrant l'adequació del cas d'estudi a les condicions microclimàtiques.

Paraules clau: ventilació natural, models CFD, arquitectura popular, alqueria, Horta Nord

.

00. Abstract.

The popular Valencian architecture, has evolved over the centuries adapting to the region's climate conditions, showing a perfect orientation, that guarantees the best sunlight and a natural ventilation.

Ventilation, is possible due to stable wind conditions which occur on the "valencia's vegetable garden", induced by the proximity of the Mediterranean's sea, the relative position of the Garbí mountain, and regular temperatures during most of the year.

The main objectives of the study will be divided into two parts, a first phase will be focused on the typological and historical study of the popular buildings on the "valencia's vegetable garden", located at "L'horta Nord" region. A second part will be focused on virtual CFD models (Computational Fluid Dynamics) with the same case study. We will analyze natural ventilation inside the buildings with different configurations of local winds, showing the adaptation of the case study on microclimatic conditions.

Keywords: Natural Ventilation; CFD models; Popular architecture; Alquería; L'horta Nord

.

Índice.

00. Introducción.	13	04. Análisis CFD. Metodología de trabajo.	33
00. Objetivos.	13	04.1 Introducción.	33
01. La huerta norte y sus condiciones ambientales.	15	04.2 Análisis CFD.	33
01.1 Introducción.	15	04.3 Base matemática.	34
01.2 Unidad paisajística de la huerta.	15	04.3 Metodología de trabajo.	36
01.3 Condiciones geográficas y climáticas.	17	04.4 Geometría.	38
01.4 Adecuación de la ventilación natural en la región.	23	04.5 Condiciones ambientales.	39
02. La Alquería, historia y tipologías.	27	05. Análisis CFD. Resultados.	41
02.1 Introducción.	27	05.1 Introducción.	41
02.2 Los orígenes.	27	05.2 Análisis CFD externo.	41
02.3 Propuesta de clasificación tipológica de Miguel del Rey.	28	05.3 Datos de los resultados externos.	45
02.4 Tipologías existentes.	28	05.4 Análisis CFD internos.	48
02.5 Tipología seleccionada para el estudio.	30	05.5 Cuadro resumen. Análisis CFD internos.	58
03. Caso de estudio.	31	05.6 Comentarios. Análisis CFD internos.	61
03.1 Introducción.	31	06. Conclusiones.	65
03.2 Presentación del caso de estudio.	31	Agradecimientos.	66
03.3 Criterios de selección de la Alquería Diego.	32	Índice de figuras.	67
		Bibliografía.	68
		Anejo 01. Planimetría	69

.

00. Objetivos.

La arquitectura popular siempre demuestra las mejores soluciones para adaptarse al clima que pertenece. Contiene la sabiduría de siglos de generaciones, la cual se perfecciona poco a poco. La adaptación al entorno que nos rodea es una de las principales claves de la bioclimática. Observando y aprendiendo de la arquitectura popular, podremos alcanzar construcciones eficientes con su medio y consecuentemente eficientes energéticamente. Se nos plantea un futuro apasionante donde podremos aunar la sabiduría popular, con todo su buen hacer, y las últimas tecnologías a nuestro alcance, obteniendo lo mejor de cada una.

En la región de Valencia, la arquitectura popular se ve reflejada sobre el caserío huertano, siendo las alquerías su representación. No es de extrañar que estas edificaciones contengan estancias agradables incluso en los días más calurosos o fríos. Todas parecen tener similitudes, produciéndose una estandarización regional adaptada al clima, con orientaciones similares, huecos similares, etc. Aparentemente buscando ciertos flujos de aire que favorecen el confort en su interior. Por otro lado, disponemos de la última tecnología de simulación de dinámicas de fluidos, los sistemas CFD, de sus siglas en inglés Computer Fluid Dynamics, nos permiten analizar el comportamiento de ciertos flujos de aire a través de una edificación. Tenemos ante nosotros la sabiduría popular de una región y la última tecnología. Podemos combinarlas en un análisis, que nos ayude a comprender un poco más y de manera tangible el comportamiento de estas construcciones populares, aprendiendo importantes lecciones de nuestros ancestros, que podemos aplicar en la arquitectura de hoy y del mañana.

El objetivo principal de este trabajo es demostrar que la ventilación natural es una de las mejores medidas arquitectónicas a adoptar en esta región. Analizaremos el clima regional y demostraremos la conveniencia de ésta en base a los diagramas del bienestar. Por otro lado, se buscará la justificación arquitectónica de la ventilación natural en el análisis CFD de una alquería, donde se nos desglosan diferentes objetivos: el comportamiento exterior frente al viento, demostrar que las alquerías están correctamente orientadas para captar los vientos más frecuentes, es decir, para tener una ventilación eficiente durante la mayor parte del año, cuantificar dicha ventilación y demostrar que esta resulta adecuada, analizando las condiciones higrotérmicas y plasmándolas en ábacos del bienestar y observar el comportamiento geométrico de las alquerías y sus disposiciones de huecos en fachada, pudiendo extraer conclusiones prácticas aplicables a la arquitectura.

.

01. La Huerta Norte y sus condiciones ambientales.

01.1 Introducción.

En este capítulo se expondrán los factores climáticos y paisajísticos que definen el entorno directo del caso de estudio. Se pretende determinar la unidad paisajista de la Huerta Norte, así como establecer los parámetros climáticos necesarios para la aplicación de las técnicas CFD. Nos apoyaremos en las referencias [2], en lo que concierne al territorio y clima, y la referencia [4] y [11], para la justificación técnica de la aplicación de análisis CFD.

01.2 Unidad paisajística de la Huerta.

La Huerta Valenciana se define por dos elementos que cohabitan para configurar su paisaje. Por un lado, el paisaje natural compuesto por la sierras Béticas e Ibéricas, cuya sedimentación desarrolla una planicie marcada por diferentes ríos, barrancos y marjales. Esta horizontalidad posibilita la visión extensa del territorio hasta las sierras. Los efectos de sombra pluviométrica de las sierras junto a los niveles freáticos altos de las zonas próximas a la costa y susceptibles a inundaciones, describen un paisaje natural concreto de capas que van desde el mar hasta el interior del territorio: marjales, plano, zona de secano y las montañas como fondo.

Por otro lado, el paisaje configurado por el hombre. La Huerta como elemento de cultivo, ha modificado sustancialmente el entorno plano de Valencia. El elemento más destacable que distingue el territorio es la parcelación, asignando criterios de propiedad. Esta parcelación junto con la diversificación de las explotaciones agrícolas, genera una variación de texturas y cromatismos.

El paisaje horizontal, sumado a la deforestación por la explotación agrícola, provoca que cualquier elemento vertical genere un impacto visual importante. Así pues, las viviendas y edificaciones de apoyo de los cultivos junto con algún árbol, en la búsqueda de sombra, aparecen de forma diseminada formando individualmente un hito paisajístico en la planicie.

Otra actuación humana de importancia, es el desarrollo de los sistemas de regadío, establecidos mediante acequias, que suministran agua a cada parcela. Este espectáculo de ingeniería hídrica junto a la red de caminos genera una telaraña que se esparce por la planicie del territorio. No es posible concretar la aparición de esta red de canales de regadío, hay quien data las primeras acequias previa a la ocupación musulmana, en la que se produjo un desarrollo muy concreto: ampliaciones, rectificaciones y se diseñó un sistema equitativo de reparto. No se sabe si fue una obra global o calculada por sectores conforme surgía la necesidad, lo que sí se sabe es que en la reconquista cristiana, la huerta valenciana contenía una red compleja y consolidada de acequias.

En la actualidad, un nuevo elemento rompe la escala del paisaje, se trata de las infraestructuras que abastecen a la sociedad actual. Puentes, autovías, ferrocarriles y encauzamientos de ríos y barrancos, rompen la planicie, debido a la frontera física que suponen. No obstante, este elemento adquiere un cierto aspecto de belleza cuando se aprecia el brutalismo con el que un paisaje se impone a otro, y como la huerta lucha por sobrevivir.



Fig.01.2.a: Paisaje de L'horta Nord: Alquería, huerta, autovía.



Fig.01.2.b: Alquería en el camino de Farinós.



Fig.01.2.c: Acequia de Vera.



Fig.01.2.d: Huertos. Al fondo Alboraya.

01.3 Condiciones geográficas y climáticas.

01.31 Condiciones geográficas.



Fig.01.31: Plano geográfico de la Comunidad Valenciana.

Nos encontramos ante una de las pocas líneas costeras del Mediterráneo con vertiente oriental. La región se cataloga montañosa, con una estrecha plana, provocada por la sedimentación de los dos sistemas montañosos limítrofes, la Bética al sur, y la Ibérica al oeste y norte. La configuración final se describe como una sucesión de valles o llanuras y sistemas montañosos que discurren perpendiculares al litoral, rematado por el oeste por el mar.

Esta peculiar configuración junto a la planeidad propia de las llanuras, provoca la intrusión de las brisas marinas hasta regiones del interior, encauzadas por los diferentes sistemas montañosos. Estos mismos sistemas provocan un efecto de sombra pluviométrica, debido a que detienen la influencia de borrascas atlánticas que sufre la Península Ibérica.

La situación la accidentada orografía próxima a la costa estimula un desnivel brusco de presiones, que sumado al aire húmedo provoca intensas, aunque puntuales, tormentas por el recalentamiento diurno. También actúan como pantalla a los temporales provenientes del mar, concentrándose las precipitaciones de alta intensidad sobre las zonas montañosas. Debido a esta configuración, los valles y llanuras se configuran con un entramado de ríos y barrancos, frecuentemente secos o con caudal reducido.

01.32 Condiciones climáticas.

La región pertenece claramente al clima mediterráneo, de carácter subtropical con inviernos suaves y veranos calurosos y húmedos. Destaca frente a otros entornos debido a los veranos secos, mientras que las estaciones de mayor precipitación se concentran en otoño y primavera. El régimen de temperaturas se caracteriza por ser altamente estable y caluroso, comprendido entre 19 y 27 grados. Por otro lado, esta región del mediterráneo occidental se ve altamente afectada por las borrascas atlánticas, provocando un invierno más templado y con cierto grado de precipitaciones, en contra del resto del mediterráneo, con unos inviernos secos, más influenciados por las coladas de aire siberiano. Por otro lado, la influencia atlántica provoca un entorno con una elevada ciclogénesis, propenso a sufrir fuertes precipitaciones cuando se retroalimentan en el mediterráneo.

Como se ha comentado en el punto 01.31, la geografía abrupta cercana a la costa, causa la situación a sotavento de la influencia atlántica. Es decir, los sistemas montañosos provocan un efecto de sombra pluviométrica en la región. A su vez, su configuración favorece la introducción de aire marítimo con su máximo recorrido. Hecho que favorece las génesis torrenciales de la región.

La influencia del mar en el clima provoca la estabilización de temperaturas con más acción conforme más próximo se encuentra al litoral. Este factor alcanza su máximo gradiente en invierno, mientras que en verano la temperatura respecto a la altura y distancia al mar es más homogénea.

01.321 Temperaturas.

Debido a la influencia marítima, las temperaturas se mantienen templadas a lo largo del año. Por otro lado, la estabilidad mediterránea que genera veranos calurosos y la influencia de borrascas atlánticas que evita el descuelgue de aire frío del norte, provoca inviernos templados. En definitiva, un gradiente intermedio entre verano e invierno. Favoreciendo una temperatura media anual para Valencia de 17.5 grados.

La influencia marítima se ve, del mismo modo, reflejada en la amplitud térmica, siendo de unos 5 grados en zonas costeras y hasta 15 grados en zonas del interior.

Las temperaturas máximas se registran cercanas a los 40 grados en todos los observatorios de la región, llegando a picos de 44 grados en situaciones de poniente (un viento muy cálido y seco, de los más relevantes en la región). Las temperaturas mínimas se registran en invierno, con una media de 6 grados, cercanas a 0 grados en excepcionales periodos de ciclogénesis que provoquen un descuelgue de aire polar.

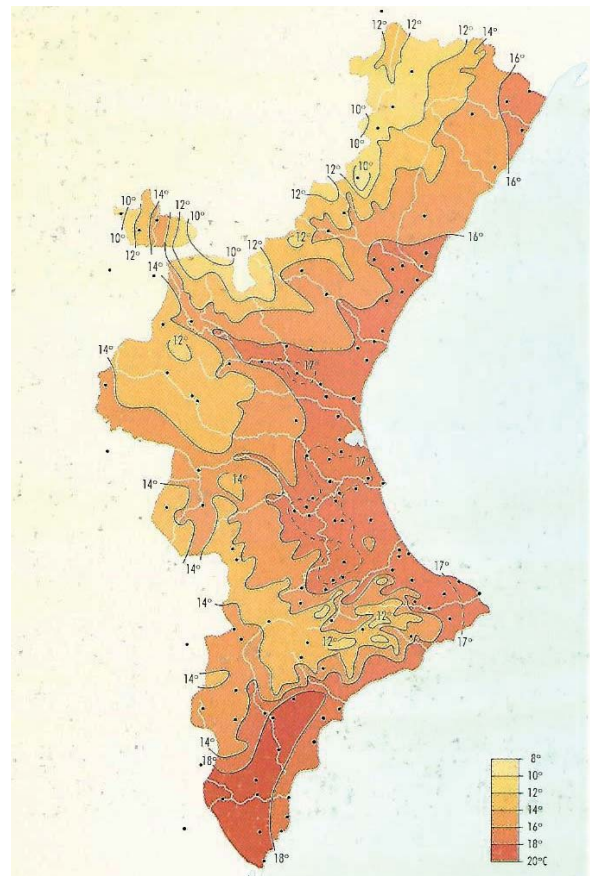


Fig.01.321.a: Distribución espacial de las temperaturas medias anuales.

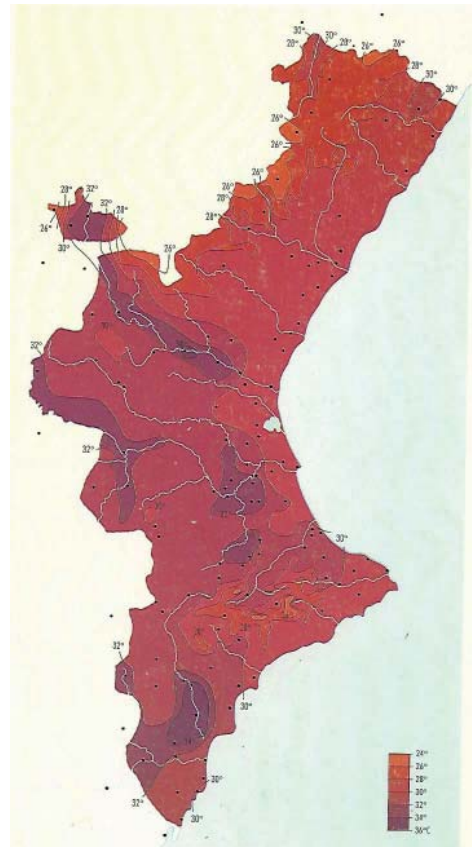
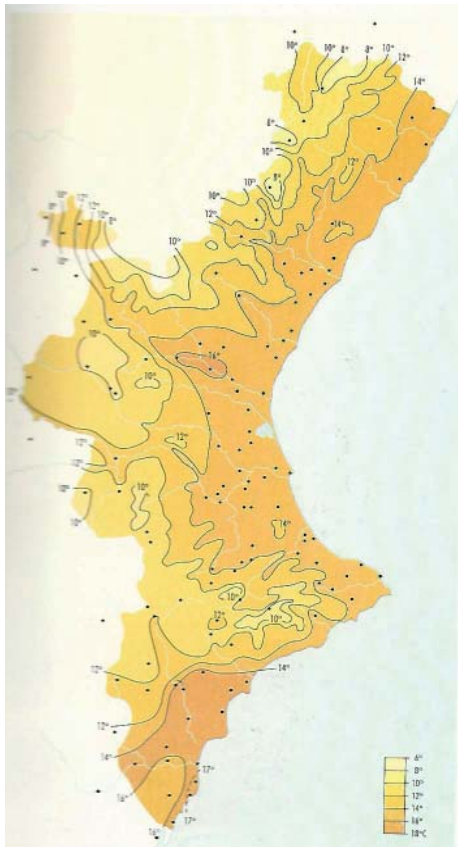


Fig.01.321.b y 01.321.c: Distribución espacial de las temperaturas máximas medias de los meses de enero y julio.

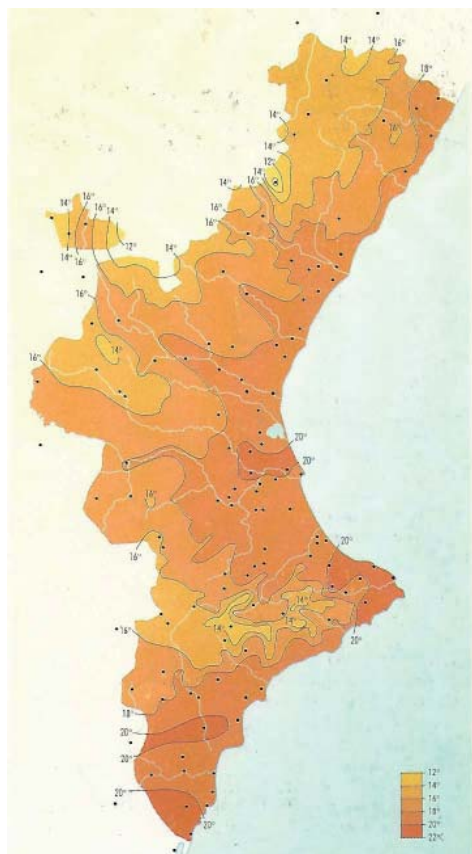


Fig.01.321.d y 01.321.e: Distribución espacial de las temperaturas mínimas medias de los meses de enero y julio.

01.322 Precipitaciones.

La orientación este de la costa, a sotavento del flujo general atmosférico desde el oeste, favorece que esta región sea especialmente seca, dentro del ya árido régimen Ibérico.

Los valores medios anuales oscilan entre los 400 mm y 600 mm. Para la zona concreta de la huerta, hablamos de valores cercanos a los 400 mm. El efecto de sombra pluviométrica debido a la orografía se hace perfectamente visible (Fig.01.322.a), pudiendo observar que la zona de la huerta tiene un régimen bastante seco por la sombra pluviométrica de la sierra Calderona, que concentra precipitaciones entre 500 y 600 mm.

A pesar de tener un fuerte ambiente seco, propio del Mediterráneo, las precipitaciones son más regulares, comparadas con otras regiones del Mediterráneo de similar latitud, debido a la influencia atlántica de la Península Ibérica en invierno. No obstante, el ambiente húmedo en verano y las brisas marinas que se adentran hasta el interior ocasionan frecuentes tormentas convectivas estivales. Cabe resaltar, los fuertes temporales levantinos, de reducida frecuencia, a pesar de suponer fuertes tormentas con abundantes descargas torrenciales.

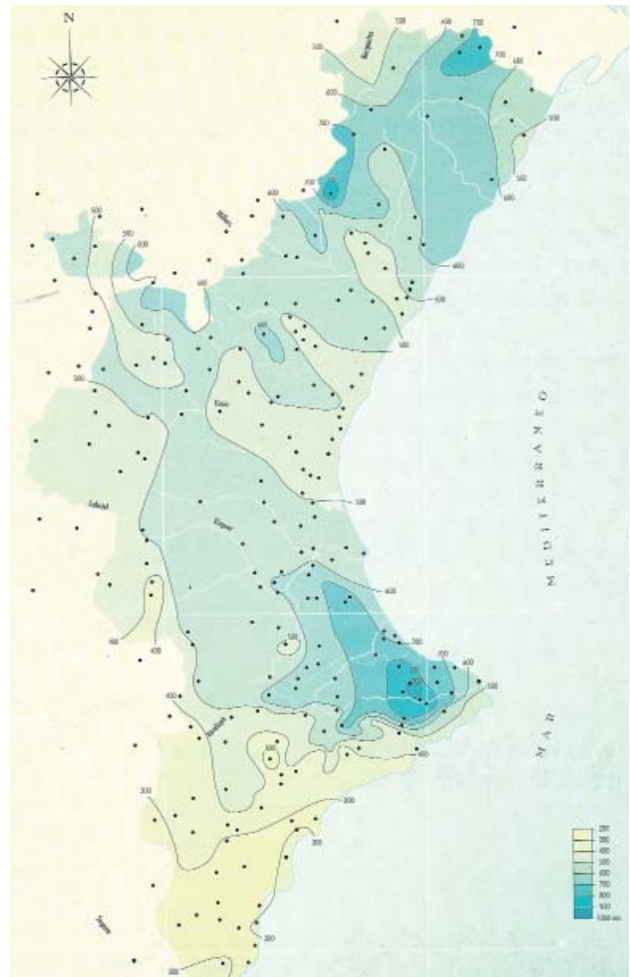


Fig.01.322.a: Distribución espacial de la precipitación media anual en l/m².

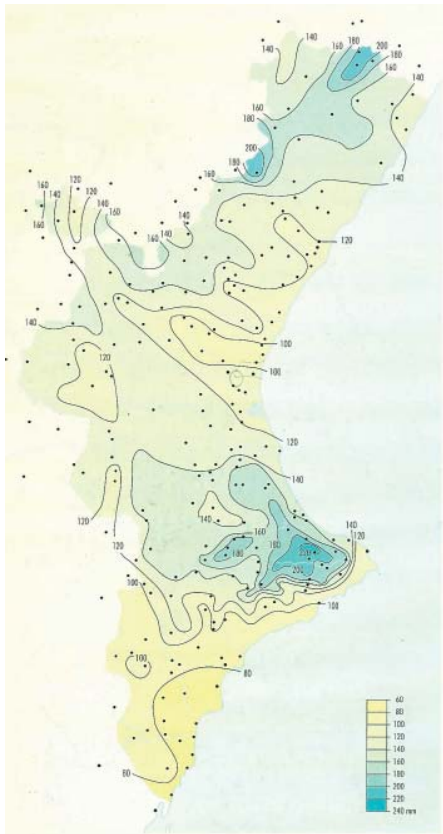


Fig.01.322.b: Precipitaciones medias de primavera.

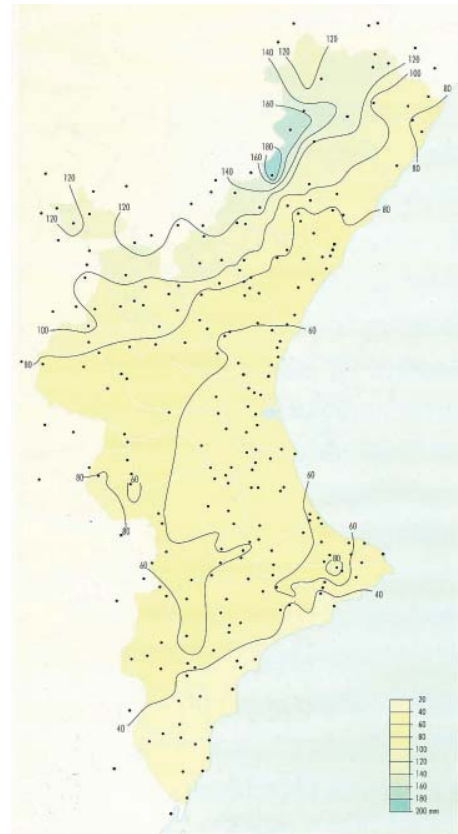


Fig.01.322.c: Precipitaciones medias de verano.

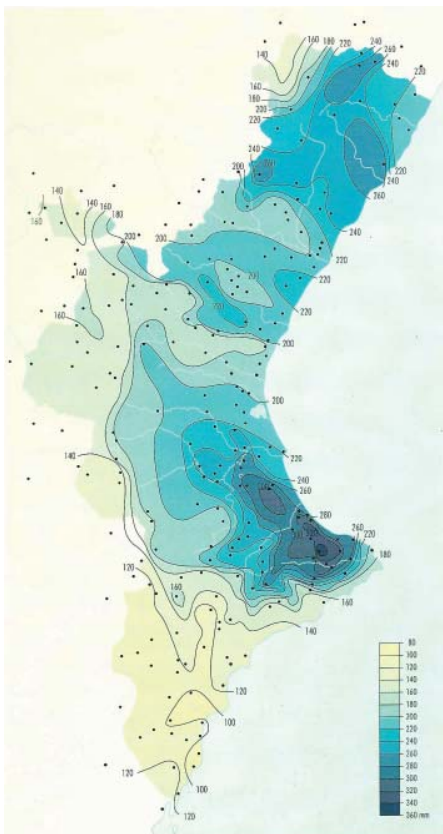


Fig.01.322.d: Precipitaciones medias de otoño.

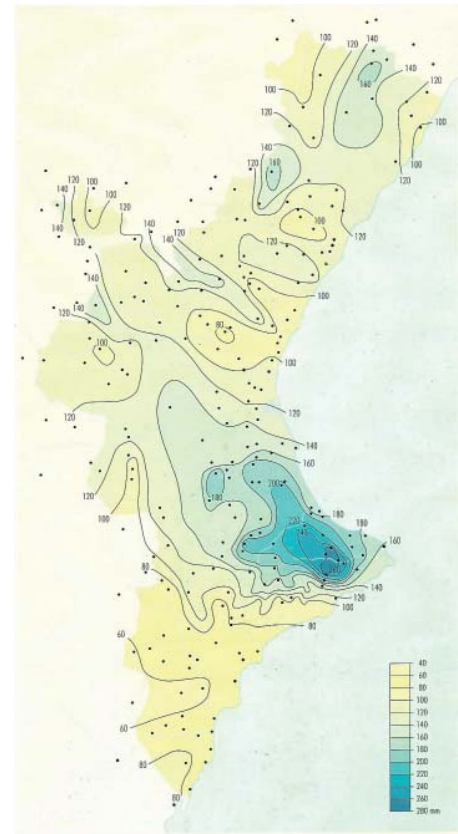


Fig.01.322.e: Precipitaciones medias de invierno.

01.323 Viento.

Respecto al viento, hay que tener muy en cuenta la distorsión de las brisas marinas diarias, no obstante, se aprecia una clara alternancia estacional, siendo en otoño e invierno predominante la componente oeste, y en primavera y verano la componente este, reforzada por las brisas marinas, que adquieren su máxima frecuencia.

Tratamos, por lo tanto, de dos tipos de vientos fundamentales, el poniente y el Garbí. El poniente, también conocido como terral en otras zonas geográficas, se trata de un viento que sopla del oeste, siendo esencial su inicio desde el interior hacia la costa, cortando de golpe la refrigeración producida por las brisas marinas, lo que genera una sensación de bochorno en los días más calurosos. Sumado a esto, un flujo que desciende de altitud y por lo tanto aumenta su presión atmosférica, es decir, este mismo aire en el interior a un altitud de unos 700 metros, es agradable, no obstante, al descender de altitud se calienta y reseca, al aumentar la masa atmosférica que tiene encima, según la ley de los gases ideales, aumenta la presión sin variación de volumen, provocando un aumento de la temperatura. Además, el efecto de la sierra Calderona provoca que todos los vientos del oeste queden encajonados en la depresión del Turia y del Júcar, es decir, la compresión de esta masa de aire, provoca su aceleración y su aumento de temperatura. En conclusión, se trata de un fenómeno de viento caliente y seco que se produce por circunstancias geográficas y físicas cercanas al mar.

Se denomina Garbí a una brisa marina de dirección sureste, un viento térmico que se produce por el diferencial de temperatura entre la superficie de la tierra y del mar. Se trata de un viento muy común, húmedo y fresco, que aumentan de fuerza a lo largo del día, conforme se acentúa el diferencial térmico. Su nombre viene dado por la sierra del Garbí o Calderona, que hace de pantalla a este viento, encajonado por la depresión del Turia. Puede llegar a ser muy intenso por este motivo se adentra varios kilómetros al interior. Junto a esta brisa también se suele desarrollar la Tramuntana, brisa marina proveniente del norte, alimentada del flujo de corrientes del golfo de Valencia.

Las intensidades, en general, son débiles, oscilan entre los 3 m/s y los 7 m/s. Las máximas se registran con cierta constancia cuando soplan de oeste o poniente.

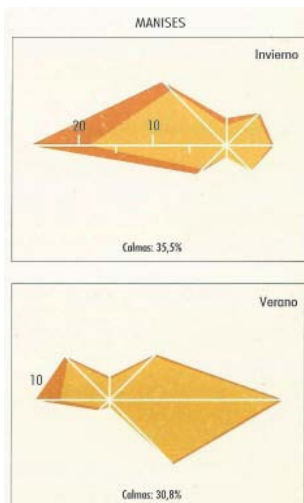


Fig.01.323.b: Rosa de frecuencias anuales de orientación del viento, en porcentajes, según dos rangos de intensidad.

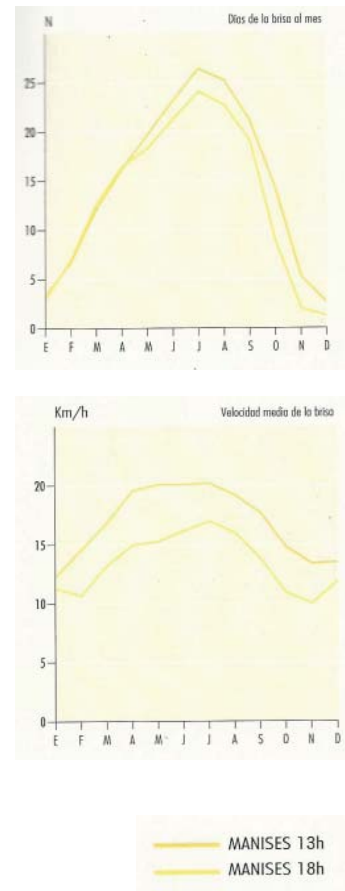


Fig.01.323.a: Evolución anual de frecuencia y velocidad media.

01.4 Adecuación de la ventilación natural en la región.

Se exponen a continuación las razones que demuestran que la ventilación natural en esta región puede aportar un número de horas de confort considerables a lo largo de un año. Para ello nos apoyaremos en climogramas del bienestar, ajustándonos a los valores psicrométricos que nos permiten valorar el confort de un determinado espacio con la ayuda de la aplicación informática Climate Consultant.

01.41 Definición bienestar higrotérmico.

El bienestar higrotérmico se delimita con una compleja relación ente varios índices denominados índices del bienestar. Estos índices recogen o agrupan una serie de parámetros higrotérmicos, los cuales nos permiten valorar las condiciones de confort de una determinada masa de aire. Los índices de bienestar se pueden clasificar en tres grupos: los directos, los que derivan de los directos y los empíricos (Descritos en la figura 01.41.a). Cada uno de estos parámetros nos aporta una información parcial de las condiciones higrométricas por lo que es fundamental la existencia de diagramas que nos permitan agrupar estos parámetros. [4]

El climograma psicrométrico que tendremos en cuenta para definir el confort psicrométrico, es el diagrama de ASHRAE-KSU (Figura 01.41.b). En este diagrama se define la zona de confort, así esta se pueden conocer en función de la humedad y la temperatura. Este diagrama no considera variables como la velocidad del aire, la cual se estima menor a 0.2286 m/s. A partir de este diagrama y teniendo en cuenta los valores estadísticos, se puede definir el confort como una masa de aire cuya temperatura esta comprendida entre 23 y 26 grados, su humedad relativa está comprendida entre el 22 y 73 por ciento y una humedad específica entre 4 y 12 g/kg. Cabe tener en cuenta que se tratan de valores estadísticos, es decir, está demostrado que las personas son capaces de adecuarse biológicamente al clima que habitan, por ejemplo, una misma persona a la misma humedad relativa es capaz de sentir confort a una temperatura de 23 grados en invierno mientras que en verano esa temperatura puede ser de 25 grados, de la misma manera sucede con la latitud, las personas más próximas al ecuador, se encuentra en una situación de confort a una mayor temperatura y humedad, que otras que vivan más al norte o al sur. [4]

Fig.01.41.a: Índices del bienestar.

Índices de Bienestar Directos	Temperatura. Humedad. Velocidad del aire.
Índices de Bienestar Derivados de los Directos	Temperatura Media Radiante. Temperatura Equivalente. Temperatura Operativa. Temperatura Operativa Húmeda.
Índices de Bienestar Empíricos	Temperatura Efectiva. Índice de Enfriamiento por Viento. Voto Medio Observado. Voto Medio Previsto (VMP) Índice de Confort Ecuatorial Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPI) Índice de Temperatura Húmeda - Temperatura de Globo.

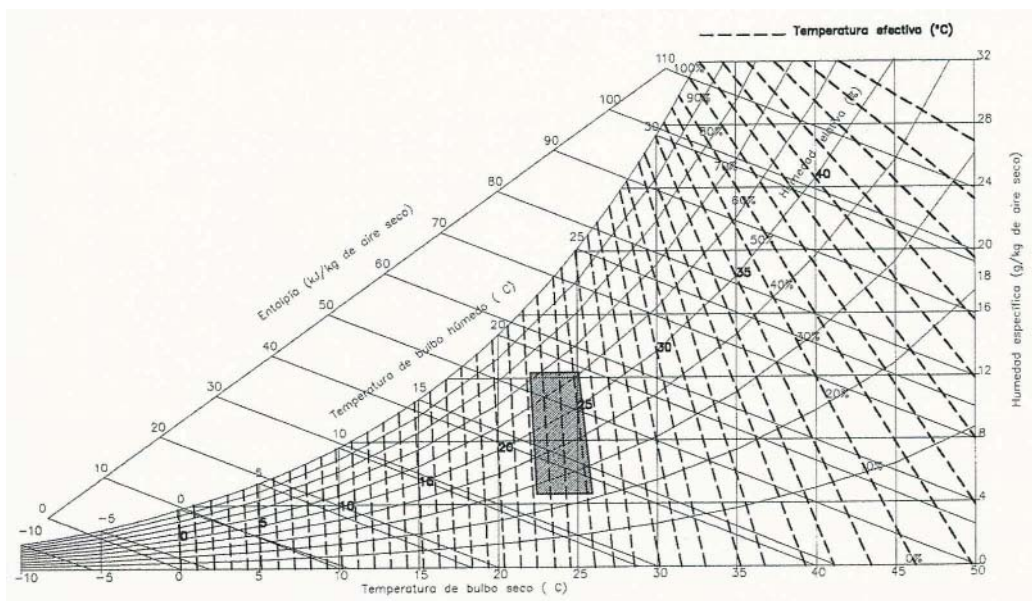


Fig.01.331.b: Climograma de ASHRAE-KSU.

01.42 La influencia de la velocidad del aire en la sensación de confort.

La velocidad del aire, es un parámetro higrotérmico que se clasifica dentro de los Índices del Bienestar Directos, por lo tanto, se trata de un parámetro de vital importancia. En el climograma anteriormente expuesto, se considera en todos los casos la velocidad del aire a 0.2286 m/s. Esto es algo lógico considerando las latitudes donde fueron pensadas, en las que es normal considerar que los huecos de las ventanas están cerrados y las corrientes de aire serán prácticamente inexistentes, además resultan innecesarias en dichas latitudes. Por eso mismo existen otro tipo de diagramas, que sí que tiene en cuenta la velocidad del aire. Uno de ellos es el climograma del bienestar de Olgay¹ (Figura 01.42). [11]

En este climograma el área de confort viene determinado por una humedad relativa entre el 20 y 80 por ciento una temperatura entre los 21 y 26 grados. Si nos encontramos por debajo de la zona de confort, es decir, con una temperatura inferior a 21 grados, el diagrama nos aporta información de cuanta irradiación solar necesitaríamos para situarnos en un estado de confort. Del mismo modo, si nos situáramos por encima de la zona de confort, es decir, con una temperatura superior a los 26 grados, el diagrama nos aportaría información sobre qué velocidad del aire debería haber para volver a un estado de confort. Por ejemplo, dada una humedad relativa del 50% y una temperatura de 35 grados, estaríamos fuera de la zona de confort, a no ser que la velocidad del aire fuese de 5.5 m/s.

Efectivamente, la velocidad del aire es un factor a tener en cuenta para definir un estado de confort, sobre todo en esta región, cuyos regimenes de brisas se intensifican durante el verano, lo que, teniendo una adecuada disposición para recibir estas brisas marinas y un adecuado diseño de ventilación natural, nos ayuda a combatir temperaturas y humedades relativas altas, que de otra manera solo conseguiríamos mediante equipos.

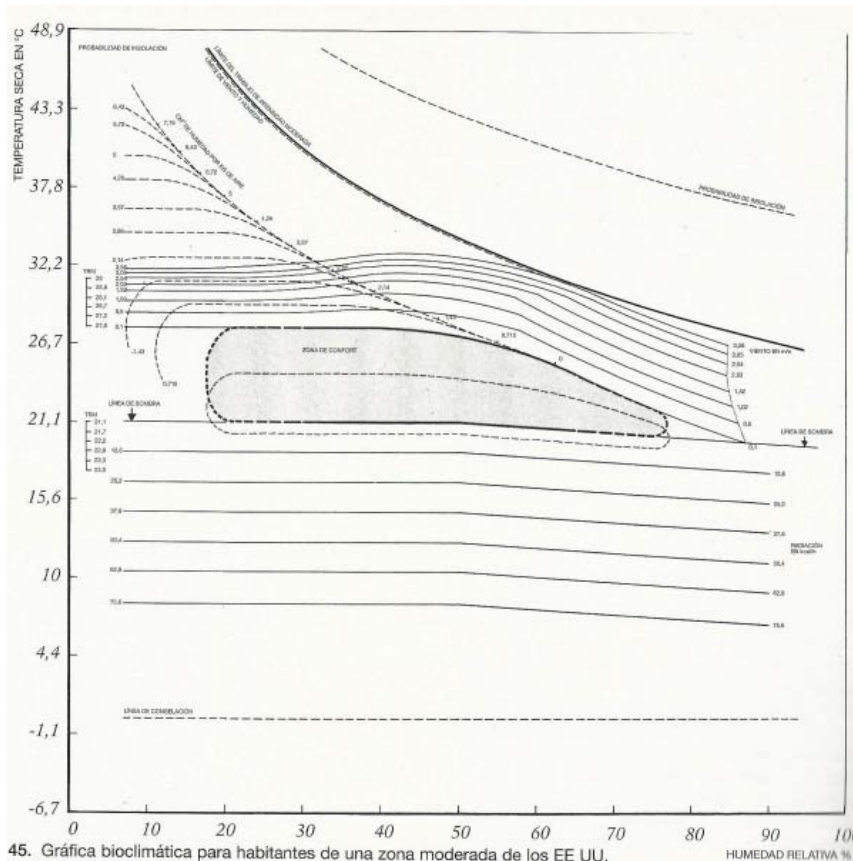


Fig.01.42: Climograma de bienestar higrotérmico de Olgay.

1. Gráfico desarrollado por Victor Olgay en su libro "Arquitectura y Clima".2008. Adaptación al castellano.

01.43 Climogramas del bienestar.

Una de las principales herramientas para el diseño bioclimático son los climogramas del bienestar, basados en el bienestar o confort higrotérmicos. Resultan muy útiles dado que nos proporcionan información sobre las medidas arquitectónicas a adoptar en función del clima que se represente en ellos. Sin ir más lejos, el climograma del anterior apartado, nos proporcionaba información sobre cuanto irradiación solar o que velocidad de aire serían las adecuadas para conseguir uno u otro confort higrotérmico.

Uno de los climogramas más importantes es el climograma de bienestar de Givoni. En este climograma se detallan por zonas las diferentes medidas a adoptar para facilitar el confort higrotérmico. La zona que más nos interesa para este estudio se trata de la zona 5. Un amplio sector del ábaco, en el que podremos garantizar el confort mediante la ventilación natural. Esta ventilación está basada en una velocidad del aire de 1.5 m/s. A continuación, en la figura 01.43, se muestran las diferentes zonas que cataloga este climograma y cuales son las medidas a adoptar. [4]

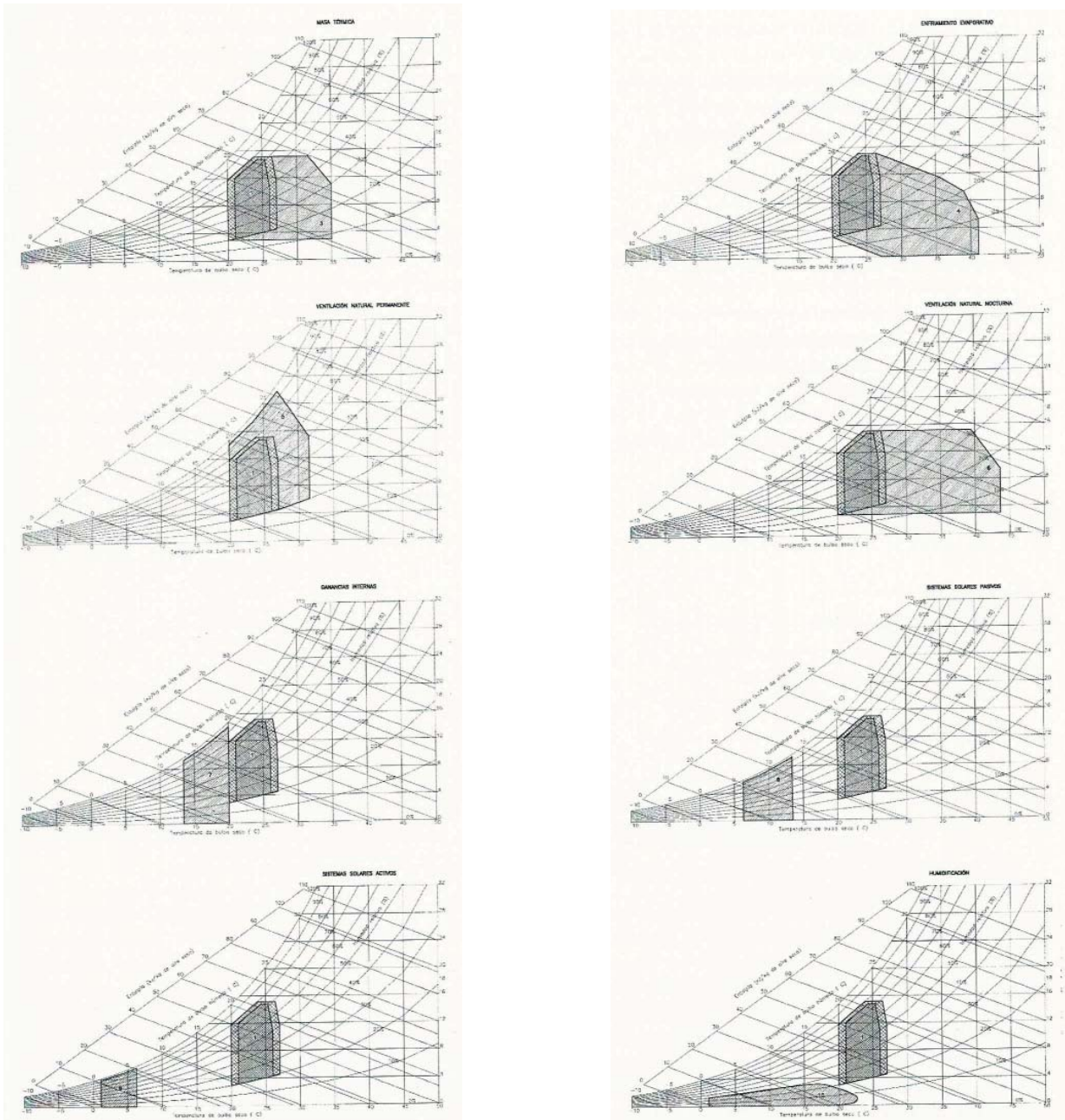


Fig.01.43: Representación de las zonas que corresponden con las estrategias que deben emplearse para alcanzar la zona de bienestar en el climograma de Givoni.

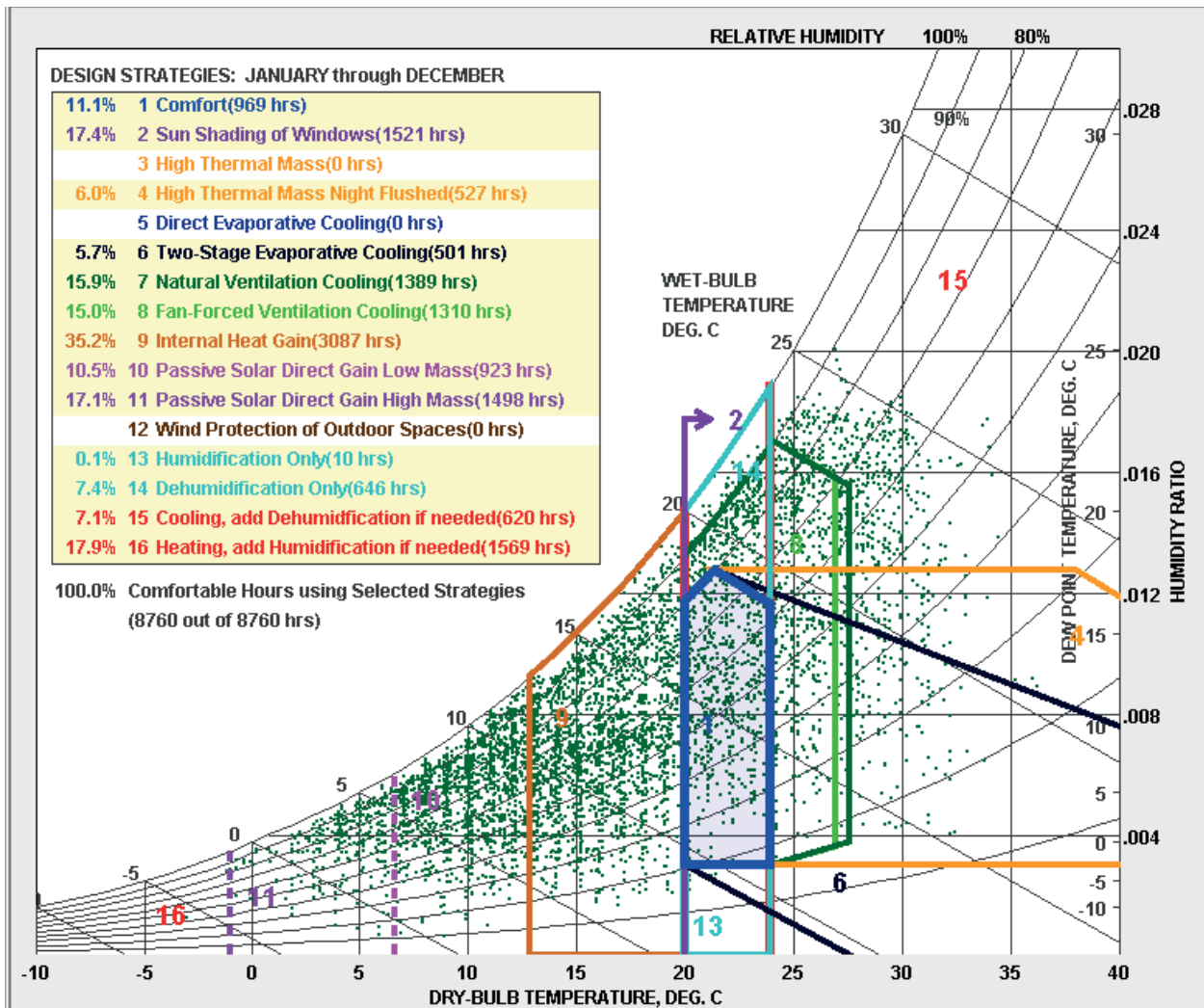
01.44 Climograma del bienestar en el caso de estudio. Climate Consultant.

Para representar nuestras condiciones de contorno dentro del climograma de bienestar de Givoni, nos ayudaremos de la aplicación informática Climate Consultant. Esta aplicación hace uso de ficheros climáticos¹, es decir, no tenemos que introducir ningún tipo de dato, simplemente con disponer del fichero climático de cierta región, la aplicación interpreta su información y nos ofrece todo tipo de datos y gráficos. Los ficheros climáticos contienen información de temperatura, humedad, irradiación, velocidad del aire, dirección, etc. Con esta información, el Climate Consultant nos ubica dentro del climograma de bienestar cada una de las horas medidas a lo largo del año. De este modo es capaz de cuantificar cuantas horas están situadas en ciertas zonas del diagrama, de manera que nos ofrece porcentualmente y en número de horas, las medidas proyectuales a tener en cuenta para esta región. Permitiendo así, seleccionar cuales serían las más importante o imprescindibles.

En los resultados de la figura 01.44, obtenidos con el Climate Consultant, podemos interpretar una serie de estrategias imprescindibles para esta región. En primer lugar, el clima mediterráneo es un clima muy benigno, por lo que nos podemos encontrar una situación de confort 969 horas al año, lo que representa casi un 12% del mismo. Cabe destacar, que un adecuado sistema de protección solar de los huecos, favorece el confort en 1521 horas, es decir, casi un 20%. No obstante, estos sistemas de protección deberán ser móviles, para poder lograr hasta 3000 horas, lo que implica el 35% del año, resolviéndose simplemente con ganancias internas, es decir, ventana cerrada y que nos dé el sol. Por último, y el fundamento de este estudio, la ventilación natural nos puede generar un total de 1390 horas de confort, lo que supone un 16% del año, una cifra nada desdeñable. Si no tuviéramos este aporte de ventilación natural, deberíamos resolver las condiciones directamente con aire acondicionado, que de otra manera solo sería necesario un 8% del año. Por tanto, podemos justificar el uso de la estrategia de ventilación natural en esta región, basado en un análisis de las condiciones climáticas.

1. Los ficheros climáticos los obtendremos de la página web energyplus.net/whether en el apartado *whether data*.

Fig.01.44: Climograma de bienestar de Givoni para la región de Valencia.



02. La Alquería, historia y tipologías.

02.1 Introducción.

Este capítulo versará sobre la evolución de la alquería valenciana, remontándonos desde sus orígenes hasta la actualidad, describiendo sus variedades tipológicas, teniendo en cuenta su composición y función y describiendo cuales eran, y son, sus mecanismos pasivos para acondicionar su interior o cumplir sus funciones de secado mediante la ventilación de la construcción. Nos apoyaremos en la referencina [6].

02.2 Los orígenes.

La Alquería, como su prefijo "Al-" nos indica se trata de un término heredado de la época de ocupación musulmana de la península. En aquel tiempo, el termino Alquería no hacía referencia a lo que entendemos hoy en día como tal, si no a una agrupación de casas, entre 10 o 20, entorno a algún tipo de fuerte o torre. Este tipo de poblaciones era muy común en la cultura mudéjar.

Más tarde, con la conquista cristina de los territorios valencianos, este concepto de Alquería calló en desuso. Lo que en época árabe se denominaba Alquería paso a llamarse Vila, debido al término occitano para referirse a pueblo. Poco a poco, fueron apareciendo almacenes y edificios con fines agrarios, en aquel momento estas construcciones adquirieron el nombre de Alquerías. Tras la aparición de la burguesía, empezaron a construirse junto a estos almacenes edificios para la residencia, en la figura 02.2.a podemos ver la sucesión de alquerías a lo largo de los caminos, en concreto el camino del Grau. Estas construcciones servían a los trabajadores de la tierra y como vivienda temporal de la burguesía, a modo de pequeñas haciendas, dado que las explotaciones no solían exceder las dos hectáreas.

Los usos se mantienen de esta forma hasta finales del siglo XIX y principio del XX, donde gran parte de los campesinos empezó a tener un cierto poder adquisitivo, lo que les permitió tener sus propias Alquerías, finalmente constituidas por una construcción mixta que servía como cuadra, granero y vivienda. A veces esta construcción disponía de otros edificios, como caballerizas a parte o alguna barraca donde dormían los trabajadores.

Los materiales de los que estaban construidas variaban, en función de lo que se tuviese alrededor y del poder adquisitivo. Las formas y las tipologías también dependían de las épocas en que se construyeron, del poder adquisitivo y la explotación a la que se destinasen, por ejemplo, las alquerías nobles solían disponer de patios, mientras que las más actuales y construidas por campesinos, son construcciones mucho más compactas y simplificadas.



Fig.02.2.a: Alquerías en el camino del Grau. T. V. Tosca, 1722.

02.3 Propuesta de clasificación tipológica de Miguel del Rey.

En primer lugar, cabe destacar la existencia de algunos sistemas de clasificación populares. Desde la división clásica del mundo rural entre “mas” y “alquería”, atendiendo al tipo de explotación, ya sea de secano o de regadío, como también la diferenciación campesina entre “barraca” y “casa”, aludiendo en el primero a una construcción más cercana a la cabaña primitiva por su sistema estructural y su techo de paja, y el segundo a una construcción más estable con fábricas diversas y cubierta de tejas. Todas estas clasificaciones son válidas y aceptadas popularmente, no obstante, se alejan de un perfil arquitectónico para un adecuado estudio tipológico. Es por ello por lo que Miguel del Rey, en el libro “Alqueries. Paisatge i arquitectura en l’horta”, propone seguir un sistema de clasificación basado en la estructura espacial que componen las casas, siguiendo así las aproximaciones del resto de la arquitectura popular valenciana.

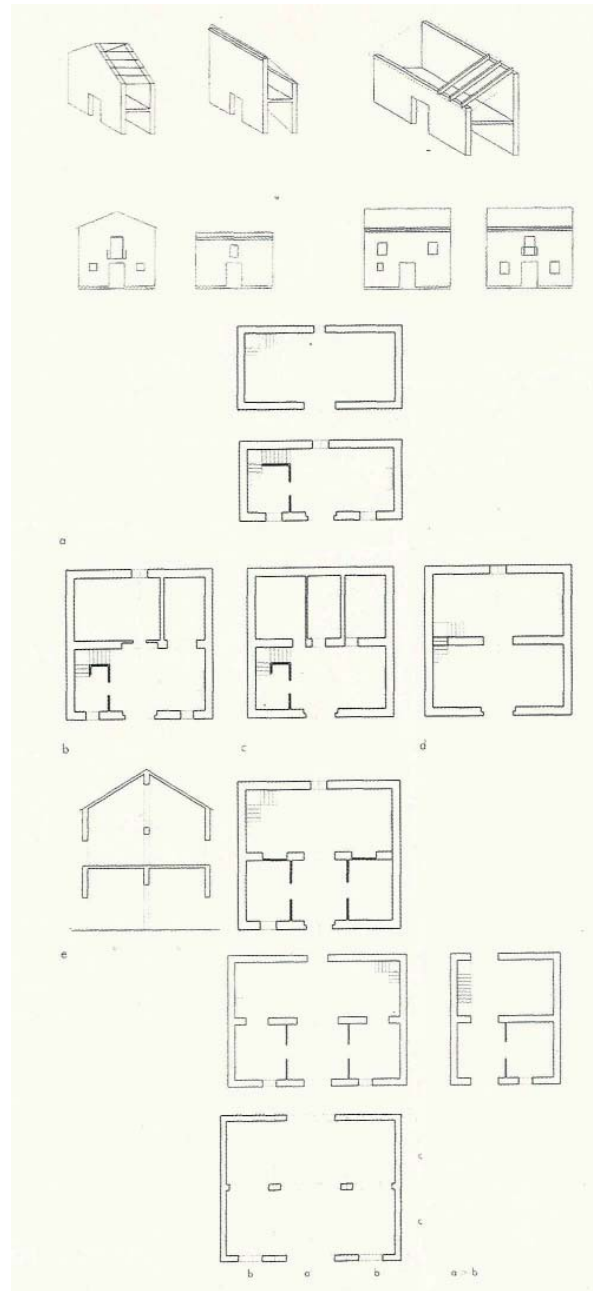


Fig.02.3.a: Distintos tipos de casas de una o dos naves que podemos encontrar en la huerta, junto con algunos modelos de casas de los siglos 16 y 18.

02.4 Tipologías existentes.

Teniendo en cuenta lo expuesto en el punto 02.3, obtenemos hasta cuatro estructuras básicas, para poder clasificar las casas:

- Torre: como su nombre indica se trata de una construcción vertical, generalmente anexa a otras edificaciones.
- Barraca: cuya estructura es cercana a la cabaña y consta de cubierta vegetal. Una edificación pobre, ligera y temporal y un mantenimiento prácticamente anual.
- Casas patio: se trata de una composición arquitectónica entorno a un patio, Esta tipología es propia de las casas nobles y burguesas.
- Casa compacta: se define como un único volumen, en el que se distribuyen los diferentes usos de la vivienda.

Este último es el más extendido en la huerta valenciana y lo que es más importante, es la que goza del reconocimiento popular como alquería en la actualidad. De esta tipología podemos sacar diferentes clasificaciones. En concreto respecto al número de naves, entendiendo naves como el espacio entre crujías, ya sean porticadas o compuestas por sillares.

También, la relación entre estas naves es un elemento comparativo, pudiendo ser de diversos tamaños, de igual tamaño, simétricas o asimétricas respecto la fachada principal, si se remata con una o dos o ninguna “porxada”¹. Todos estos elementos nos permiten diferenciar meticulosamente cada construcción, y lo que es más importante, poder describir de manera adecuada y técnica, cada vivienda rural, pudiendo entender y asimilar su funcionamiento estructural y utilitario.

Del mismo modo, podemos clasificar por el tipo de cubierta, si es a un agua, a dos, o a cuatro. Lo que normalmente ayuda a distinguir sus naves, dado que normalmente las cubiertas respondían a las estructuras que las soportaban.

Podríamos también entrar a clasificar por los usos reales de la construcción, bien si se habita solo en planta baja y la superior se usa de secado o se trata de una vivienda noble donde se habita en la planta superior y la inferior se usa de almacenes y de estancias para el servicio.



Fig.02.4.a: Torre anexa a alquería en el Camí de la Punta al Mar.



Fig.02.4.b: Par de barracas en el camino de Farinós.

1. Construcciones con cubiertas a un agua, normalmente, que se apoyaban en las viviendas principales y servían como cuadras o almacenes.

02.5 Tipología seleccionada para el estudio.

Dado que se busca aplicar técnicas CFD a un caso de estudio, buscaremos una tipología que esté estrechamente ligada al movimiento del aire en el interior de la construcción. Por ello, atendiendo a las clasificaciones expuestas en el punto 02.4, concretaremos las características tipológicas que deseamos en esta construcción.

El primer factor que definiremos, es el del uso, así pues, la alquería que seleccionemos deberá tener un uso en planta superior de secadero. Es importante esta función, porque nos garantiza una orientación muy concreta de la edificación, concretamente hacia el sur este. Obteniendo así hasta tres elementos A analizar. Por un lado, la orientación concreta y el funcionamiento dinámico que representa. También podremos observar el comportamiento de una vivienda construida concretamente para captar los vientos necesarios, con huecos diseñados estrictamente para este objetivo, observando en ellos el efecto Venturi del aire al ser estrangulado por las aberturas estrechas que lo que buscan es acelerar el aire a su entrada, y expandiéndolo en el interior, capacitando su absorción de humedad y facilitando el secado, sea de la chufa, el tabaco o el cacahuete valenciano. Podremos analizar el efecto de estas corrientes de aire en la planta baja de la construcción, destinada a vivienda, pudiendo observar los efectos sobre los estándares de confort.

Esta tipología, normalmente, tiene una disposición simétrica en sus dos direcciones, lo que nos permitirá, no solo analizar la ventilación cruzada dada una orientación concreta, sino que, además, podremos observar el efecto que tiene la disposición de huecos simétricos en la fachada respecto a si no los tiene o se encuentran taponados por tabiquerías interiores.

En conclusión, la tipología seleccionada, es una Alquería Compacta, de dos naves, normalmente sustentada por dos fachadas de fábrica de ladrillo o sillares y un sistema porticado central. La cubierta será a dos aguas, respondiendo así de forma adecuada al efecto expansivo del aire en su interior. La construcción podrá constar o no de añadidos, tipo porxadas o adhesiones edificatorias, siempre y cuando no obstaculicen el flujo de la ventilación cruzada. La fachada tendrá una disposición casi simétrica. La disposición y tamaño de los huecos responderá a la función para lo que fue concebida la construcción, es decir, en planta baja podremos observar grandes portones y ventanas grandes pero estrechas, mientras que en la planta superior encontraremos ventanas pequeñas, estrechas o casi cuadradas, pero siempre de pequeñas dimensiones.

Fig.02.5.a: Alquería en el camino de Farinós.



03. Caso de estudio.

03.1 Introducción.

Se introduce en este capítulo el caso concreto de estudio, describiéndolo y clasificándolo de la manera correcta según lo expuesto anteriormente. Del mismo modo se dará exponen los motivos que justifican esta selección. Se muestra gráfica y fotográficamente el caso de estudio, para su comprensión espacial y volumétrica, que nos ayudará a generar un modelo de estudio válido.

03.2 Presentación del caso de estudio.

La alquería seleccionada se localiza en el término de Alboraya, más concretamente en la Partida de Saboia, situada en un sector de la huerta norte ubicado entre el barranco de Carraixet, la CV-311 y la V-21. Se encuentra aislada, rodeada de campos destinados a la huerta, apareciendo las casas más cercanas a 115 metros de distancia, considerándose un entorno libre expuesto al régimen de vientos.

La alquería, como muchas construcciones de este tipo, tiene nombre propio: La Alquería Diego. A día de hoy, esta construcción ha perdido su uso agrícola y de vivienda, siendo un establecimiento de ocio dedicado a realizar eventos. Esto conlleva a que parte de la casa se mantenga más como museo o decorado que como casa en sí mismo. Uno se cuestiona, si todo lo que hay en ella es real o ha sido realizado a posteriori para este cometido. En cualquier caso, se trata de una alquería en un estado de conservación decente.

De la historia de la misma podemos contar lo que su propio dueño, Fernando, nos explicó. Se trata de una alquería refundida a partir de dos barrancas. Esto era algo muy común, como hemos comentado las alquerías contemporáneas nacen del aumento del poder adquisitivo de los huertanos, que adquieren la propiedad de la tierra, esto supone que puede pasar de sus antiguos hogares humildes, las barracas, a unas viviendas más confortables y que requieran un menor mantenimiento. Es por ello que muchas de las alquerías nacen del lugar exacto donde estuvieron las barracas. De estas últimas, se reutilizaba todo lo posible, en concreto la viga central de madera, que resultaba muy útil para realizar el pórtico central de las alquerías. En la Alquería Diego no fue distinto, sus vigas principales aun hoy, son las de la antigua barraca, fue construida por los abuelos del dueño actual, no obstante, su fecha de construcción es confusa, entre el S.XIX y principios del S.XX.

A nivel arquitectónico, y siguiendo lo expuesto sobre la clasificación de alquerías de Miguel del Rey, se trata de una alquería compacta de dos naves en paralelo a la fachada principal. La vivienda como tal, está dispuesta en la planta inferior, mientras que en la superior se encontraría inicialmente, la zona de secado y almacén, no obstante, hoy en día gran parte de esa planta está destinada a habitaciones. La casa tiene en sus dos laterales dos "porxadas" que servirán de corrales, de hecho, el acceso a un de ellas se realiza a través de un portón especialmente ancho, lo necesario para que entre un carro. La fachada principal goza de cierta simetría parcial, debido a las fases de construcción de la alquería. Inicialmente se desmontó una de las barracas y se construyó la alquería principal, que podemos ver en la fachada (Fig.03.3.a), por este motivo esta sección es totalmente simétrica. No obstante, más adelante se desmontó la otra barraca y se amplió la alquería, lo que conlleva el resultado de fachada que vemos actualmente.

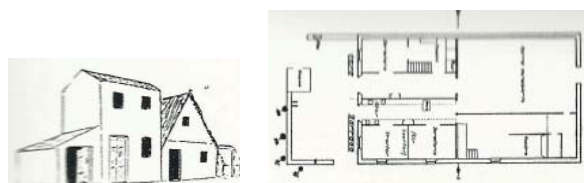


Fig.03.2.a: Barracas en el Cabanyal sobre el 1888. Proceso de transformación de barraca a "casa". [6]

03.3 Criterios de selección de la Alquería Diego.

Como se expuso en el punto 02.5, se buscaba una alquería que cumpliera las características tipológicas de las edificaciones más comunes de la comarca de L'horta Nord. La Alquería Diego cumple con todas las características deseadas, se trata de una alquería compacta, con naves simétricas en paralelo a la fachada principal. Esta fachada goza también de simetría y su distribución de huecos se ajusta a la configuración esperada. Del mismo modo, mantiene una planta inferior de vivienda y una parte superior de secadero y almacén. Por tanto, la Alquería Diego cumple el criterio más importante de selección, se ajusta a la tipología seleccionada para el estudio.

El estado de conservación y autenticidad es otro de los factores que se ha tenido en cuenta. Debido a la función de centro de ocio para eventos, la Alquería Diego ha sufrido una rehabilitación exhaustiva que le permite gozar de un estado de conservación inmejorable. No obstante, la planta inferior ha sufrido dos ampliaciones impropias de dudosa factura. Este hecho habría sido motivo de descarte por la distorsión que genera en la ventilación, por suerte, pese a la ampliación, se conservan en su interior los huecos y ventanas que poseía, lo que nos permite generar una reconstrucción virtual de cómo sería la fachada posterior original eliminando las ampliaciones posteriores.

La ventilación natural es un factor principal, viene ligada a la propia conservación de la edificación, cualquier actuación de ampliación o modificación que hubiese obstruido o eliminado los huecos que poseía inicialmente la alquería, habría sido un motivo de descarte. Es importante que el flujo de aire a través de la construcción sea lo más fidedigno al original, con el mínimo de distorsiones posibles. Del mismo modo, la ubicación relativa de la construcción es importante. En primer lugar, que tenga la orientación sureste esperada, y en segundo lugar, libre de obstáculos, como pueden ser otras edificaciones, que modifiquen el flujo de aire que recibe.

Por último, la posibilidad de acceso a la construcción es fundamental para poder generar un levantamiento de planos. Gracias a Fernando, su dueño, pudimos acceder y realizar la toma de datos necesaria que nos garantiza un modelo virtual lo más exacto posible.

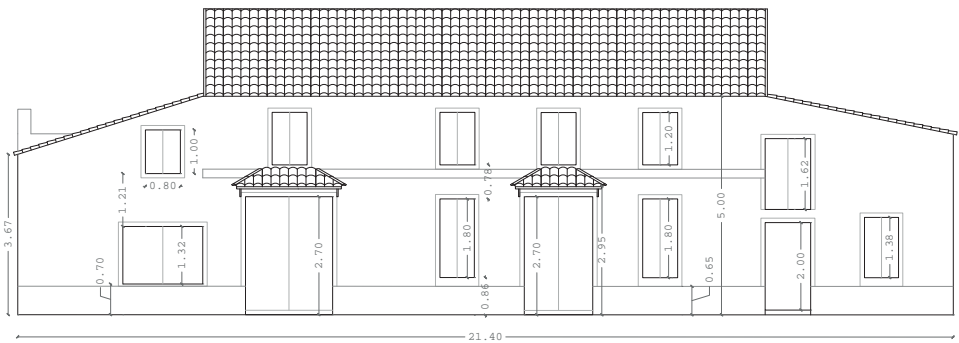


Fig.03.3.a: Alzado Alquería Diego. Planimetría escalada en el anejo 1.



Fig.03.3.b: Alquería Diego.

04. Modelos CFD. Metodología de trabajo.

04.1 Introducción.

En este capítulo se define el análisis CFD, su funcionamiento y la información que nos proporciona. Del mismo modo, se expondrá paso a paso la metodología y procesos llevados a cabo para la obtención de los modelos CFD y sus resultados, expuestos en el capítulo 05.

04.2 Análisis CFD.

El análisis CFD, con siglas en inglés Computation Fluid Dynamics, dinámica de fluidos computacional, se define por ser un campo de análisis que agrupa diversos sistemas de cálculo que permiten obtener de manera detallada la velocidad del aire, su temperatura y otras propiedades de los fluidos, sean el agua o el aire para este caso el aire, que está contenido en un determinado dominio. Estas simulaciones CFD en concreto proporcionan información valiosa sobre las condiciones ambientales de la construcción, sean en el exterior o en el interior. Dichas simulaciones dependerán de una serie de condiciones de contorno, que deben quedar predefinidas antes de cada análisis. Por tanto, los análisis CFD se basan en simulaciones de dinámicas de fluidos a través de o entre objetos, con unas determinadas características prefijadas, entre las cuales se incluyen la latitud y el clima, a modo de un túnel virtual de viento, que nos permite valorar el efecto de las construcciones sobre el aire, en los diferentes ambientes que se pueden configurar.

Para realizar los análisis CFD, usaremos el programa informático DesignBuilder. Este programa nos proporciona el entorno virtual, donde podremos realizar un modelo en tres dimensiones de la alquería de estudio y simular las diferentes condiciones a las que se puede ver expuesta la construcción en régimen estacionario.

Aplicado a nuestro caso de estudio, podremos analizar de manera detallada la ventilación natural del modelo y observar su comportamiento en diferentes configuraciones de viento. Podremos verificar la adecuación de la arquitectura a su entorno local, además de cuantificar el efecto de esta ventilación natural y sus efectos sobre los moradores. No solo tendremos la información concreta de la masa interior de aire que nos permitirá ubicarla dentro del climograma del bienestar, sino que además el programa que usaremos utiliza valores estadísticos conocidos por sus siglas en inglés como PMV Y PPD. El PMV, Predicted Mean Vote, predicción de la media de voto, consiste en una escala comprendida entre el -3, que implica frío, y el 3, que implica calor. Su base estadística predice cual será la respuesta fisiológica de una persona sometida a unas condiciones ambientales de estudio. Así, podemos obtener información sobre si el ambiente dentro del caso de estudio es cálido, frío o neutro, es decir, si se trata de una situación de confort, cuyo valor PMV sería igual a 0. El PPD, Predicted Percentage of Dissatisfied, predicción del porcentaje de insatisfechos, se trata de un valor porcentual de la cantidad de las personas que se sentirían incómodas en unas determinadas condiciones ambientales. Como el PMV, se trata de una relación matemática basada en valores estadísticos, asumimos como cifra orientativa que no se debería pasar del 10% de insatisfechos en un espacio interior. [12]

04.3 Base matemática.

Para entender la base matemática en la que los análisis CFD se basan, hay que definir los conceptos básicos de dinámicas de fluidos. Principalmente se considera que todo fluido es continuo, con fluido debemos entender que no solo hace referencia al comportamiento de elementos líquidos, sino que también, se refiere a los elementos gaseosos. Siguiendo las leyes de los gases ideales, se entiende que la atmosfera y todo el aire que hay en ella se comporta como fluido. Dentro de la dinámica de fluidos computacional se distinguen tres elementos: discretización del flujo continuo, definiendo sus variables de campo; discretizando las ecuaciones del movimiento, de ecuaciones integrales (continuas) a ecuaciones algebraicas (discretas); las resoluciones de estas ecuaciones algebraicas nos aportaran la información de las variables de campo incógnita.

El primer paso, en que se definen las variables de campo, se debe concretar dicho campo. La discretización espacial del dominio de dicho campo se lleva a cabo subdividiendo el espacio en pequeños elementos a modo de malla. Esta discretización se lleva a cabo de dos maneras, mediante mallados no estructurados (donde las celdas no tienen orden particular) y mallados estructurados (donde cada punto está identificado en coordenadas cartesianas). En modelos excesivamente complejos se realiza un refinamiento de la malla que busca como objetivo reducir el número de iteraciones. [5]

Para la discretización de las ecuaciones se diferencian dos tipos de flujos, los no viscosos que se resolverán mediante las ecuaciones de Euler, y los viscosos que se resolverán mediante las ecuaciones de Navier-Stokes. Esta última puede resolver un flujo laminar como turbulento, no obstante, en flujos de gran turbulencia se usa la ecuación de Reynolds-Averaged Navier-Stokes o también conocido como método RANS, junto un modelo de turbulencia K-ε o el modelo Reynolds Stress. Los softwares de dinámica de fluidos computacional hacen uso de las leyes básicas de la conservación, incluyendo las ecuaciones de conservación de la masa, conocida como la ecuación de la continuidad (4.31), la ecuación de conservación del momento (4.32) y la ecuación de la conservación de la energía (4.33). [10]

$$(4.31) \quad \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i) = 0$$

$$(4.32) \quad \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_i u_j) = \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho g_i$$

$$(4.33) \quad \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i h) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(k \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) + u_i \frac{\partial p}{\partial x_i} + \tau_{ij} \frac{\partial u_i}{\partial x_j}$$

El programa DesingBuilder hace uso de las ecuaciones anteriores para describir los factores ambientales, tales como la conservación del calor, temperatura, masa, momento, y además, usa como método de turbulencia el modelo K-ε. Las ecuaciones resultantes son sistemas no lineales de ecuaciones diferenciales de segundo orden con la siguiente estructura:

$$(4. \quad \frac{\partial}{\partial t}(\rho\Phi) + \text{div}(\rho u\Phi) = \text{div}(\tau \text{ grad}\Phi) + S$$

* $\frac{\partial}{\partial t}(\rho\Phi)$ representa la tasa de cambio.

* $\text{div}(\rho u\Phi)$ representa la convección.

* $\text{div}(\tau \text{ grad}\Phi)$ representa la difusión.

* S es el termino fuente.

Donde ϕ representa las variables dependientes. (4.34) [9]

Debida a no linealidad del sistema de ecuaciones, el programa debe realizar un proceso iterativo anidado por el cual resuelve cada conjunto de ecuaciones obteniendo un valor de la variable dependiente que retroalimenta a la propia variable dependiente (ϕ), es decir, el programa no obtiene una solución directamente, sino que una vez obtenida una solución aproximada usa los resultados para recalcular y acercarse progresivamente a la solución. Dentro del mismo, se visualiza mediante el residuo del cálculo, cuan menor es este residuo o las iteraciones muestren que se aproxima a 0 de manera constante, el resultado se aproximara a una solución real, si es que no se alcanza la convergencia del sistema (4.35). [3]

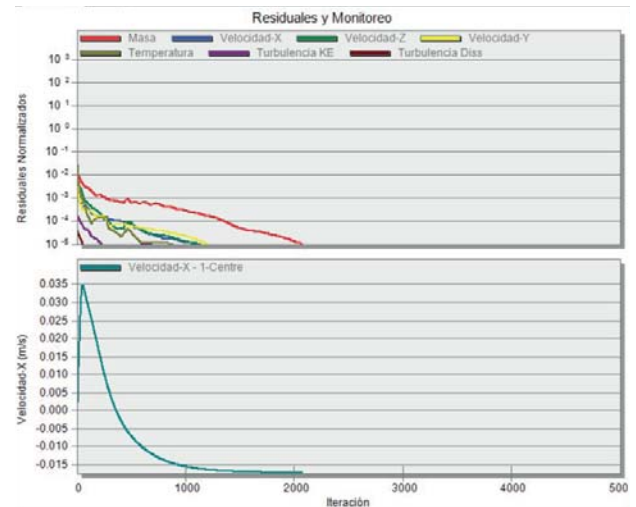


Fig.04.3: Residuales y Monitoreo [0] pag.501.

04.4 Metodología de trabajo.

Para la realización de los análisis CFD el primer paso consistirá en generar un modelo en tres dimensiones dentro del programa DesingBuilder. Para ello nos apoyaremos en la planimetría de la alquería obtenida de los levantamientos previos in situ. Como tenemos suficiente información, en el modelo virtual, eliminaremos las ampliaciones impropias de la alquería, reconstruyendo de nuevo la fachada posterior tal y como fue originalmente.

Estableceremos las condiciones ambientales, definiendo los parámetros necesarios de ubicación, temperatura, velocidad del viento y su dirección. Como la construcción puede verse expuesta a diferentes condiciones durante el año, se realizará un promedio para obtener las combinaciones más frecuentes de velocidad del aire y dirección.

Definidas las condiciones ambientales podremos pasar a realizar los análisis externos. Los análisis CFD los dividiremos en dos partes, un primer análisis exterior, donde podremos estudiar el comportamiento del aire en el entorno de la construcción, observar sus presiones, velocidades y direcciones. Posteriormente realizaremos el análisis interno. El programa nos ofrece dos metodologías para realizar estos análisis internos, uno considerando las ventanas como una abertura con un caudal de entrada o de salida, el otro se realiza por lo que se denomina superficies límite CFD, planos virtuales que representan áreas de impulsión o extracción de aire.

Con un breve estudio previo, podemos determinar cual será la metodología más conveniente para la realización de los cálculos internos. Construyendo una habitación cuadrada con dos aberturas, se realizan dos estudios, uno considerando el sistema de ventanas y otro se realizará con superficies límite CFD. Las condiciones de simulación será: una velocidad del aire de 2 m/s con una dirección de 110° respecto al norte. Los resultados de la figura 04.4.b y c resultan evidentes, podemos observar como en un sistema de ventanas CFD no es posible condicionar la dirección de la entrada del aire, mientras que en una superficie límite CFD sí que se nos permite introducir datos sobre su dirección. Se concluye que los análisis con ventanas CFD en determinadas condiciones distan mucho de las condiciones reales que se pretenden analizar. Por este motivo el análisis que se llevará a cabo en el trabajo se realizará directamente por el método de superficies límite CFD, garantizándonos una aproximación lo más fidedigna posible.

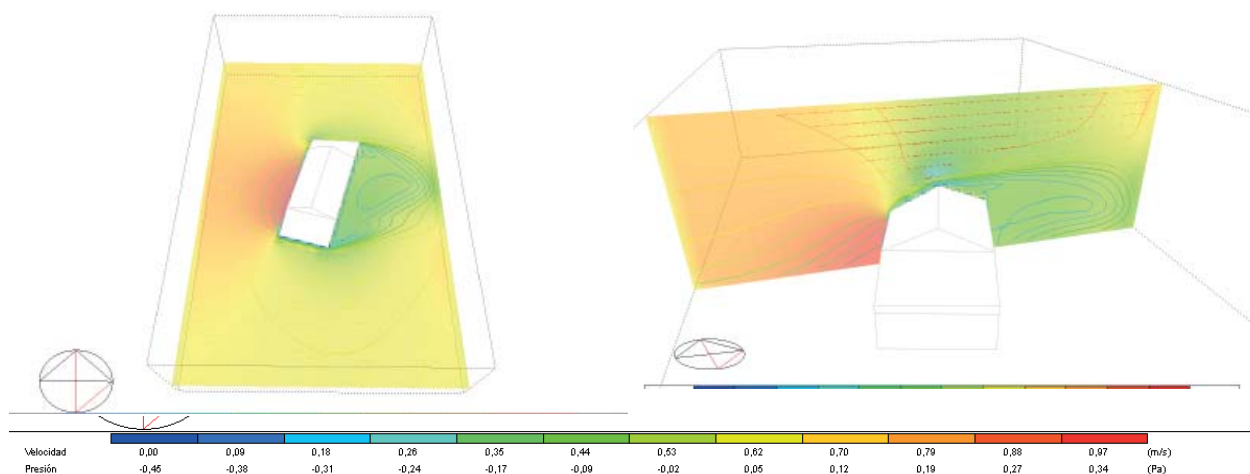


Fig.04.4.a: Ejemplo de análisis externo.

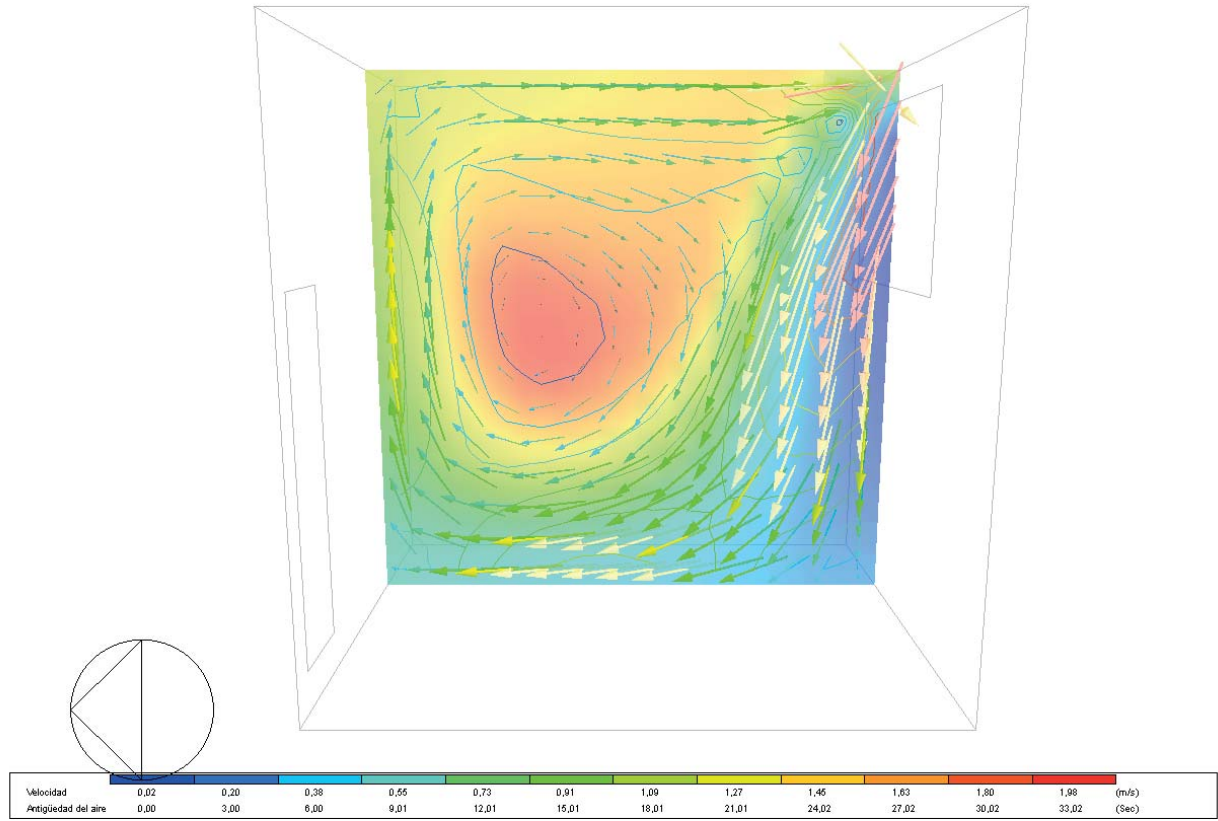


Fig.04.4.b: Análisis con Superficies Limite CFD.

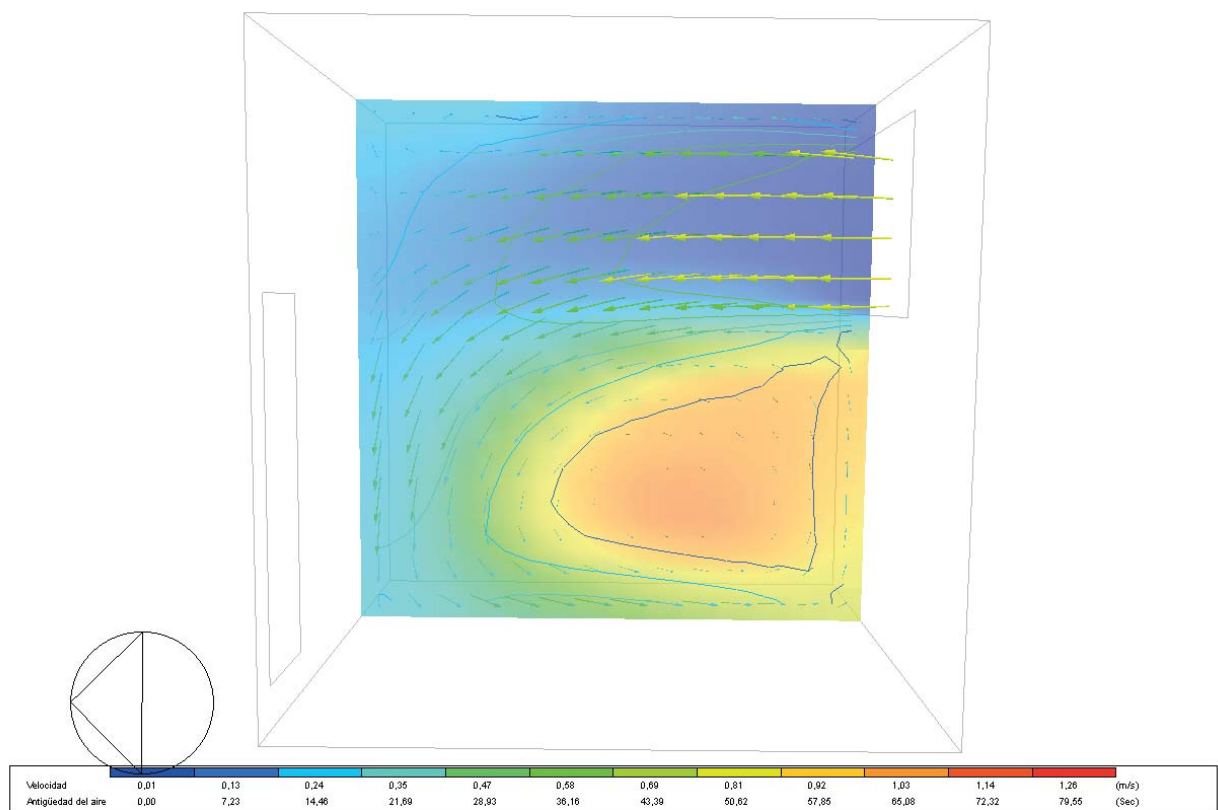


Fig.04.4.c: Análisis con Ventanas CFD.

04.5 Geometría.

A la hora de hablar de la geometría consideraremos dos partes, por un lado, el modelo en tres dimensiones de la alquería y, por otro lado, la malla espacial en que se subdividirá el modelo en tres dimensiones para el cálculo matemático.

El modelo en tres dimensiones se realizará a partir de los planos in situ. Gracias a ellos, podemos obtener información sobre grosores de los muros, huecos de fachada, distribuciones interiores, etc. Así mismo, en la realización del modelo, se eliminarán las partes añadidas a la edificación, reconstruyendo la antigua fachada oeste de la alquería. Podemos realizar esta operación, gracias a disponer de suficiente información. La fachada posterior, al ser de carga, se conservó casi intacta, incluso manteniendo sus huecos. Además, contamos con la descripción que el dueño de la alquería recuerda. Así, podemos obtener un modelo prácticamente idéntico a la alquería original.

Los cálculos CFD se realizan sobre una malla espacial, el programa subdivide el espacio que se le ha impuesto, en miles de prismas, de esta manera el programa resuelve los parámetros de cada prisma transmitiendo la información a los prismas contiguos. Entendiendo esto, una malla excesivamente grande no nos aportará suficiente información, aunque el cálculo será simple y rápido, del mismo modo, una malla excesivamente pequeña supondrá un cálculo muy preciso, complejo y lento. El problema reside en que cálculos excesivamente complejos, es decir, mallas muy pequeñas, pueden inducir a errores a la hora de calcular o sencillamente que el ordenador no sea capaz de resolver o converger en una solución. En este sentido se descarta una malla uniforme y se diseña una malla ajustada la modelo, es decir, en los puntos menos conflictivos la malla se establece cada 1.0 metros, mientras que, en los puntos más complicados, buscando un refinamiento del resultado, se reajusta la malla a 0.5 metros. De esta manera, conseguimos que el cálculo sea preciso donde necesitamos que lo sea, como en el contacto con las fachadas, y menos exacto en las zonas sin obstáculos. Dando por supuesto, que si no hay obstáculos el aire situado a 1.0 metros de otro, va a tener las mismas características.

Fig.04.5.a: Volumetría de la alquería.

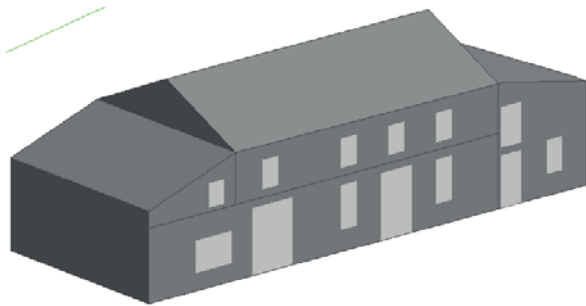


Fig.04.5.b: Malla del modelo.

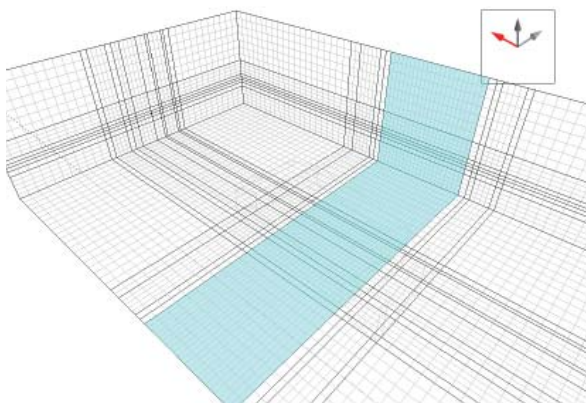
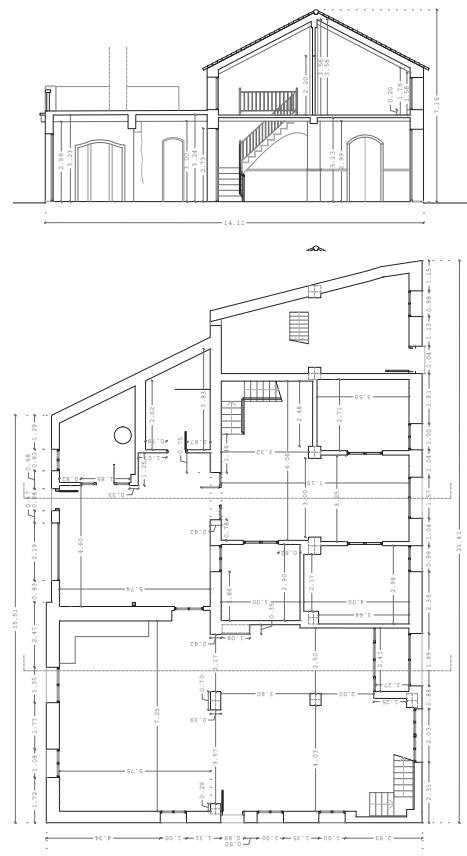


Fig.04.5.c: Planimetría de la alquería.



04.6 Condiciones ambientales.

Nos encontramos en Valencia, una de las pocas costas mediterráneas a sotavento del flujo atmosférico. Sus coordenadas son latitud 39.5 grados, longitud -0.47 grados. Según la clasificación de ASHRAE, se trata de zona climática 3A. La elevación respecto al mar es variable, entre los 10 y los 62 metros. Como la estación de referencia se trata de Valencia/Aeropuerto, el nivel sobre el mar se considera 62 metros. Como se ha indicado la estación de referencia es Valencia/Aeropuerto, asignaremos esta ubicación en el programa DesingBuilder, así, el programa obtendrá de sus bases de datos los ficheros climáticos para el cálculo.

Para determinar las condiciones ambientales nos serviremos de nuevo de la aplicación informática Climate Consultant. Obtendremos datos de las diferentes temperaturas, humedades, velocidades y direcciones del aire a lo largo del año. Según la figura 03.6.c, estableceremos la temperatura media en 20 grados, esta será la temperatura que usaremos para el análisis. Interpretando las gráficas de viento de las figuras 03.6.e y 03.6.f, realizadas entre los meses mayo-octubre y noviembre-febrero, observamos claramente el flujo de vientos de la región, siendo predominante el viento de oeste en invierno, y por el contrario el este en verano. De esta manera, podemos generar dos casos de análisis. Un primer caso con componente oeste, 270 grados respecto al norte y tres velocidades del aire: intensa 12 m/s, moderada 3 m/s y baja o brisa 1.6 m/s. Y un segundo caso, con componente este, 80 grados respecto al norte, y de nuevo con tres velocidades del aire: intensa 12 m/s, moderada 3 m/s y baja o brisa 1.6 m/s. Con la grafica de la figura 03.6.d, obtendremos la medias de humedad relativa del aire, siendo de 65% para el viento de oeste y 75% para el viento de este.

Fig.04.6.a: Datos de ubicación.

Plantilla de Sitio	
Plantilla	VALENCIA/AEROPUERTO
Ubicación	
Latitud (°)	39.50
Longitud (°)	-0.47
Zona climática ASHRAE	3A
Detalles del Sitio	
Elevación sobre el nivel del mar (m)	62.0
Nivel de exposición al viento	2-Normal
Orientación (°)	0

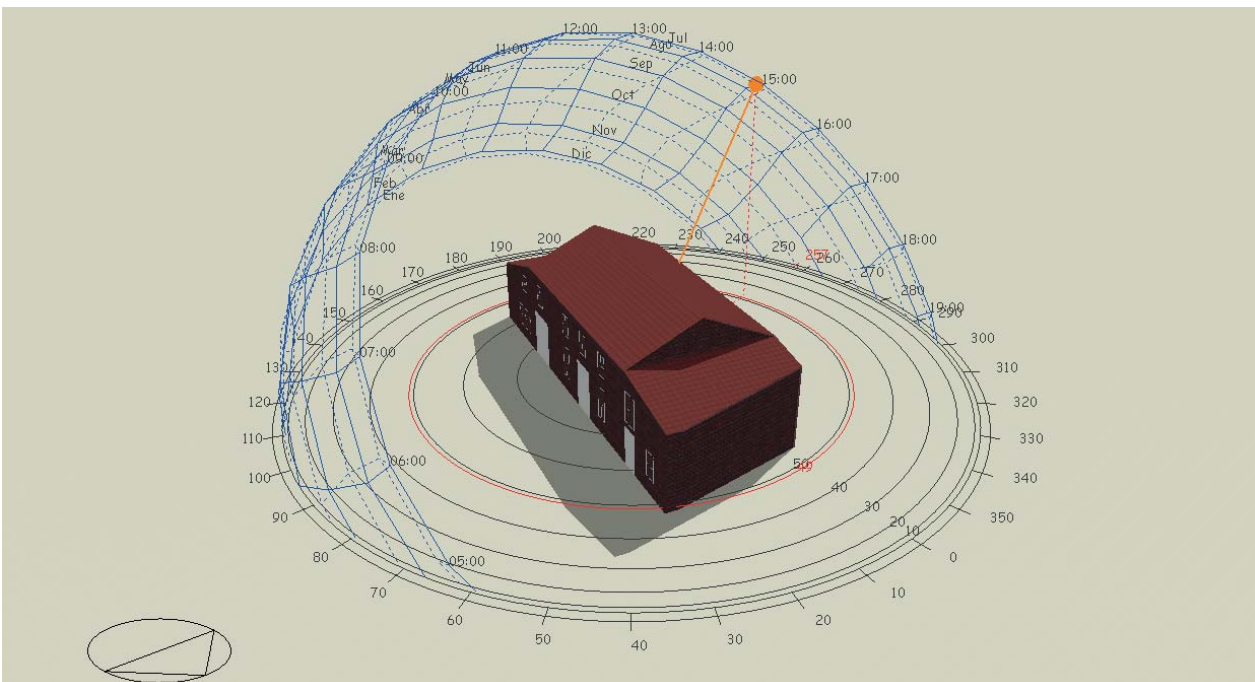


Fig.04.6.b: Soleamiento y orientación del modelo.

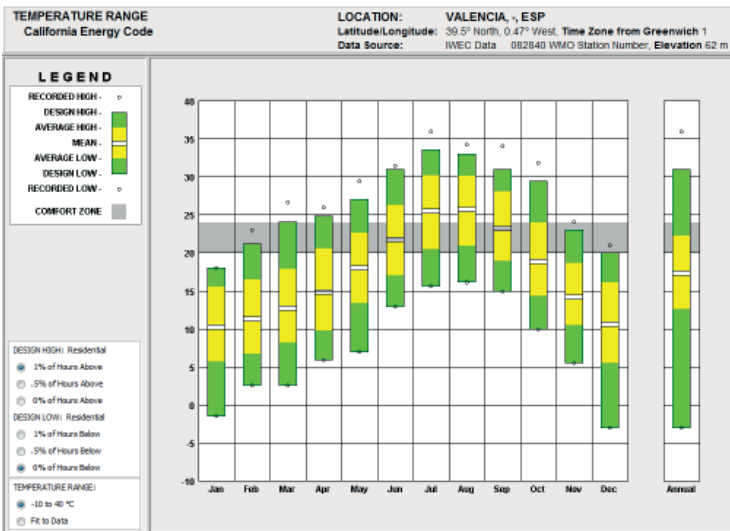


Fig.04.6.c: Gráfico de temperaturas medias, mínimas y máximas.

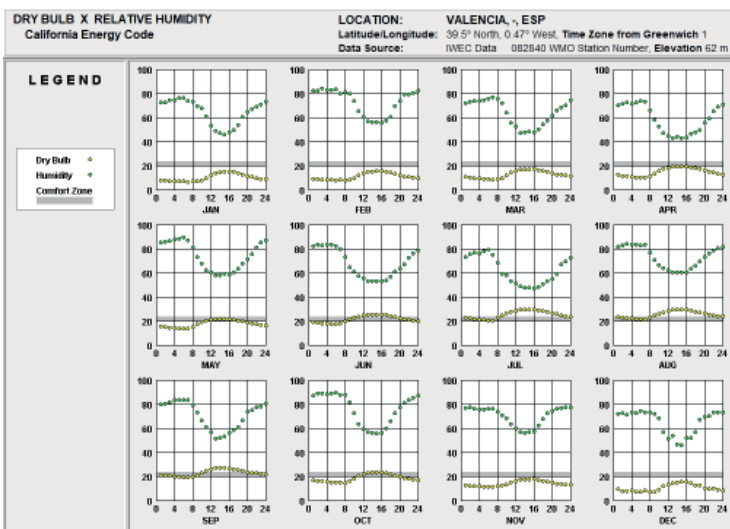


Fig.04.6.d: Gráfico de temperaturas de bulbo húmedo y humedad relativa.

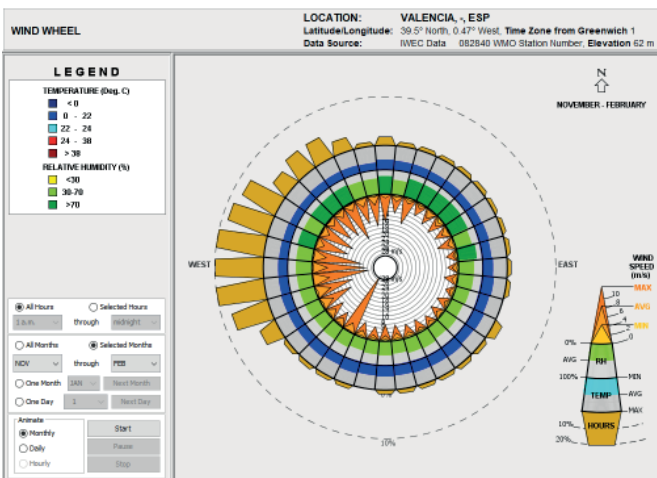


Fig.04.6.e: Gráfico de vientos entre los meses de noviembre a febrero.

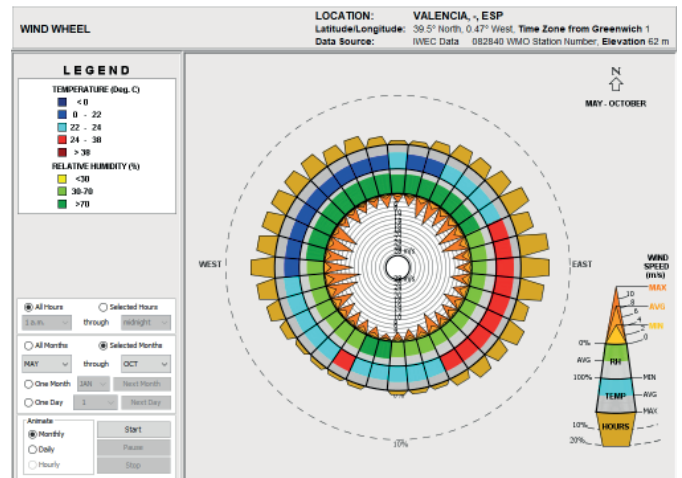


Fig.04.6.f: Gráfico de vientos entre los meses de mayo a octubre.

05. Modelos CFD. Resultados.

05.1 Introducción.

En este capítulo se expondrán y comentarán los resultados obtenidos mediante el modelo introducido en el programa DesingBuilder. Dividiremos el capítulo en tres partes, una primera donde se mostrarán los resultados de los cálculos externos en sus diferentes combinaciones. Una segunda parte, donde extraeremos los datos que nos aportan los cálculos externos para poder realizar los cálculos internos. Por último, se presentarán los resultados de los cálculos internos de los que comentaremos los datos clave que nos permitan realizar comparaciones.

05.2 Análisis CFD externo.

Inicialmente se realizarán los análisis externos, en los que podremos observar el comportamiento de la construcción frente al viento en las diferentes configuraciones en las que se ha previsto realizar los análisis. Se procede a exponer de forma ordenada los resultados, siendo viento de orientación este y después oeste, de más a menos intensidad.

Resultados externos con viento del este.

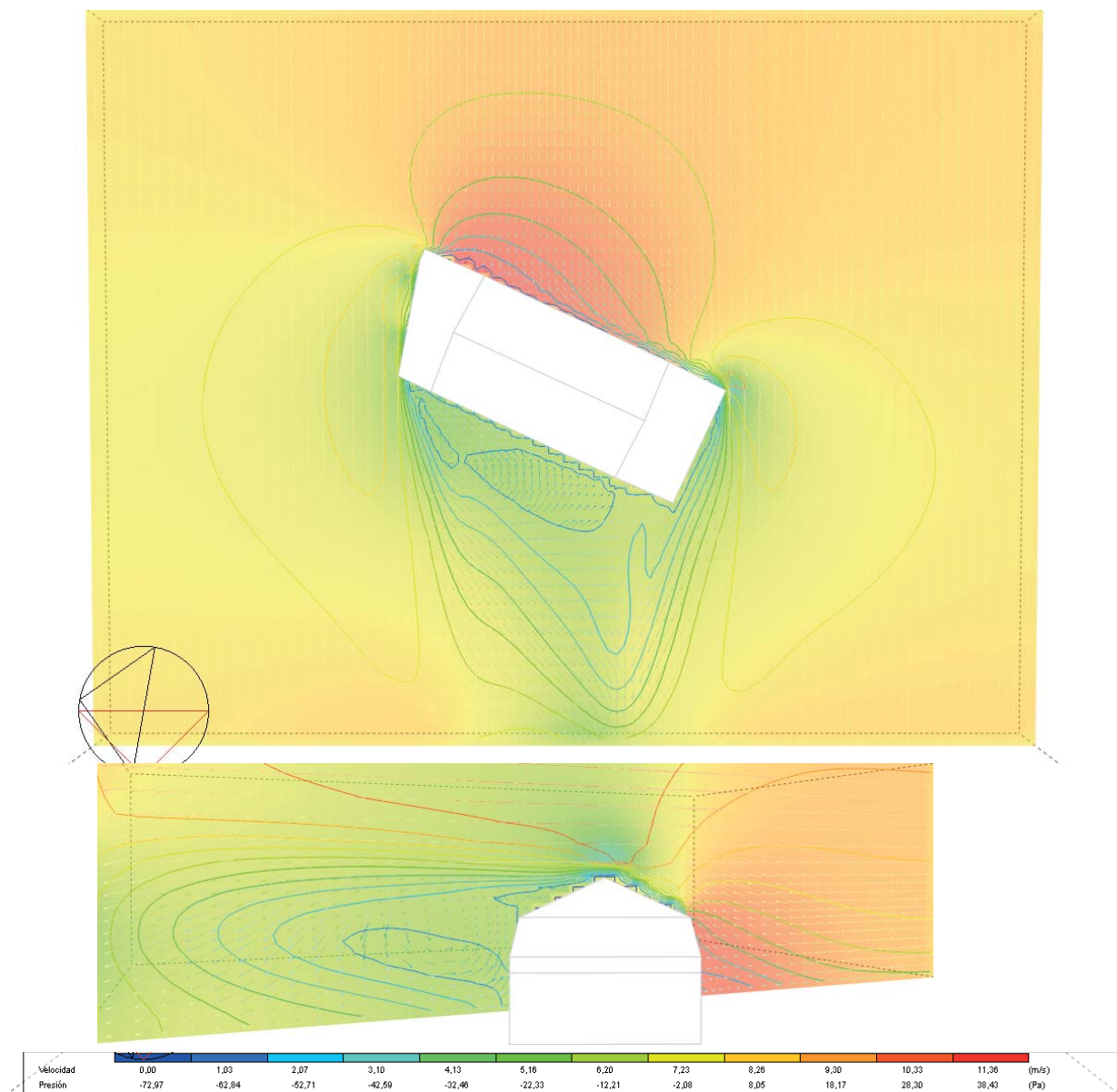


Fig.05.2.a: Viento este 80 grados. Velocidad 12 m/s.

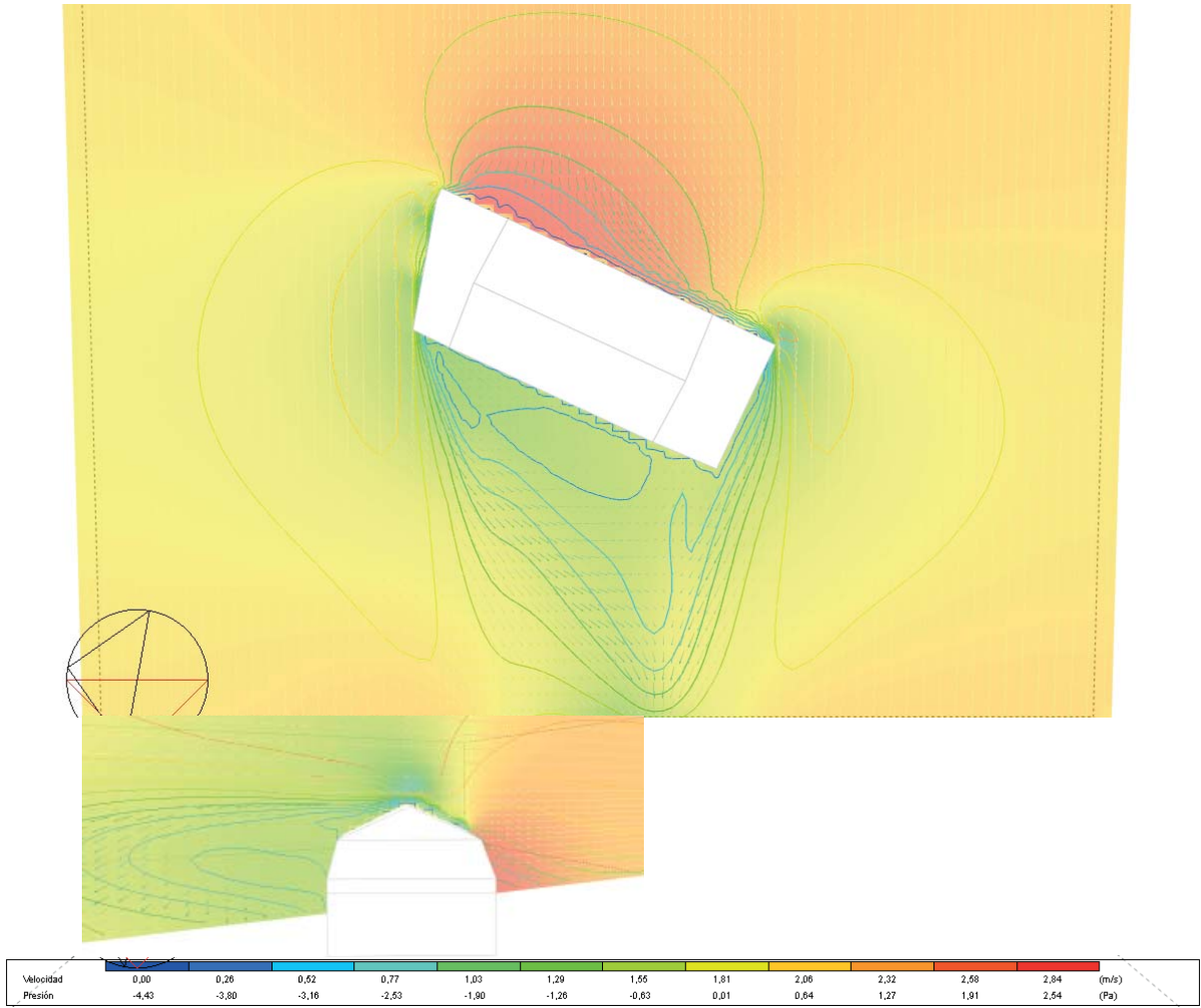


Fig.05.2.b: Viento este 80 grados. Velocidad 3 m/s.

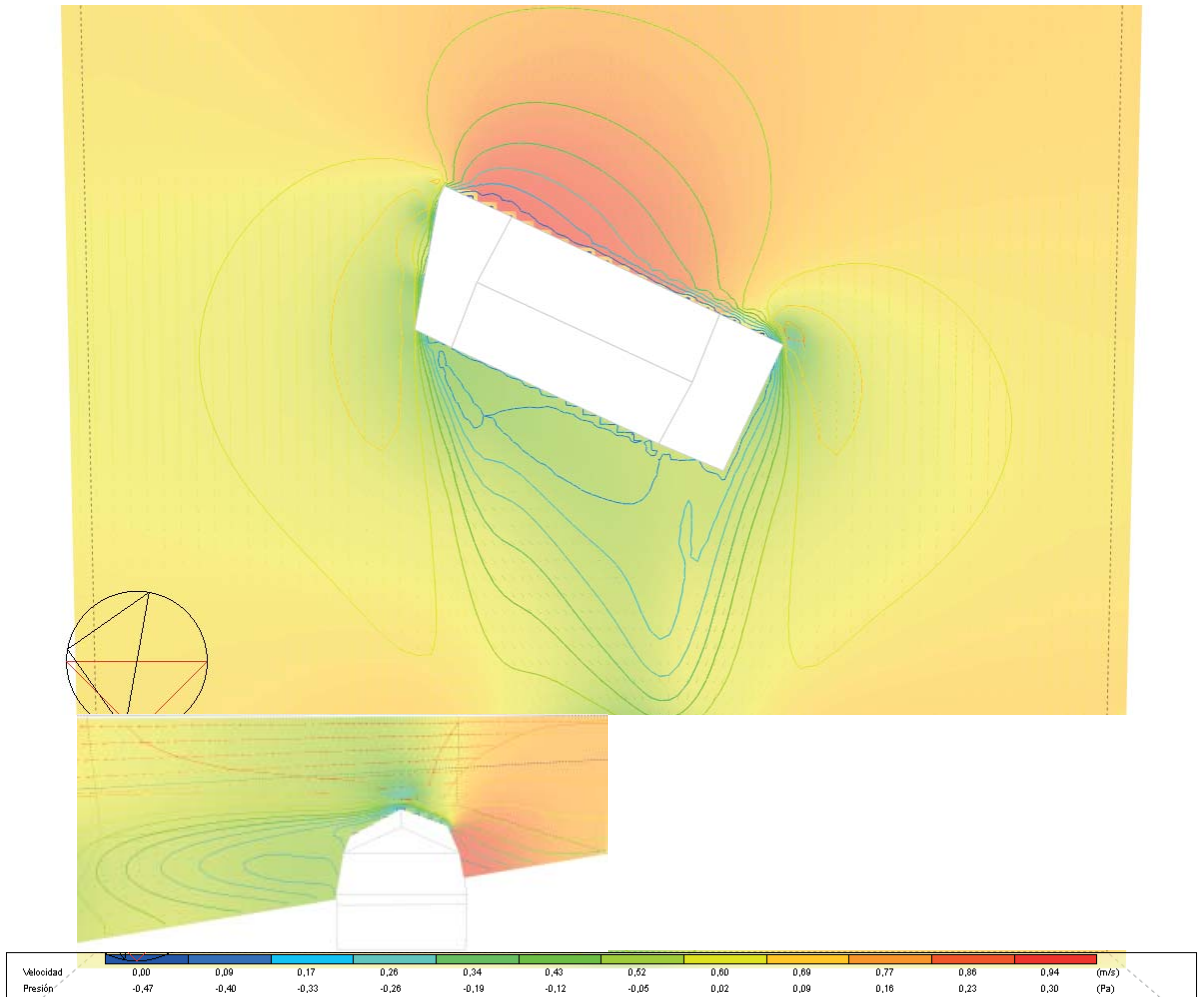


Fig.05.2.c: Viento este 80 grados. Velocidad 1.6 m/s.

Resultados externos con viento del oeste.

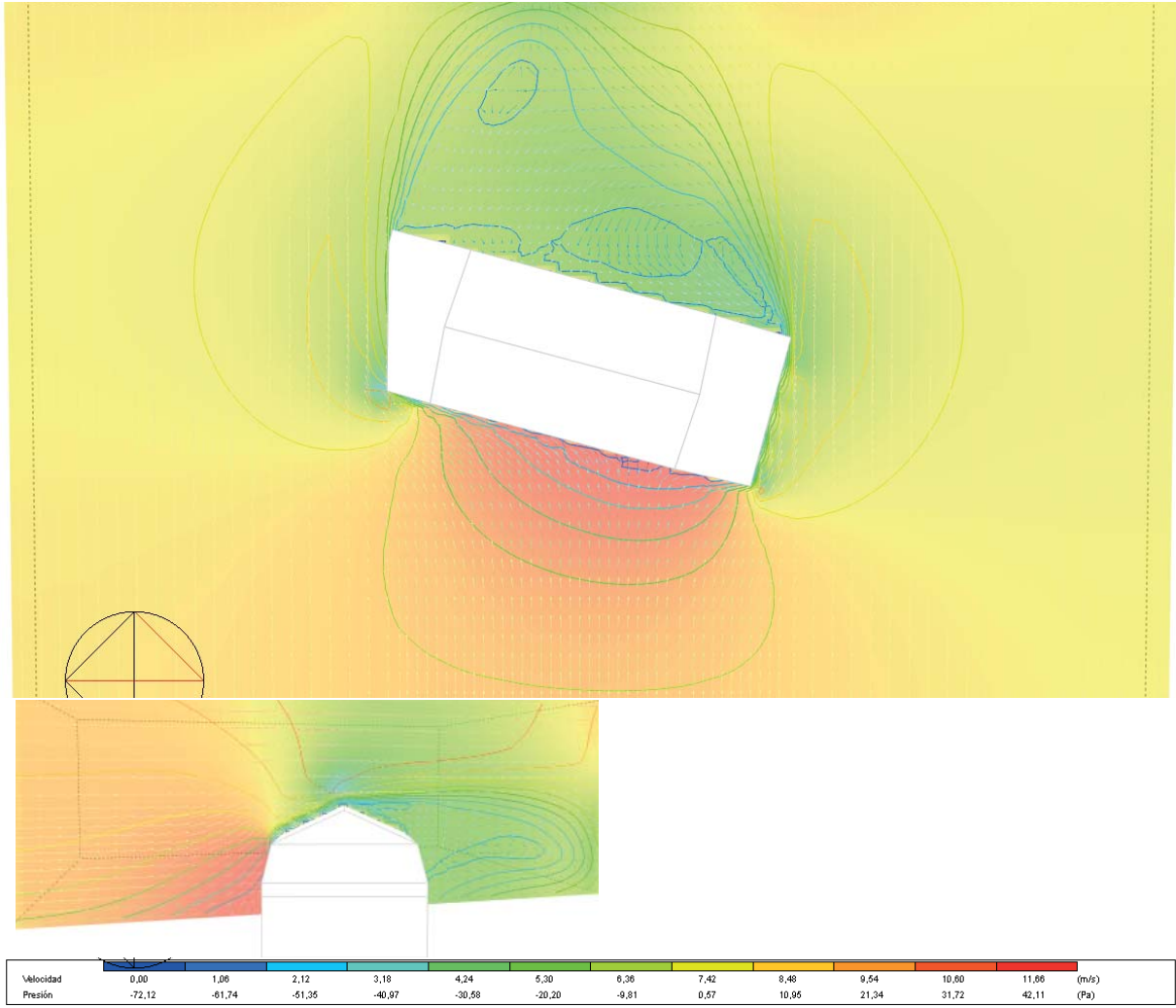
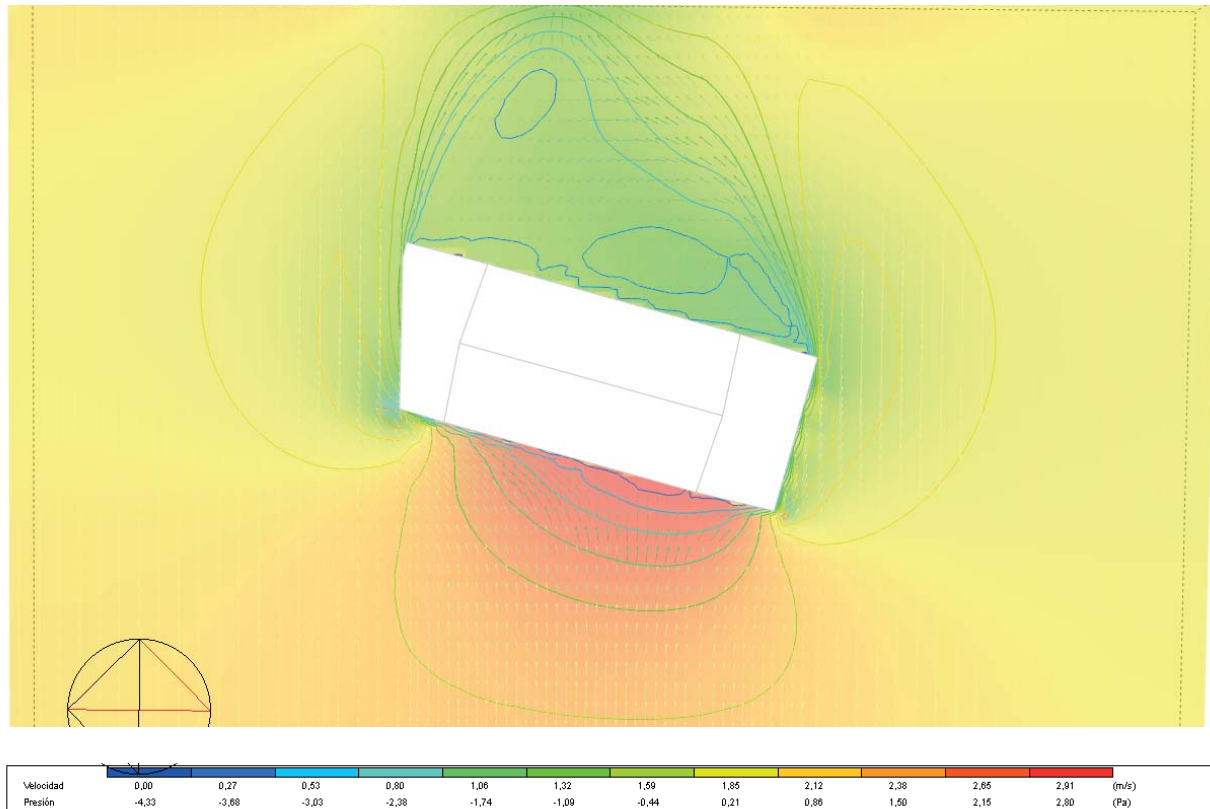


Fig.05.2.d: Viento oeste 270 grados. Velocidad 12 m/s.



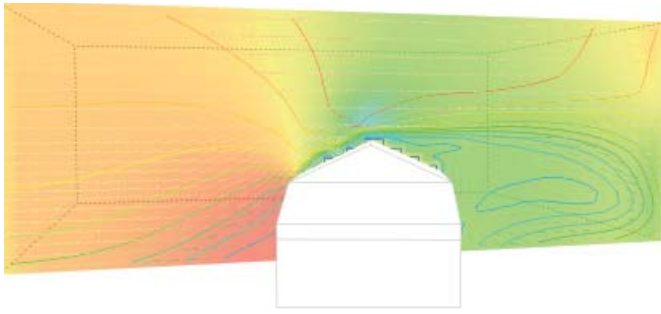


Fig.05.2.e: Viento oeste 270 grados. Velocidad 3 m/s.

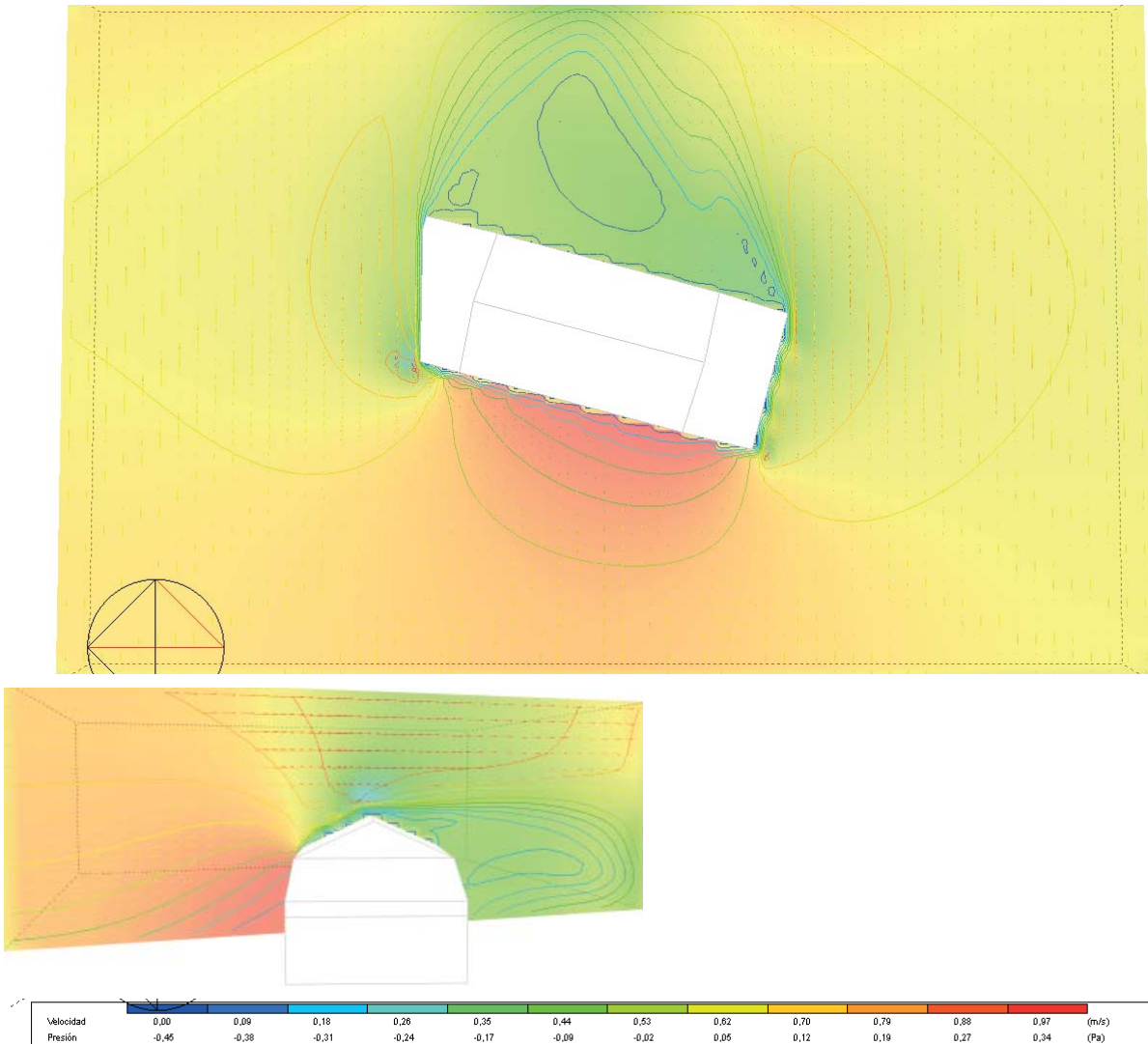


Fig.05.2.f: Viento oeste 270 grados. Velocidad 1.6 m/s.

05.3 Datos de los resultados externos.

Para poder realizar los cálculos internos necesitamos introducir en las superficies límites CFD, que representan cada abertura, datos sobre la dirección, caudal de entrada y temperatura de entrada. Datos que obtendremos de los resultados de análisis externos. Teniendo en cuenta la distorsión producida en los resultados externos al chocar el aire contra el sólido de la alquería, tomaremos por válidos los datos de dirección y velocidad del viento a una distancia de 1.5 metros respecto a la fachada, entendiendo que si hubiesen aberturas, esta distorsión no se produciría.

·Resultados figura 05.3.a. Viento del este 80 grados. Velocidad 12 m/s.

	Ventana/Ancho m/Alto m/Área m2/	Velocidad del aire m/s/	Angulo /	Caudal L/s/	Temperatura
Impulsión	2A 0,8 1,2 0,96	7	45,00	4751,758	20
	3A 0,8 1,2 0,96	10	30,00	8313,844	20
	4A 0,8 1,2 0,96	10	10,00	9454,154	20
	5A 0,8 1,2 0,96	10	10,00	9454,154	20
	1B 1,83 1,2 2,196	7	45,00	10869,645	20
	2B 2 2,7 5,4	7	45,00	26728,636	20
	3B 0,8 1,8 1,44	10	30,00	12470,766	20
	4B 1,57 2,7 4,239	10	10,00	41746,001	20
	5B 0,8 1,8 1,44	10	10,00	14181,232	20
				A-C 31973,910	137970,190
			B-D 105996,280		
Extracción	1C 0,8 1,2 0,96			7993,4776	25%
	2C 0,8 1,2 0,96			7993,4776	25%
	3C 0,8 1,2 0,96			7993,4776	25%
	4C 0,8 1,2 0,96			7993,4776	25%
	1D 1,57 2,7 4,239			79119,2517	75%
	2D 0,8 1,8 1,44			26877,0282	25%
		C 3,84		137970,1902	
	D 5,679				

·Resultados figura 05.3.b. Viento del este 80 grados. Velocidad 3 m/s.

	Ventana/Ancho m/Alto m/Área m2/	Velocidad del aire m/s/	Angulo /	Caudal L/s/	Temperatura
Impulsión	2A 0,8 1,2 0,96	2	45,00	1357,645	20
	3A 0,8 1,2 0,96	3	30,00	2494,153	20
	4A 0,8 1,2 0,96	3	10,00	2836,246	20
	5A 0,8 1,2 0,96	3	10,00	2836,246	20
	1B 1,83 1,2 2,196	2	45,00	3105,613	20
	2B 2 2,7 5,4	2	45,00	7636,753	20
	3B 0,8 1,8 1,44	3	30,00	3741,230	20
	4B 1,57 2,7 4,239	3	10,00	12523,800	20
	5B 0,8 1,8 1,44	3	10,00	4254,369	20
				A-C 9524,291	40786,056
			B-D 31261,766		
Extracción	1C 0,8 1,2 0,96			2381,0727	25%
	2C 0,8 1,2 0,96			2381,0727	25%
	3C 0,8 1,2 0,96			2381,0727	25%
	4C 0,8 1,2 0,96			2381,0727	25%
	1D 1,57 2,7 4,239			23334,8520	75%
	2D 0,8 1,8 1,44			7926,9136	25%
		C 3,84		40786,0565	
	D 5,679				

·Resultados figura 05.3.c. Viento del este 80 grados. Velocidad 1.6 m/s.

	Ventana/Ancho m/Alto m/Área m2/ Velocidad del aire m/s/ Angulo / Caudal L/s/	Temperatura	
Impulsión	2A 0,8 1,2 0,96 1 45,00 678,823	20	
	3A 0,8 1,2 0,96 1,6 30,00 1330,215	20	
	4A 0,8 1,2 0,96 1,6 10,00 1512,665	20	
	5A 0,8 1,2 0,96 1,6 10,00 1512,665	20	
	1B 1,83 1,2 2,196 1 45,00 1552,806	20	
	2B 2 2,7 5,4 1 45,00 3818,377	20	
	3B 0,8 1,8 1,44 1,6 30,00 1995,323	20	
	4B 1,57 2,7 4,239 1,6 10,00 6679,360	20	
	5B 0,8 1,8 1,44 1,6 10,00 2268,997	20	
		A-C 5034,367 B-D 16314,863	21349,230
Extracción	1C 0,8 1,2 0,96	1258,5917 25%	
	2C 0,8 1,2 0,96	1258,5917 25%	
	3C 0,8 1,2 0,96	1258,5917 25%	
	4C 0,8 1,2 0,96	1258,5917 25%	
	1D 1,57 2,7 4,239	12177,9721 75%	
	2D 0,8 1,8 1,44	4136,8907 25%	
		C 3,84 D 5,679	21349,2298

·Resultados figura 05.3.d. Viento del oeste 270 grados. Velocidad 12 m/s.

	Ventana/Ancho m/Alto m/Área m2/ Velocidad del aire m/s/ Angulo / Caudal L/s/	Temperatura	
Extracción	2A 0,8 1,2 0,96	7479,428 25% 20	
	3A 0,8 1,2 0,96	7479,428 25% 20	
	4A 0,8 1,2 0,96	7479,428 25% 20	
	5A 0,8 1,2 0,96	7479,428 25% 20	
	1B 1,83 1,2 2,196	4859,667 15% 20	
	2B 2 2,7 5,4	11950,000 37% 20	
	3B 0,8 1,8 1,44	3186,667 10% 20	
	4B 1,57 2,7 4,239	9380,750 29% 20	
	5B 0,8 1,8 1,44	3186,667 10% 20	
		A 3,84 B 14,715	C-A 29917,712 D-B 32563,751
Impulsión	1C 0,8 1,2 0,96	7 35 5504,7017	
	2C 0,8 1,2 0,96	7 35 5504,7017	
	3C 0,8 1,2 0,96	10 10 9454,1544	
	4C 0,8 1,2 0,96	10 10 9454,1544	
	1D 1,57 2,7 4,239	7 35 24306,6986	
	2D 0,8 1,8 1,44	7 35 8257,0526	
			62481,4635

·Resultados figura 05.3.e. Viento del oeste 270 grados. Velocidad 3 m/s.

	Ventana/Ancho m/Alto m/Área m2/	Velocidad del aire m/s/	Angulo /	Caudal L/s/	Temperatura
Extracción	2A 0,8 1,2 0,96			2204,509	25% 20
	3A 0,8 1,2 0,96			2204,509	25% 20
	4A 0,8 1,2 0,96			2204,509	25% 20
	5A 0,8 1,2 0,96			2204,509	25% 20
	1B 1,83 1,2 2,196			1388,476	15% 20
	2B 2 2,7 5,4			3414,286	37% 20
	3B 0,8 1,8 1,44			910,476	10% 20
	4B 1,57 2,7 4,239			2680,214	29% 20
	5B 0,8 1,8 1,44			910,476	10% 20
		A 3,84		C-A 8818,037	18121,965
	B 14,715		D-B 9303,929		
Impulsión	1C 0,8 1,2 0,96	2	35	1572,7719	
	2C 0,8 1,2 0,96	2	35	1572,7719	
	3C 0,8 1,2 0,96	3	10	2836,2463	
	4C 0,8 1,2 0,96	3	10	2836,2463	
	1D 1,57 2,7 4,239	2	35	6944,7710	
	2D 0,8 1,8 1,44	2	35	2359,1579	
				18121,9654	

·Resultados figura 05.3.f Viento del oeste 270 grados. Velocidad 1.6 m/s.

	Ventana/Ancho m/Alto m/Área m2/	Velocidad del aire m/s/	Angulo /	Caudal L/s/	Temperatura
Extracción	2A 0,8 1,2 0,96			1149,525	25% 20
	3A 0,8 1,2 0,96			1149,525	25% 20
	4A 0,8 1,2 0,96			1149,525	25% 20
	5A 0,8 1,2 0,96			1149,525	25% 20
	1B 1,83 1,2 2,196			694,238	15% 20
	2B 2 2,7 5,4			1707,143	37% 20
	3B 0,8 1,8 1,44			455,238	10% 20
	4B 1,57 2,7 4,239			1340,107	29% 20
	5B 0,8 1,8 1,44			455,238	10% 20
		A 3,84		C-A 4598,101	9250,066
	B 14,715		D-B 4651,964		
Impulsión	1C 0,8 1,2 0,96	1	35	786,3860	
	2C 0,8 1,2 0,96	1	35	786,3860	
	3C 0,8 1,2 0,96	1,6	10	1512,6647	
	4C 0,8 1,2 0,96	1,6	10	1512,6647	
	1D 1,57 2,7 4,239	1	35	3472,3855	
	2D 0,8 1,8 1,44	1	35	1179,5789	
				9250,0658	

05.4 Análisis CFD interno.

05.41 Viento de este 80 grados. Velocidad 12 m/s.

En el análisis de los resultados distinguiremos dos gráficos diferentes, por un lado, los gráficos donde se nos muestran los vectores de velocidad del aire y la antigüedad del aire. La antigüedad del aire se define como el valor en segundos que una misma masa de aire permanece estática en un espacio.

En las figuras 05.41.b y c, observamos los gráficos de los vectores de velocidad y antigüedad del aire. En tanto a la velocidad observamos picos a la entrada y a la salida del aire de unos 28 m/s, esto se debe al efecto Venturi provocado por las aberturas de fachada. Distinguiremos dos zonas diferentes en el espacio interior, una primera donde se encuentra el flujo de aire que atraviesa la construcción y una segunda fuera de este flujo de aire. Dentro del flujo de aire observamos velocidades en torno a 10 m/s, la antigüedad del aire es 0, lo que significa que el aire es nuevo a cada segundo. Fuera de las zonas principales de flujo, el aire se mueve a una velocidad aproximadamente entre 3 y 5 m/s, siendo la antigüedad del aire de 0 segundos de nuevo. Esto se debe a la velocidad con la que se mueve el aire en general en todo el interior de la construcción. La figura 05.41.a, refleja de una sección donde observamos de nuevo los vectores de velocidad y la antigüedad del aire. Observamos de nuevo la aceleración del aire a la entrada y a la salida, la velocidad de 10 m/s dentro del flujo de aire o corriente y la velocidad de 3 o 5 m/s exterior al flujo. De nuevo, una antigüedad del aire de 0 segundos.

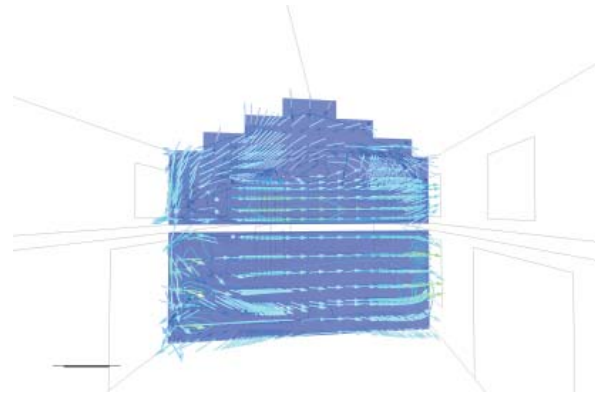


Fig.05.41.a

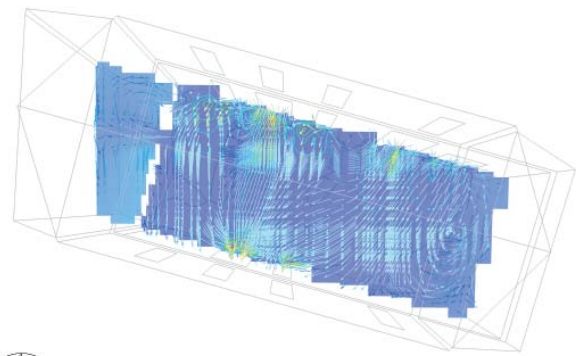


Fig.05.41.b

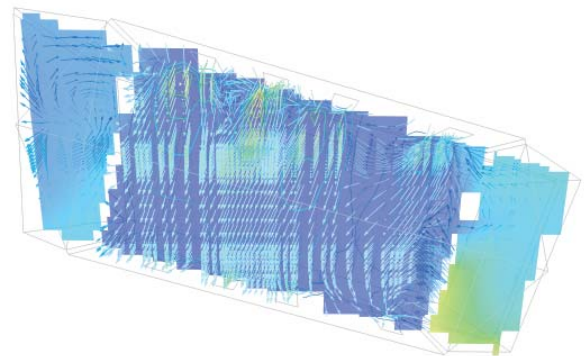


Fig.05.41.c

Velocidad	0,00	3,21	6,41	9,62	12,82	16,03	19,23	22,44	25,64	28,85	32,06	35,26	(m/s)
Antigüedad del aire	0,00	16,20	32,40	48,59	64,79	80,99	97,19	113,39	129,58	145,78	161,98	178,18	(Sec)

En los gráficos 05.41.d y e, observamos los resultados PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied), tanto de la planta baja como de la primera planta. Podemos observar con colores de fríos a cálidos el porcentaje de personas insatisfechas, siendo azules el mínimo de personas satisfechas, entorno del 5% al 30%, y los rojos el máximo número de insatisfechos, desde el 70% hasta el 100%. Como los gráficos indican, encontramos un gran porcentaje de personas insatisfechas, estos datos se concentran en los flujos de aire o corrientes, y se acentúan cerca de las aberturas, esto se debe a la gran velocidad del aire, la cual resulta más incómoda y conforme aumenta la velocidad, de ahí que junto a las ventanas se sitúan la gran mayoría de insatisfechos, es ahí donde el aire se acelera por el efecto Venturi. Dentro del flujo encontramos entre un 90% y 100% de insatisfechos, fuera del flujo encontramos entre un 50% y un 65% de insatisfechos. La fuerte velocidad del aire resulta incómoda en general.

Fig.05.41.d

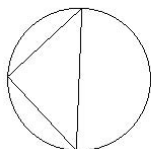
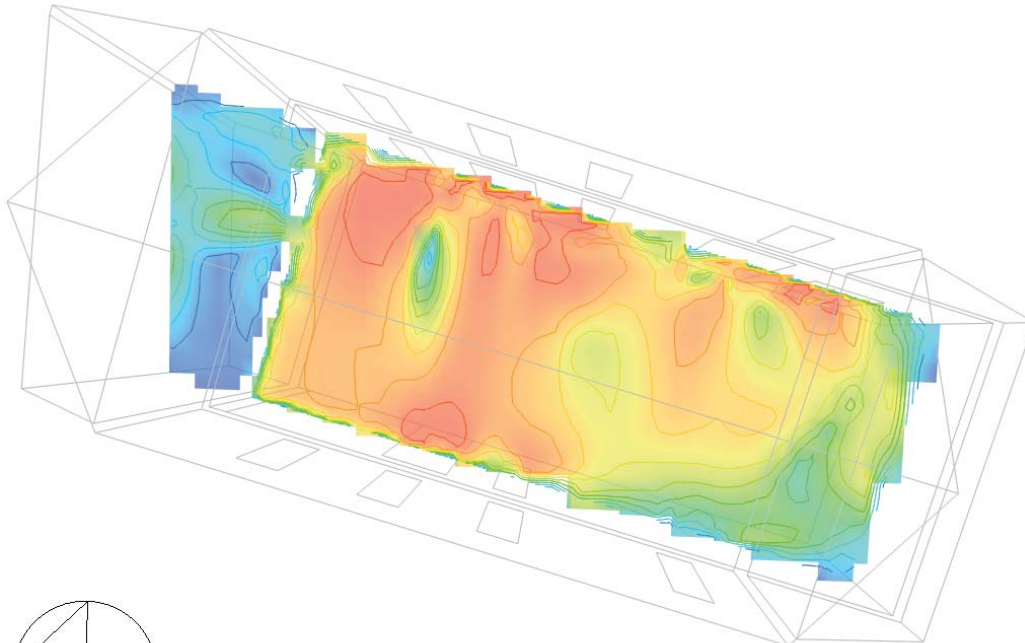
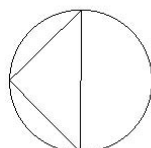
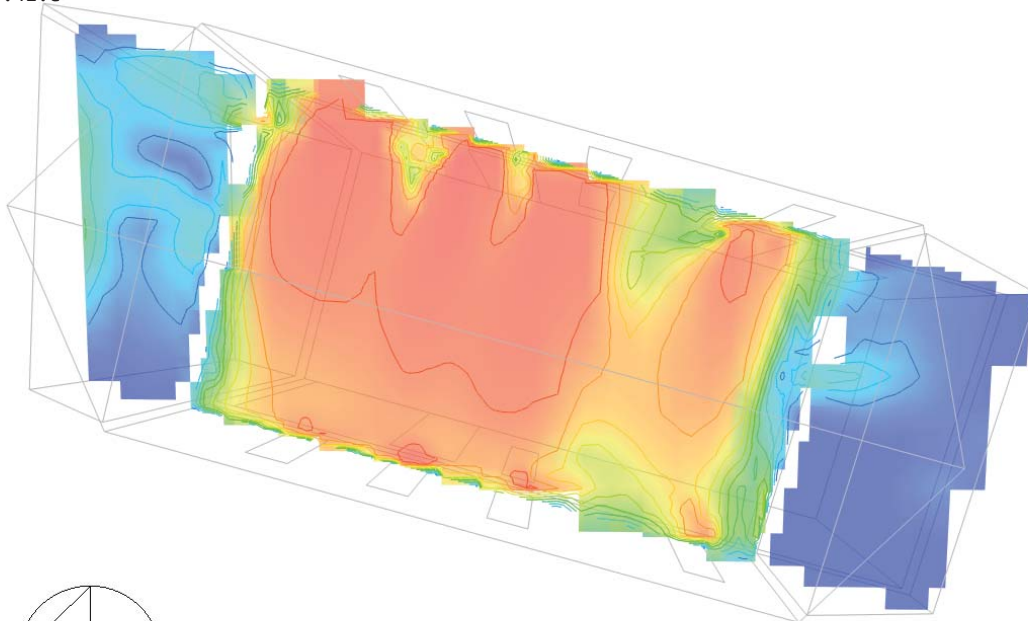


Fig.05.41.e



05.42 Viento de este 80 grados. Velocidad 3 m/s.

En la figura 05.42.b y c, vemos los gráficos de los vectores de velocidad y antigüedad del aire. En tanto a la velocidad observamos picos a la entrada y a la salida del aire de unos 28 m/s, esto se debe al efecto Venturi provocado por las aberturas de fachada. Distinguiremos dos zonas diferentes en el espacio interior, una primera donde se encuentra el flujo de aire que atraviesa la construcción y una segunda fuera de este flujo de aire. Dentro del flujo de aire observamos velocidades en torno a 4 m/s, la antigüedad del aire es 4.24 s, lo que implica una renovación cada 4.24 segundos. Fuera de las zonas principales de flujo, el aire se mueve a una velocidad aproximadamente entre 1.23 y 2.74 m/s, siendo la antigüedad del aire entre 12.71 y 30 segundos, podemos hablar de una renovación intensa. La figura 05.42.a, se trata de una sección donde observamos de nuevo los vectores de velocidad y antigüedad del aire. De nuevo el aceleramiento del aire a la entrada y a la salida, la velocidad de 4 m/s dentro del flujo de aire o corriente y la velocidad de 1.23 o 1.74 m/s fuera de estos. Una antigüedad del aire entre 4 y 12 segundos. Podemos comenzar a ver en la segunda planta un flujo convectivo.

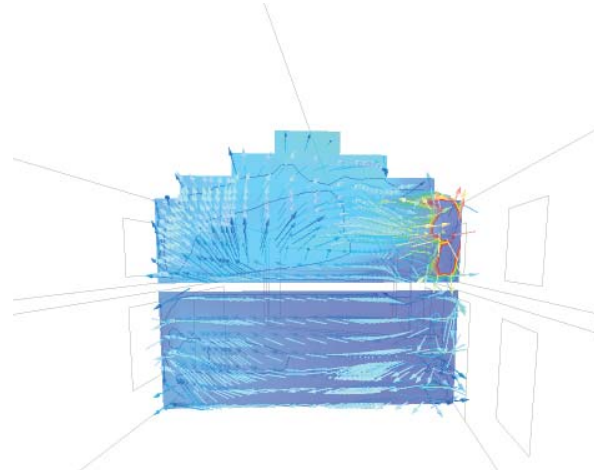


Fig.05.42.a

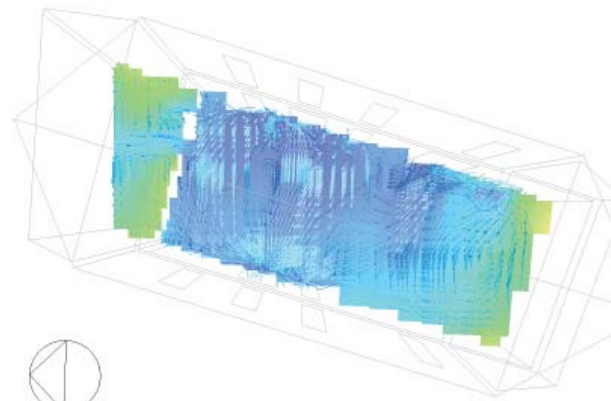


Fig.05.42.b

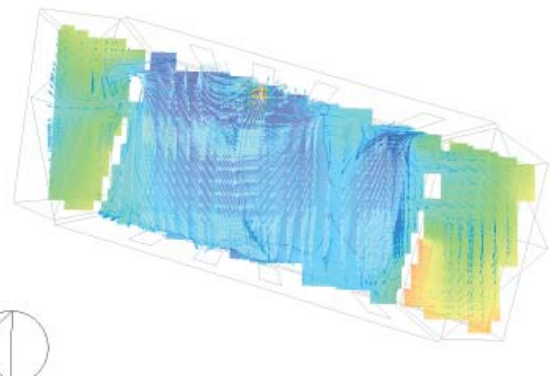


Fig.05.42.c

Velocidad	0,00	1,37	2,73	4,09	5,45	6,82	8,18	9,55	10,91	12,27	13,64	15,00	(m/s)
Antigüedad del aire	0,00	4,24	8,47	12,71	16,95	21,18	25,42	29,66	33,89	38,13	42,37	46,60	(Sec)

En los gráficos 05.42.d y e, observamos los resultados PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied), tanto de la planta baja como de la primera planta. Podemos observar con colores de fríos a cálidos el porcentaje de personas insatisfechas, siendo azules el mínimo de personas satisfechas, entorno del 5 al 20%, y los rojos el máximo número de insatisfechos, desde el 70% hasta el 100%. En este caso podemos observar que el número de insatisfechos se ha moderado respecto al anterior, debido a la moderación de la velocidad del aire. Observamos en las zonas de flujo de aire el mayor número de insatisfechos, entorno al 60% o 70 %. Mientras que en las zonas fuera del flujo de aire encontramos entorno a un 20% o 15 %, entrando ya en valores admisibles de confort. De nuevo los insatisfechos se concentran en el flujo de aire debido a su fuerte velocidad.

Fig.05.42.d

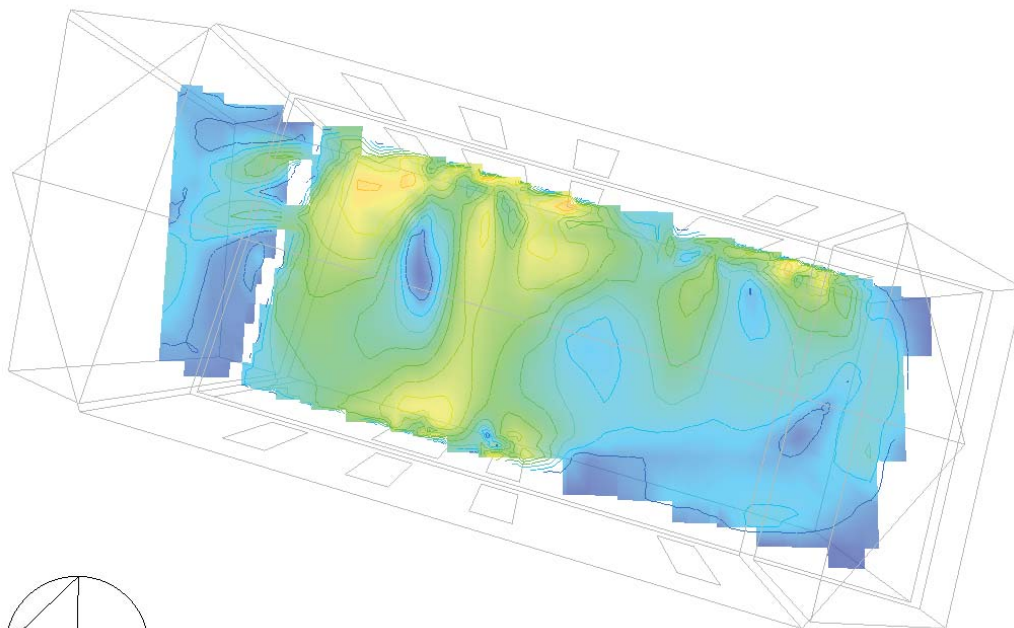
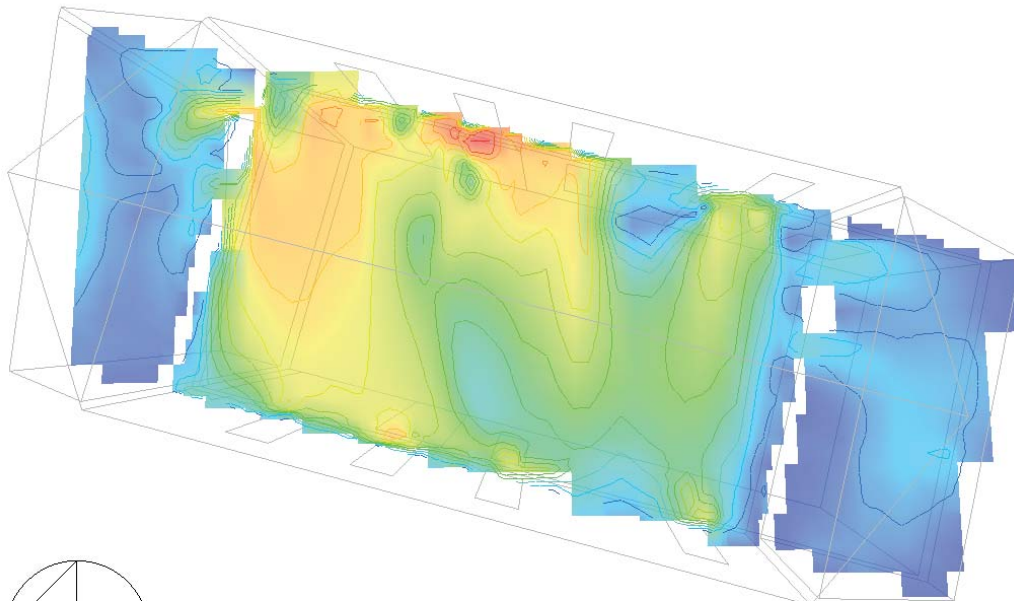


Fig.05.42.e



05.43 Viento de este 80 grados. Velocidad 1.6 m/s.

En la figura 05.43.b y c, vemos los gráficos de los vectores de velocidad y antigüedad del aire. En tanto a la velocidad observamos picos a la entrada y a la salida del aire de unos 2 m/s, esto se debe al efecto Venturi provocado por las aberturas de fachada. Distinguiremos dos zonas diferentes en el espacio interior, una primera donde se encuentra el flujo de aire que atraviesa la construcción y una segunda fuera del flujo de aire. Dentro del flujo de aire observamos velocidades en torno a 1.54 m/s, la antigüedad del aire es 8.22 s, lo que implica una renovación cada 8.22 segundos. Fuera de las zonas principales de flujo, el aire se mueve a una velocidad aproximadamente entre 0.5 y 1 m/s, siendo la antigüedad del aire entre 10 y 30 segundos, podemos hablar de una renovación intensa.

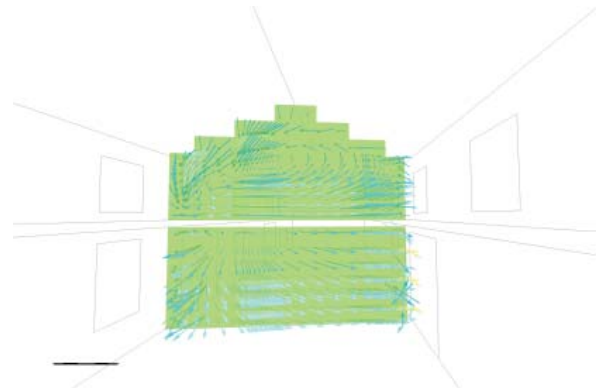


Fig.05.43.a

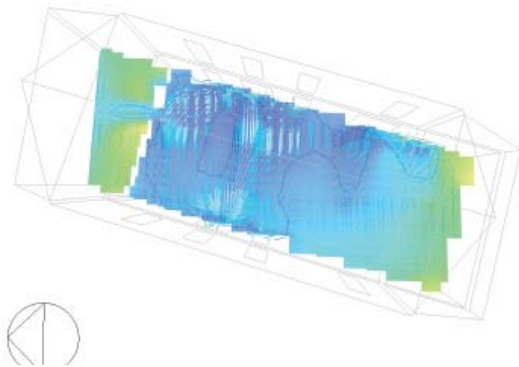


Fig.05.43.b

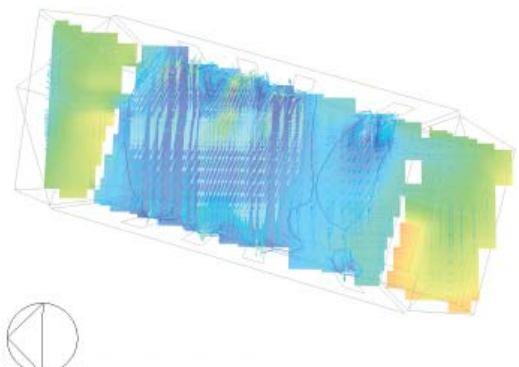


Fig.05.43.c

Velocidad	0.00	0.51	1.03	1.54	2.05	2.56	3.08	3.59	4.10	4.61	5.13	5.64 (m/s)
Antigüedad del aire	0.00	8.22	16.44	24.67	32.89	41.11	49.33	57.55	65.77	73.99	82.21	90.44 (Sec)

En los gráficos 05.43.d y e, observamos los resultados PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied), tanto de la planta baja como de la primera planta. Podemos observar con colores de fríos a cálidos el porcentaje de personas insatisfechas, siendo azules el mínimo de personas satisfechas, entorno del 5 al 20%, y los rojos el máximo número de insatisfechos, desde el 70% hasta el 100%. En este caso podemos observar que el número de insatisfechos se ha moderado respecto al anterior, debido a la moderación de la velocidad del aire. Observamos en las zonas de flujo de aire el mayor número de insatisfechos, entorno al 40 %. Mientras que en las zonas fuera del flujo de aire encontramos entorno a un 5% o 20 %, entrando ya en valores admisibles de confort. De nuevo los insatisfechos se concentran en le flujo de aire debido a su fuerte velocidad. Podemos hablar que en condiciones de 20 grados, este flujo de aire es agradable.

Fig.05.43.d

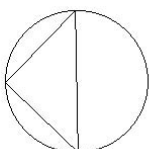
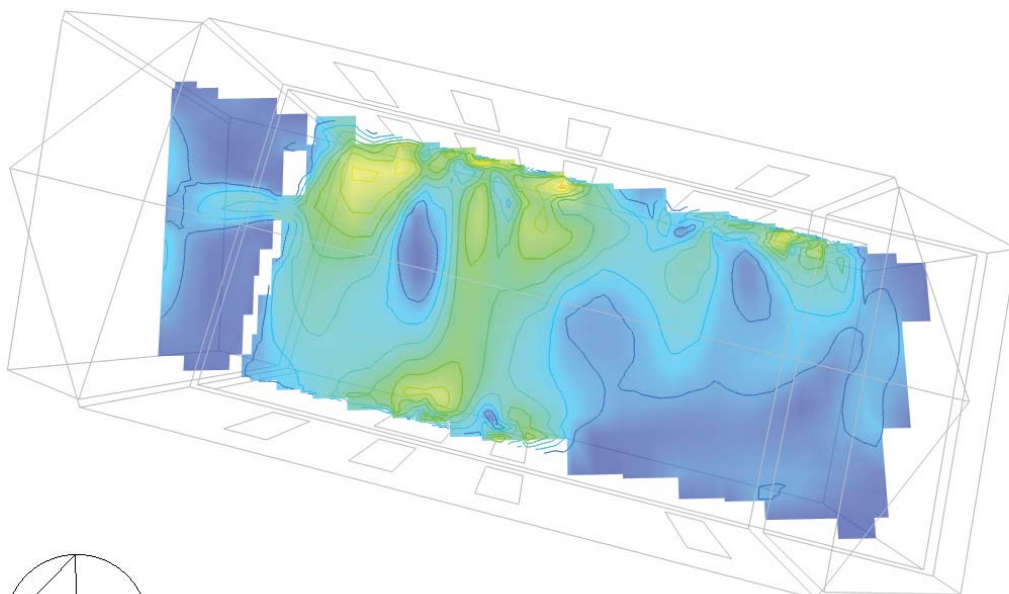
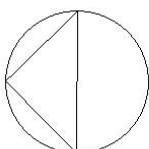
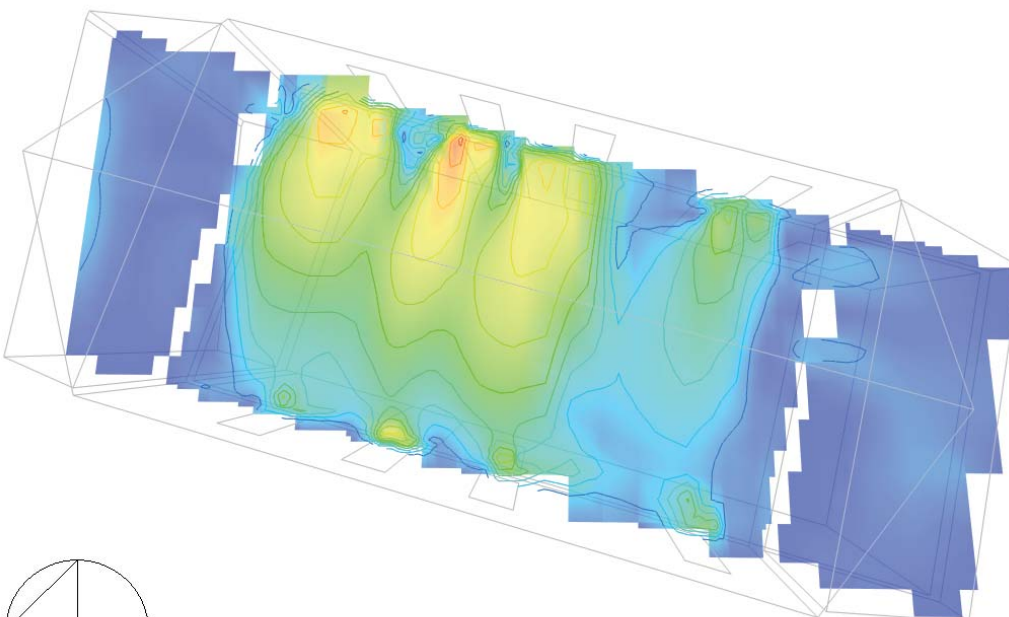


Fig.05.43.e



05.44 Viento de oeste 270 grados. Velocidad 12 m/s.

En la figura 05.44.b y c, vemos los gráficos de los vectores de velocidad y antigüedad del aire. En tanto a la velocidad observamos picos a la entrada y a la salida del aire de unos 20 m/s, esto se debe al efecto Venturi provocado por las aberturas de fachada. Distinguiremos dos zonas diferentes en el espacio interior, una primera donde se encuentra el flujo de aire que atraviesa la construcción y una segunda fuera del flujo de aire. Dentro del flujo de aire observamos velocidades en torno a 7.78 m/s, la antigüedad del aire es 7.78 segundos. Fuera de las zonas principales de flujo, el aire se mueve a una velocidad aproximadamente entre 2.5 y 5 m/s, siendo la antigüedad del aire de unos 16 segundos.

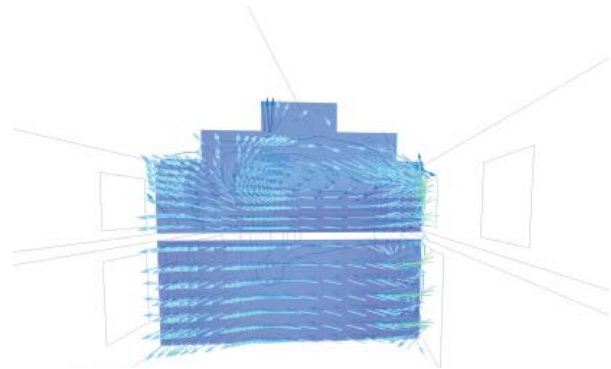


Fig.05.44.a

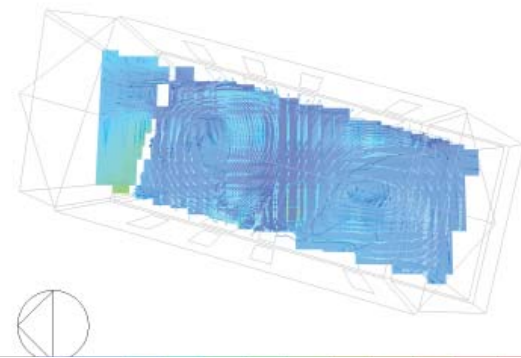


Fig.05.44.b

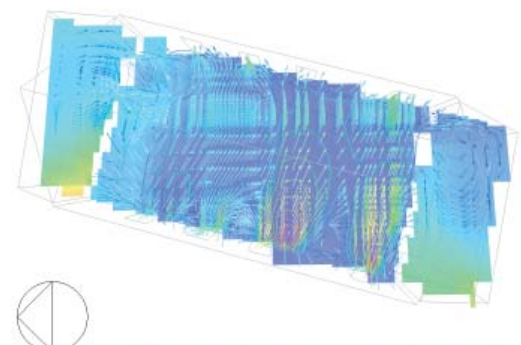


Fig.05.44.c

Velocidad	0,00	2,58	5,17	7,75	10,33	12,91	15,50	18,08	20,66	23,25	25,83	28,41	(m/s)
Antigüedad del aire	0,00	7,95	15,89	23,84	31,78	39,73	47,68	55,62	63,57	71,52	79,46	87,41	(Sec)

En los gráficos 05.44.d y e, observamos los resultados PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied), tanto de la planta baja como de la primera planta. Podemos observar con colores de fríos a cálidos el porcentaje de personas insatisfechas, siendo azules el mínimo de personas satisfechas, entorno del 5 al 20%, y los rojos el máximo número de insatisfechos, desde el 70% hasta el 100%. Observamos en las zonas de flujo de aire el mayor número de insatisfechos, entre el 70% y 90%. Mientras que en las zonas fuera del flujo de aire encontramos entorno a un 20% o 50%. Por tanto hablamos de una incomodidad generalizada, provocado por la intensa velocidad del aire.

Fig.05.44.d

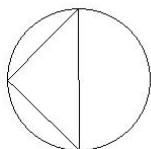
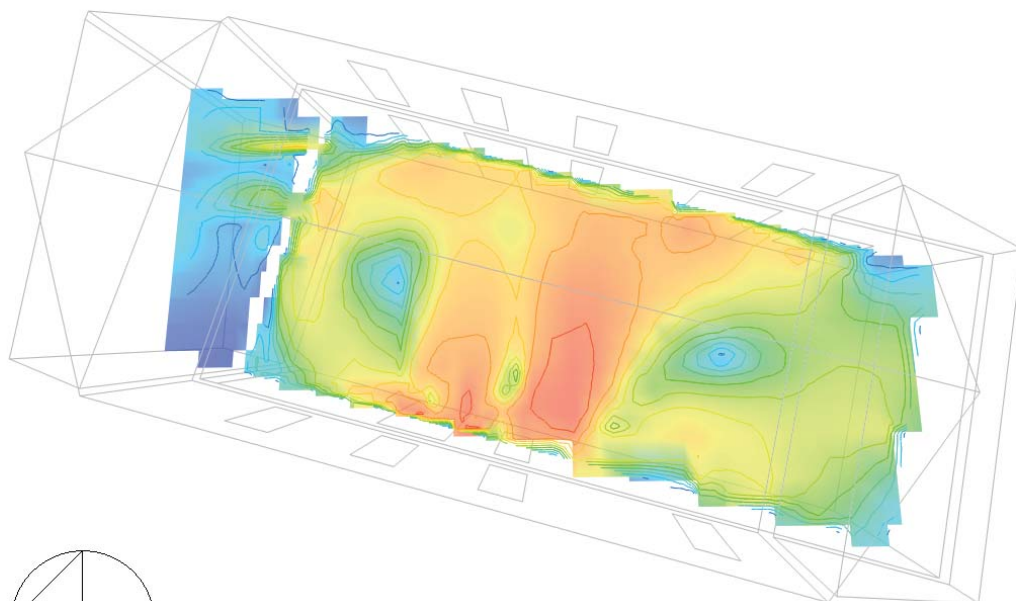
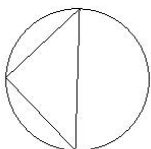
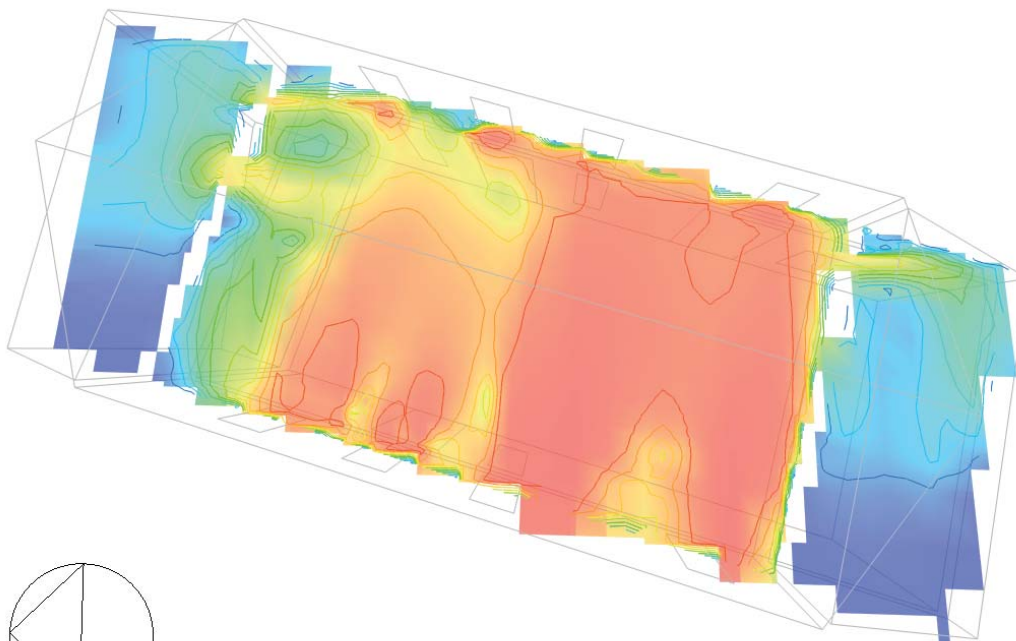


Fig.05.44.e



05.45 Viento de oeste 270 grados. Velocidad 3 m/s.

En la figura 05.45.b y c, vemos los gráficos de los vectores de velocidad y antigüedad del aire. En tanto a la velocidad observamos picos a la entrada y a la salida del aire de unos 7 m/s, esto se debe al efecto Venturi provocado por las aberturas de fachada. Distinguiremos dos zonas diferentes en el espacio interior, una primera donde se encuentra el flujo de aire que atraviesa la construcción y una segunda fuera del flujo de aire. Dentro del flujo de aire observamos velocidades en torno a 2 o 3 m/s, la antigüedad del aire es 3.73 segundos. Fuera de las zonas principales de flujo, el aire se mueve a una velocidad aproximadamente entre 0.77 y 1 m/s, siendo la antigüedad del aire de entre 12 y 22 segundos.

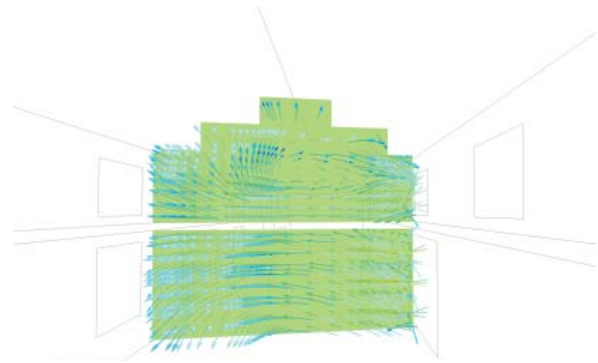


Fig.05.45.a

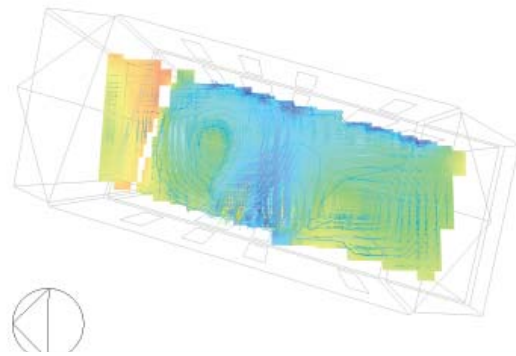


Fig.05.45.b

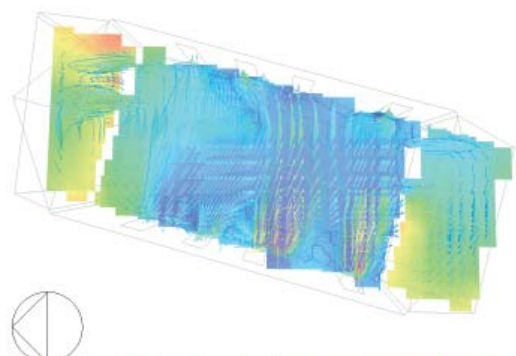


Fig.05.45.c



En los gráficos 05.45.d y e, observamos los resultados PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied), tanto de la planta baja como de la primera planta. Podemos observar con colores de fríos a cálidos el porcentaje de personas insatisfechas, siendo azules el mínimo de personas satisfechas, entorno del 5 al 20%, y los rojos el máximo número de insatisfechos, desde el 70 hasta el 100%. En este caso podemos observar que el número de insatisfechos se ha moderado respecto al anterior, debido a la moderación de la velocidad del aire. Observamos en las zonas de flujo de aire el mayor número de insatisfechos, entorno al 50 %. Mientras que en las zonas fuera del flujo de aire encontramos entorno a un 13% o 40 %. Aunque alcanzamos unos niveles de confort en planta baja, la intensidad del aire la planta superior resulta bastante incomoda.

Fig.05.45.d

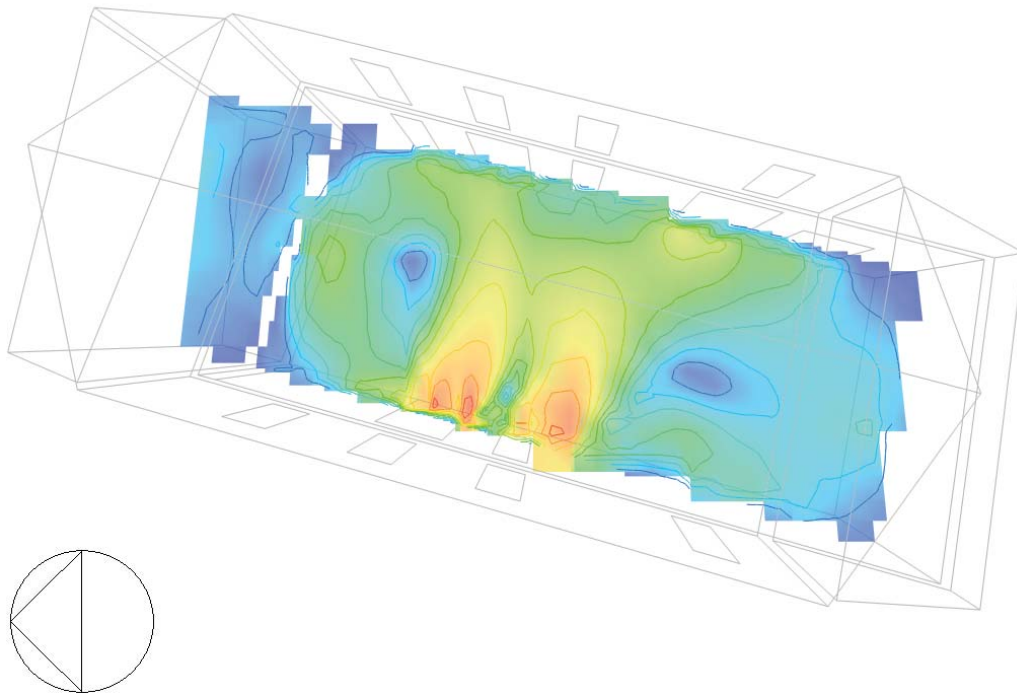
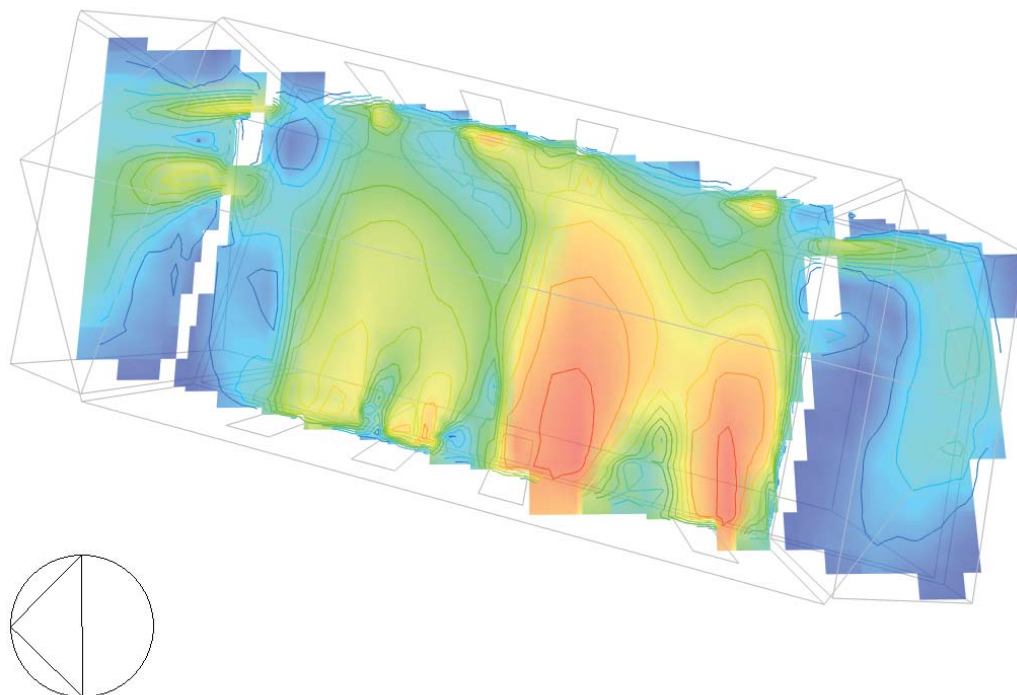


Fig.05.45.e



05.46 Viento de oeste 270 grados. Velocidad 1.6 m/s.

En la figura 05.46.b y c, vemos los gráficos de los vectores de velocidad y antigüedad del aire. En tanto a la velocidad observamos picos a la entrada y a la salida del aire de unos 4 m/s, esto se debe al efecto Venturi provocado por las aberturas de fachada. Distinguiremos dos zonas diferentes en el espacio interior, una primera donde se encuentra el flujo de aire que atraviesa la construcción y una segunda fuera del flujo de aire. Dentro del flujo de aire observamos velocidades en torno a 1.2 o 2.5 m/s, la antigüedad del aire es de unos 17 segundos. Fuera de las zonas principales de flujo, el aire se mueve a una velocidad aproximadamente entre 0.42 y 0.8 m/s, siendo la antigüedad del aire de entre 40 y 50 segundos.

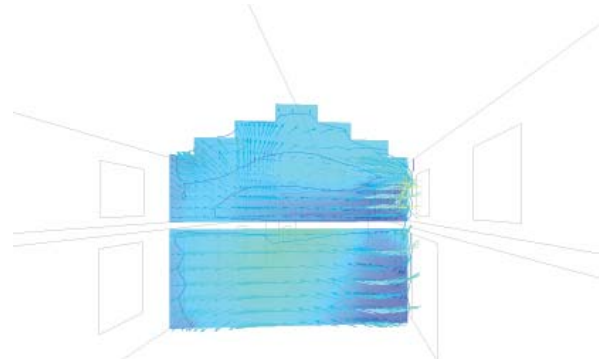


Fig.05.46.a

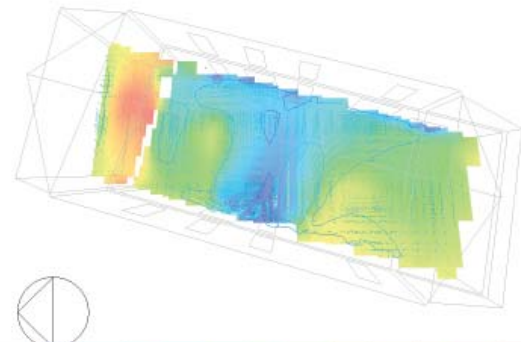


Fig.05.46.b

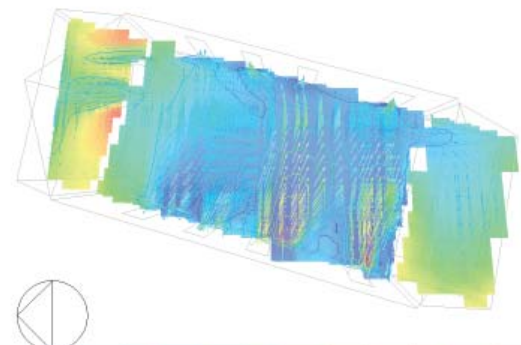


Fig.05.46.c

Velocidad	0.00	0.42	0.84	1.26	1.67	2.09	2.51	2.93	3.34	3.76	4.18	4.60	(m/s)
Antigüedad del aire	0.00	7.67	15.33	23.00	30.66	38.33	45.99	53.66	61.33	68.99	76.66	84.32	(Sec)

En los gráficos 05.46.d y e, observamos los resultados PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied), tanto de la planta baja como de la primera planta. Podemos observar con colores de fríos a cálidos el porcentaje de personas insatisfechas, siendo azules el mínimo de personas satisfechas, entorno del 5% al 20%, y los rojos el máximo número de insatisfechos, desde el 70% hasta el 100%. En este caso podemos observar que el número de insatisfechos se ha moderado respecto al anterior, debido a la moderación de la velocidad del aire. Observamos en las zonas de flujo de aire el mayor número de insatisfechos, entorno 20% en planta baja y el 40% en la superior. Mientras que en las zonas fuera del flujo de aire encontramos entorno a un 10% o 15%. Podemos observar que nos encontramos es un ambiente cercano al confort, aunque en la planta superior podremos encontrar espacios incómodos, en concreto los mas próximos a las aberturas.

Fig.05.46.d

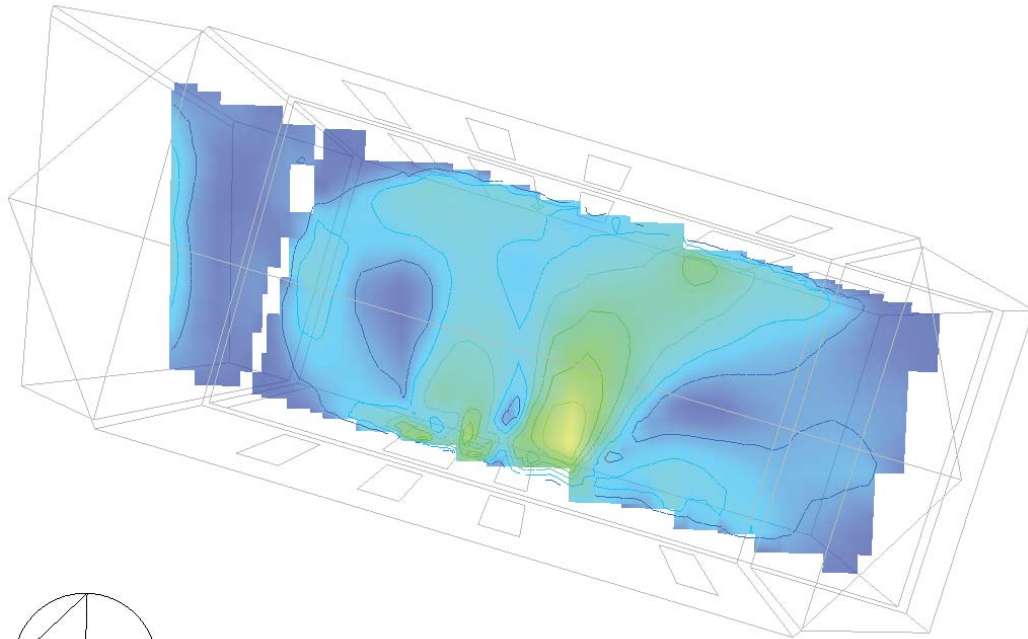
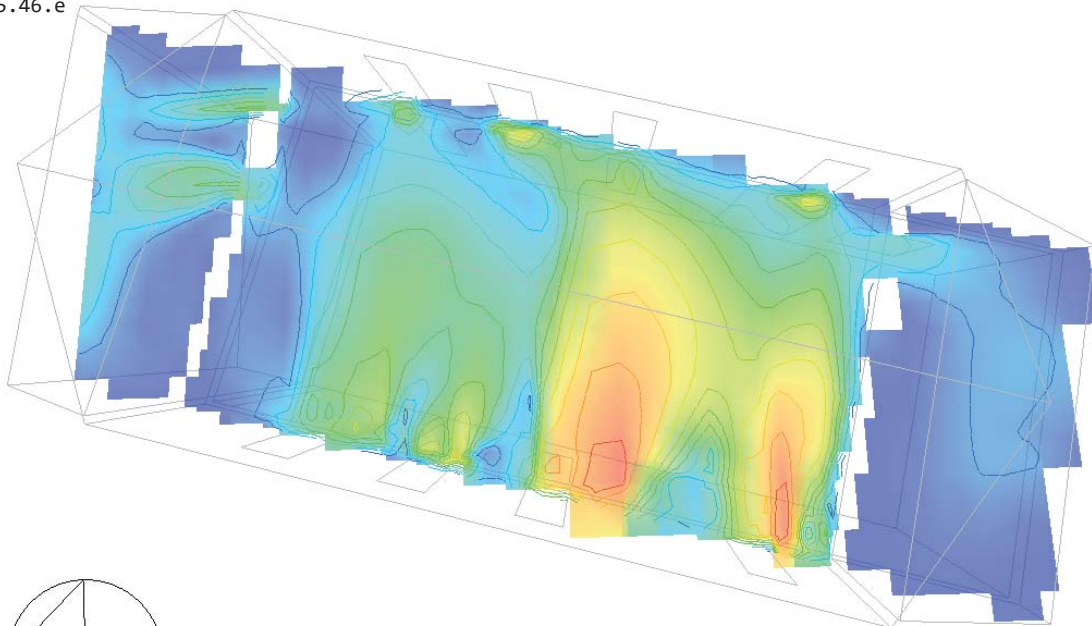


Fig.05.46.e



05.6 Comentarios. Resultados CFD interno.

05.61 Comentarios del paso del aire a través de la geometría del caso de estudio.

En primer lugar, diferenciaremos entre el comportamiento del aire en la planta baja y la planta superior. Si comparamos todas las secciones internas realizadas (05.61.a,b,c,-d,e,f), observamos que en la planta inferior el flujo de aire es prácticamente horizontal de suelo a techo. La estrechez de las ventanas que aceleran el aire, combinado con su gran altura que casi cubre la totalidad de la altura de la planta, propicia la desaparición de cualquier ciclo convectivo. Es decir, el aire se mueve de manera horizontal y no vertical, no existe ningún tipo de descarga de aire caliente hacia las partes superiores. En general, incluso en los casos de menor velocidad del aire, no aparecen ciclos convectivos en la planta inferior del aire que tenemos y su temperatura proviene del exterior.

En la planta superior encontramos una situación totalmente contrapuesta. Se observan ciclos convectivos incluso en los casos de mayor velocidad del aire. Su configuración de ventanas estrechas y bajas genera una intensa aceleración del aire, que una vez dentro se expande debido al brusco cambio de altura interior, es decir, la cota del techo está muy por encima de la cota del dintel de la ventana. Esta fuerte expansión combinada con la geometría de cubierta, a dos aguas, alimenta una convección en el interior de la planta. Tenemos ascensión natural y forzada si la intensidad del aire así lo permite, del aire caliente y descenso natural y forzado del aire más fresco.

La conclusión extraíble de esta comparativa, es que la planta superior adquiere mejores condiciones de ventilación, alimentada por la ventilación natural y por el propio ciclo convectivo, siempre girando en la misma dirección del aire. No es de extrañar que las plantas superiores fueran utilizadas de secaderos, pues reúnen las condiciones y tecnología popular para realizar esta función. Su ciclo convectivo en contacto con una cubierta recalentada y una expansión repentina del aire generar la disminución de la humedad relativa en el aire, ideal para el secado, y del mismo modo consigue condiciones higrotérmicas más adecuadas.

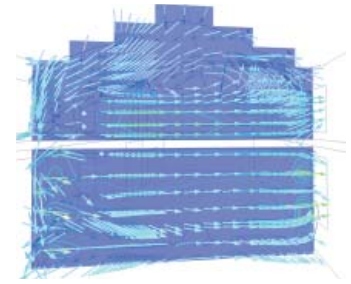


Fig.05.61.a

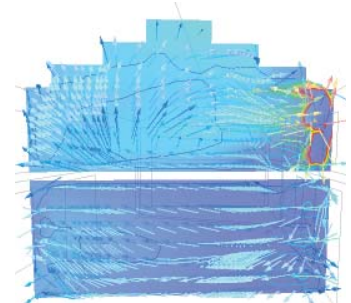


Fig.05.61.b

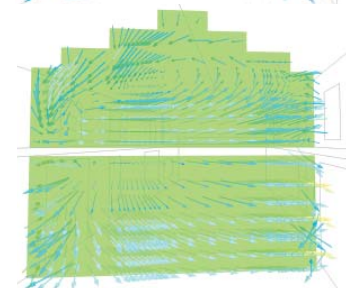


Fig.05.61.c

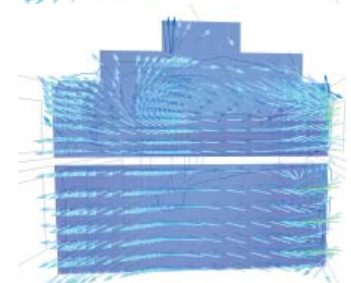


Fig.05.61.d

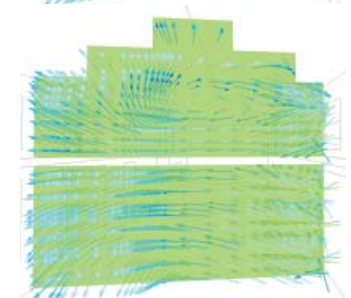


Fig.05.61.e

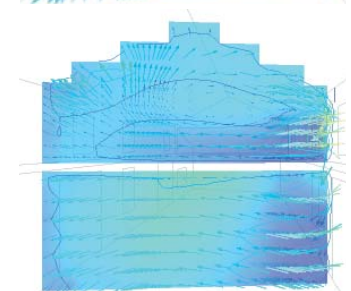


Fig.05.61.f

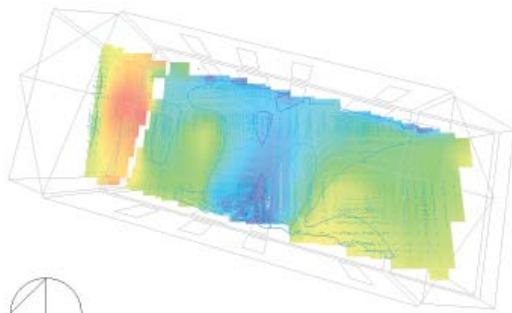


Fig.05.61.g Planta baja.

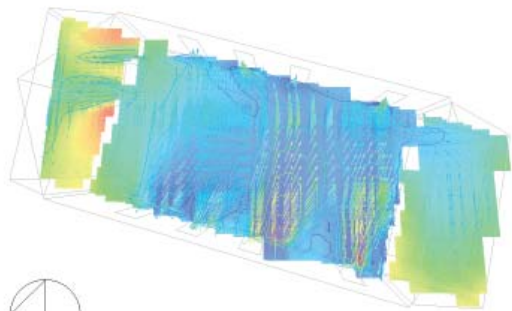


Fig.05.61.h Planta primera.

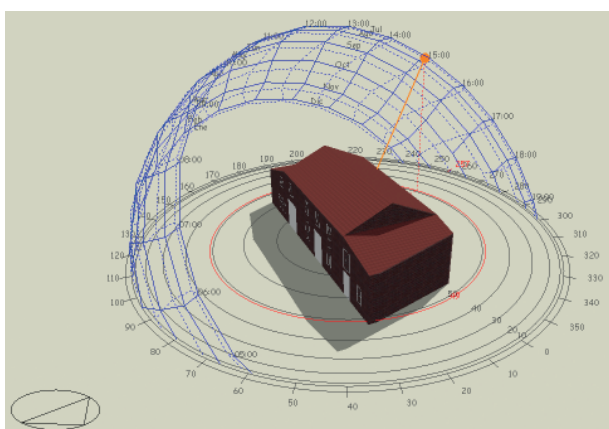
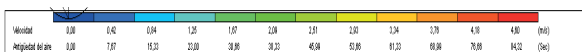


Fig.05.61.i

Dadas las características del caso de estudio, podemos analizar el comportamiento del aire cuando atraviesa una planta de huecos no simétricos, planta baja, y cuando atraviesa una construcción con huecos simétricos, la planta primera. En las imágenes 05.61.g y h podemos ver que en la planta inferior el movimiento del aire se caracteriza por formar turbulencias que bloquean la circulación cruzada del aire generando espacios donde el aire queda estancado teniendo una elevada antigüedad del aire, en comparativa, del orden de 15 segundos (05.5). Estas mismas turbulencias obstaculizan el desplazamiento del aire y su consecuente penetración dentro de la edificación, es decir, el aire entrante choca contra el aire estático del interior, dada la distribución de huecos, el aire interior no tiene forma salir, lo que provoca las turbulencias y el bloqueo de la penetración del aire entrante y el aumento de la antigüedad del aire.

Por el contrario, en la planta superior donde los huecos de las dos fachadas son simétricos, no se aprecian turbulencias que impidan el desplazamiento del aire por lo que la antigüedad del mismo es mucho menor que en la planta baja, del orden de 7 segundos (05.5). Al contrario que en la planta inferior, en esta planta el aire entrante no choca contra el interior, pues este se limita a ser empujado en la misma dirección que el aire entrante hacia el exterior. Podemos ver como la penetración del aire es mucho mayor. Luego, las fachadas simétricas entre sí, con sus huecos enfrentados facilitan la ventilación y la penetración del aire a través de la construcción.

En los análisis podemos observar dos variables de viento una más perpendicular a la fachada, el viento de oeste con 270 grados norte, y otro con un ángulo más agudo respecto a la fachada, viento de este con 80 grados norte. Teniendo en cuenta que la orientación de la alquería es de 190 grados norte, esta inclinación está orientada a captar los vientos térmicos que se forman el golfo de Valencia. La frecuencia de vientos este comprende de manera similar entre los 110 y 80 grados y los vientos oeste entre 270 y 300. Los resultados nos indican, como es lógico, que un viento más perpendicular a la fachada facilita la ventilación natural y aumenta la penetración de aire en el interior. La alquería con su dirección de 190 grados respecto al norte cuyo ángulo perpendicular al oeste es de 280 grados y al este de 100 grados, se encuentra correctamente orientada para captar los vientos mas frecuentes.

05.62 Comentarios sobre el confort higrotérmico en relación a la ventilación natural del caso de estudio.

Atendiendo a los resultados PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) podemos concluir que, en los casos de velocidad máxima y media del aire, de 12 y 3 m/s respectivamente, la situación en el interior de la alquería no es confortable, atendiendo que los porcentajes de insatisfechos rondan entre el 60% y el 90% en las zonas de corriente y entre el 40% y el 70% fuera de ellas, para el caso de más velocidad. Y entre el 50% y 60% en zona de corriente y entre el 20% y 40% fuera de ella, para el caso de velocidad media. Esto se debe a que la propia velocidad de aire resulta molesta, velocidad que también se amplifica por el efecto Venturi producido por las ventanas. Según el climograma del bienestar de Víctor Olgyay [0], la velocidad máxima admisible, en ciertas condiciones, que garantiza probablemente el confort es de entorno a 5.5 m/s, en el caso de máxima intensidad de viento las velocidades oscilan entre 7.75 y 16.8 m/s en las zonas de corriente y entre 6 y 7.15 fuera de ellas, por tanto, podemos asegurar que la situación de máxima intensidad del viento, 12 m/s, será probablemente incomoda en cualquier momento del año. En lo que concierne a la ventilación natural, en estas condiciones, no responde adecuadamente para garantizar el confort. En el caso de velocidad media, 3 m/s, aunque el porcentaje de insatisfechos (PPD) ronda valores elevados nos encontramos siempre por debajo del 50%, dado que los estudios se han realizado con la temperatura media anual, 20 grados, es probable que en los meses más cálidos, donde las temperaturas oscilan entre los 30 y 35 grados, el grado de humedad es elevado, entorno a 60%, 70%, la velocidad del aire de este caso, 3m/s, alcanzado hasta los 4.55 m/s por efecto Venturi, probablemente nos garantice una situación cercana la confort. De hecho, podemos comprobarlo en el gráfico 05.62.a, donde representamos sobre el climograma del bienestar de Olgyay[0], el día 26 de julio de 2018, con una temperatura de 33.5 grados centígrados y una humedad relativa del 70%. Podemos ver que el resultado que nos otorga es que para garantizar el confort debe de haber un viento entre 4 y 5.5 m/s, que es exactamente la intensidad registrada en este segundo caso. Por lo que, en estas condiciones, y ciñéndonos a los meses más cálidos, la ventilación natural resulta totalmente adecuada garantizando probablemente el confort.

Diferenciando entre el comportamiento de las dos plantas de la alquería, por el hecho de la simetría de huecos entre las fachadas, se puede observar, según los datos del punto 5.5 que, en las condiciones del día representado, la planta superior con huecos simétricos resulta más cómoda, realizando una ventilación más intensa, registrando una velocidad mayor y una antigüedad del aire menor.

Respecto al tercer caso, donde se estudia las condiciones de velocidad del aire mínima de 1.6 m/s, según los datos obtenidos del análisis PPD, nos encontramos entre el 30% y el 50 % de insatisfechos dentro de las zonas de corriente, donde el aire alcanza los 2.51 m/s, por efecto Venturi. Y en las zonas fuera de la corriente se registran entre el 6% y 20 % de insatisfechos. Según el ASHRAE 55, que recomienda entorno o inferior al 10% de insatisfechos [0]. Según esto último, no podríamos garantizar el confort, en su totalidad, dentro de la construcción, no obstante, de nuevo, el estudio se ha realizado con tempera media anual de 20 grados. Probablemente en los meses más moderados y cálidos, esta velocidad del aire resulta bastante confortable. 1.6 m/s de velocidad del aire, estamos hablando de una brisa agradable, probablemente de origen térmico, que se vea acelerada a lo largo del día. Si comprobamos de nuevo un día sobre el climograma de Olgyay, figura 0.5.62.a, el día 16 de agosto de 2018, con una temperatura de 28 grados centígrados y una humedad relativa del 80%, podemos ver que la velocidad del viento necesaria para garantizar el confort está en torno a 1 m/s, por lo que esta velocidad del aire sí que resultaría agradable. Podemos concluir que, en este caso de velocidad mínima del aire, la ventilación natural resulta efectiva en ciertas condiciones. Condiciones que se recogen Durante gran parte del año.

Por último, si comparamos los días analizados en el climograma de Olgyay, con una representación de estos mismos días sobre el climograma de bienestar de Givoni, figura 05.62.b, podemos observar que los días no cumplirían las condiciones de confort, que se atribuyen a las condiciones de ventilación natural. Esto es así por que el climograma de Givoni esta realizado sobre una velocidad del aire de 1.5 m/s, y no podemos representar sobre él, ni tener en cuenta la velocidad del aire real que la ventilación natural tiene. Es decir, no podemos considerar el efecto real de la ventilación natural.

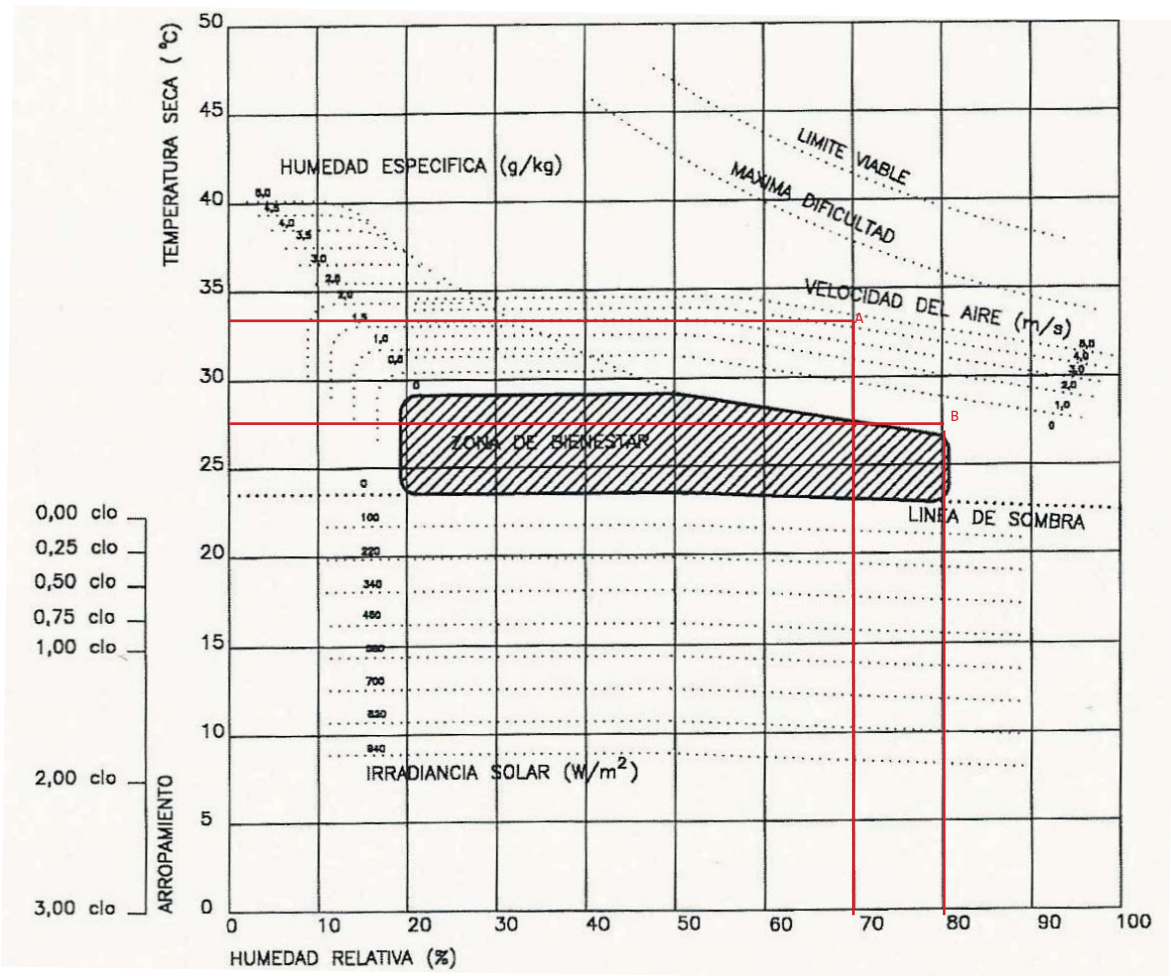


Fig.05.62.a: Climograma de bienestar higrotérmico de Olgyay. A, 26 de julio de 2018. B, 16 de agosto de 2018.

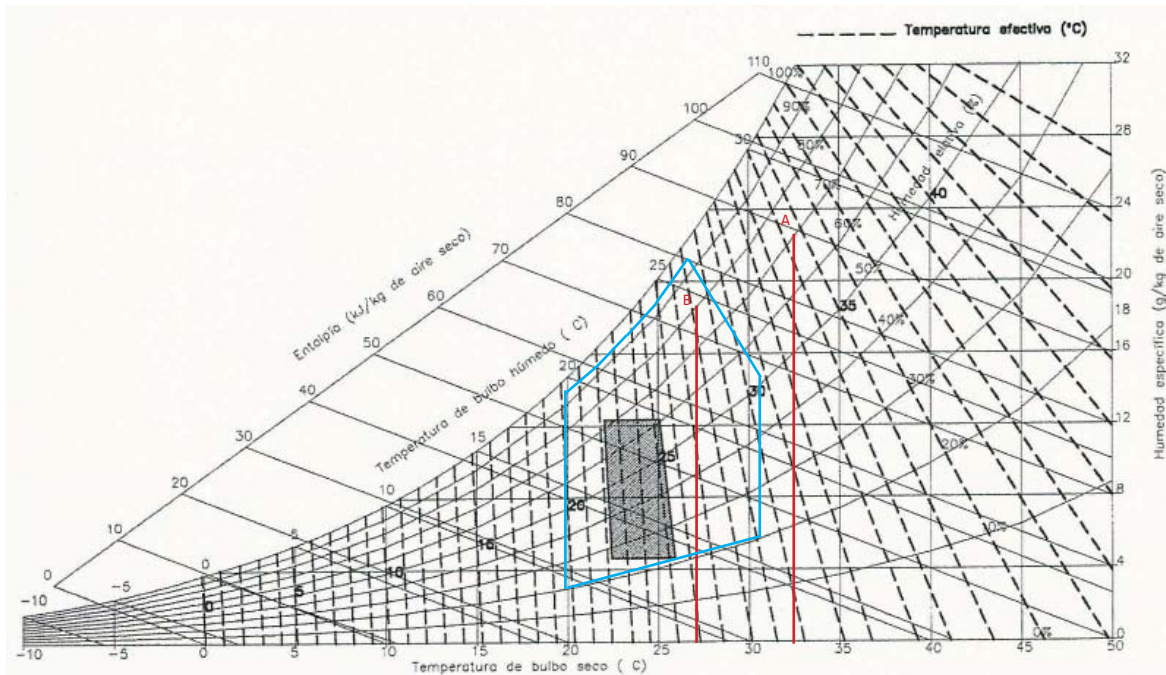


Fig.05.62.b Climograma de Givoni. A, 26 de julio de 2018. B, 16 de agosto de 2018. Azul, zona de confort.

06. Conclusiones.

Las conclusiones extraíbles del estudio se pueden dividir en varios grupos. Las derivadas del comportamiento del aire frente a la alquería, las derivadas del estudio de la ventilación natural y del confort en su interior, y las posibles recomendaciones, utilidades o puntos a estudiar de manera más pormenorizada.

CONCLUSIONES DEL COMPORTAMIENTO DEL AIRE EN EL CASO DE ESTUDIO.

- La orientación de las alquerías de L'horta Nord, entorno a 190 grados respecto al norte, resulta ideal para captar los vientos térmicos de la región.
- El tipo de aberturas y su disposición en fachada, en concreto las de la tipología de estudio de alquería compacta, son adecuadas para acentuar el efecto Venturi, por tratarse de ventanas altas y estrechas.
- La planta alta, destinada inicialmente como secadero, reúne las condiciones para realizar dicha actividad, del mismo modo que genera un espacio de confort óptimo.

CONCLUSIONES SOBRE LA VENTILACIÓN NATURAL EN EL CASO DE ESTUDIO.

- La ventilación natural resulta adecuada en la región la gran parte del año, incluso más horas de las descritas según el climograma de Givoni, puesto que los vientos medios son de mayor velocidad que la velocidad que se considera en el diagrama. Se podría aprovechar la ventilación natural desde mediados de marzo hasta mediados de octubre.
- Dada la orientación de la alquería, la ventilación natural se produce de manera adecuada prácticamente todo el año. La alquería, perdiendo su utilidad agraria, resulta una construcción agradable de habitar gracias a este hecho. Cabe recalcar la importancia que tiene que los usuarios sepan y puedan controlar la circulación del aire.

RECOMENDACIONES, UTILIDADES Y PUNTOS DE INTERÉS A ESTUDIAR.

- La orientación de 190 grados respecto al norte, es recomendable para buscar la captación de los vientos, en cualquier construcción con dicho interés, en esta región.
- Los techos con gran altura y con cubierta inclinada parecen favorecer la aparición de ciclos convectivos, útiles para la refrigeración del aire interior.
- La disposición de fachadas simétricas donde el aire pueda seguir direcciones perpendiculares a la construcción, parece favorecer la ventilación natural, de hecho, aparentemente y a falta de un estudio concreto de este fenómeno, se podrían asumir grosos de pastillas construidas por encima de los 12 metros teniendo una ventilación natural efectiva.
- Como se describe en el punto 04.4, es más adecuado realizar los análisis CFD internos mediante el método de límites CFD que por el de ventanas abiertas. La posibilidad de introducir la dirección con la que entra el aire resulta esencial para obtener resultados fidedignos con la realidad.
- Dado un clima donde se demuestre que la ventilación natural es adecuada durante un gran número de horas, sería recomendable realizar un estudio de vientos, para definir la orientación y representar sobre el climograma de Olgyay, puesto que solo con este climograma podremos validar la condiciones de ventilación natural, pudiendo abarcar menos horas por tener baja intensidad de vientos en la región o, como en este caso, las horas donde la ventilación natural resulta adecuada puedan verse duplicadas debido a que la intensidad del viento es mayor a las que considera el climograma de Givoni, normalmente el más usado.
- Una vez más, se demuestra que la arquitectura popular contiene las claves para realizar construcciones más eficientes con su entorno. Sería de interés, que antes de iniciar cualquier proyecto, realizar un estudio de la arquitectura popular de la zona de emplazamiento. Nos aportará datos necesarios para abordar los proyectos de manera orgánica y respetuosa con su entorno. La combinación de la ciencia popular y las tecnologías actuales, nos garantizan construcciones con la máxima eficiencia energética a la par que el confort de los usuarios, se define de nuevo la arquitectura popular como arquitectura verdaderamente bioclimática y su estudio como uno de los principales axiomas del bioclimatismo.

.

Agradecimientos.

Agradecimientos al Departamento de Física Aplicada de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Valencia, por la cesión del laboratorio de trabajo, los equipos informáticos y las licencias de programas. Aporte vital y necesario que sin él, no habría sido posible llevar acabo este trabajo. Especial agradecimiento a Ignacio Guillem, tutor de este trabajo final de grado.

Agradecimiento, en especial, a Fernando, dueño de la Alquería Diego. Gracias por abrirnos las puertas de la preciosa casa donde te criaste y por mantener vivo su recuerdo y su historia, que, aunque propia, forma parte de la historia común de esta tierra.

.

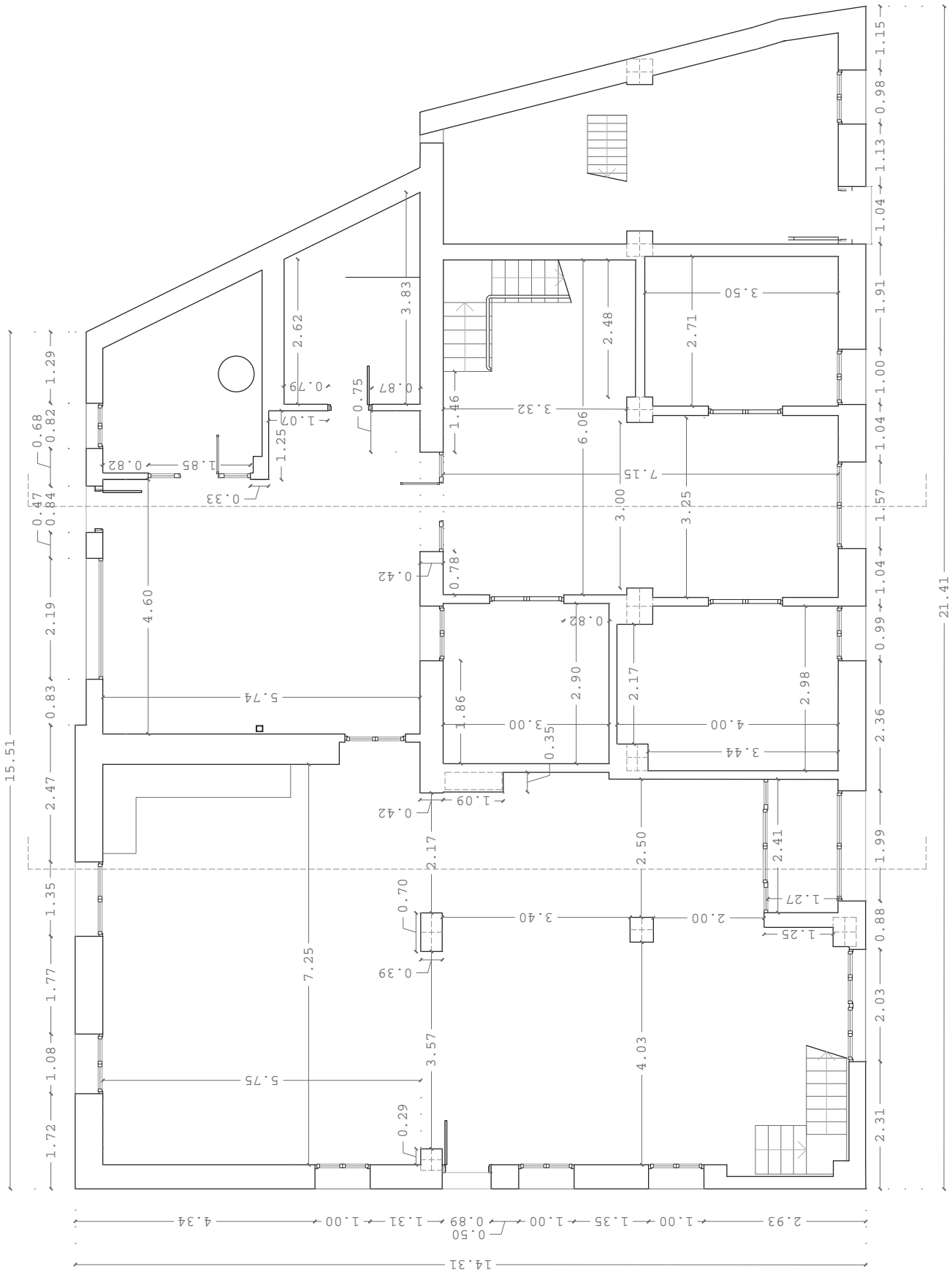
Índice de figuras.

- 01.2.a Imagen propia.
 01.2.b Imagen propia.
 01.2.c Imagen propia.
 01.2.d Imagen propia.
 01.31 Enlace web [13].
 01.321.a Bibliografía [2] pág. 76.
 01.321.b Bibliografía [2] pág. 79.
 01.321.c Bibliografía [2] pág. 79.
 01.321.d Bibliografía [2] pág. 81.
 01.321.e Bibliografía [2] pág. 81.
 01.322.a Bibliografía [2] pág. 87.
 01.322.b Bibliografía [2] pág. 90.
 01.322.c Bibliografía [2] pág. 90.
 01.322.d Bibliografía [2] pág. 91.
 01.322.e Bibliografía [2] pág. 91.
 01.323.a Bibliografía [2] pág. 67.
 01.323.b Bibliografía [2] pág. 105.
 01.41.a Bibliografía [4] pág. 233.
 01.41.b Bibliografía [4] pág. 241.
 01.42 Bibliografía [11] pág. 22-23.
 01.43 Bibliografía [4] pág. 249.
 01.44 Captura aplicación Climate Consultant.
- 02.2.a Bibliografía [6] pág. 122.
 02.3.a Bibliografía [6] pág. 88.
 02.4.a Imagen propia.
 02.4.b Imagen propia.
 02.5.a Imagen propia.
- 03.2.a Bibliografía [6] pág. 177.
 03.3.a Planimetría propia.
 03.3.b Imagen propia.
- 04.3 Bibliografía [1] pág. 501.
 04.4.a Captura programa DesingBuilder.
 04.4.b Captura programa DesingBuilder.
 04.4.c Captura programa DesingBuilder.
 04.5.a Captura programa DesingBuilder.
 04.5.b Captura programa DesingBuilder.
 04.5.c Planimetría propia.
 04.6.a Captura programa DesingBuilder.
 04.6.b Captura programa DesingBuilder.
 04.6.c Captura aplicación Climate Consultant.
 04.6.d Captura aplicación Climate Consultant.
 04.6.e Captura aplicación Climate Consultant.
 04.6.f Captura aplicación Climate Consultant.
- 05.2.a Captura programa DesingBuilder.
 05.2.b Captura programa DesingBuilder.
 05.2.c Captura programa DesingBuilder.
 05.2.d Captura programa DesingBuilder.
 05.2.e Captura programa DesingBuilder.
 05.2.f Captura programa DesingBuilder.
 05.3.a Tabla Excel propia.
 05.3.b Tabla Excel propia.
 05.3.c Tabla Excel propia.
 05.3.d Tabla Excel propia.
 05.3.e Tabla Excel propia.
 05.3.f Tabla Excel propia.
 05.41.a Captura programa DesingBuilder.
 05.41.b Captura programa DesingBuilder.
 05.41.c Captura programa DesingBuilder.
 05.41.d Captura programa DesingBuilder.
 05.41.e Captura programa DesingBuilder.
 05.42.a Captura programa DesingBuilder.
 05.42.b Captura programa DesingBuilder.
 05.42.c Captura programa DesingBuilder.
 05.42.d Captura programa DesingBuilder.
 05.42.e Captura programa DesingBuilder.
 05.43.a Captura programa DesingBuilder.
 05.43.b Captura programa DesingBuilder.
 05.43.c Captura programa DesingBuilder.
 05.43.d Captura programa DesingBuilder.
 05.43.e Captura programa DesingBuilder.
 05.44.a Captura programa DesingBuilder.
 05.44.b Captura programa DesingBuilder.
 05.44.c Captura programa DesingBuilder.
 05.44.d Captura programa DesingBuilder.
 05.44.e Captura programa DesingBuilder.
 05.45.a Captura programa DesingBuilder.
 05.45.b Captura programa DesingBuilder.
 05.45.c Captura programa DesingBuilder.
 05.45.d Captura programa DesingBuilder.
 05.45.e Captura programa DesingBuilder.
 05.46.a Captura programa DesingBuilder.
 05.46.b Captura programa DesingBuilder.
 05.46.c Captura programa DesingBuilder.
 05.46.d Captura programa DesingBuilder.
 05.46.e Captura programa DesingBuilder.
 05.5 Tabla Excel propia.
 05.61.a Captura programa DesingBuilder.
 05.61.b Captura programa DesingBuilder.
 05.61.c Captura programa DesingBuilder.
 05.61.d Captura programa DesingBuilder.
 05.61.e Captura programa DesingBuilder.
 05.61.f Captura programa DesingBuilder.
 05.61.g Captura programa DesingBuilder.
 05.61.h Captura programa DesingBuilder.
 05.61.i Captura programa DesingBuilder.
 05.62.a Bibliografía [4] pág. 246.
 05.62.b Bibliografía [4] pág. 241.

Bibliografía.

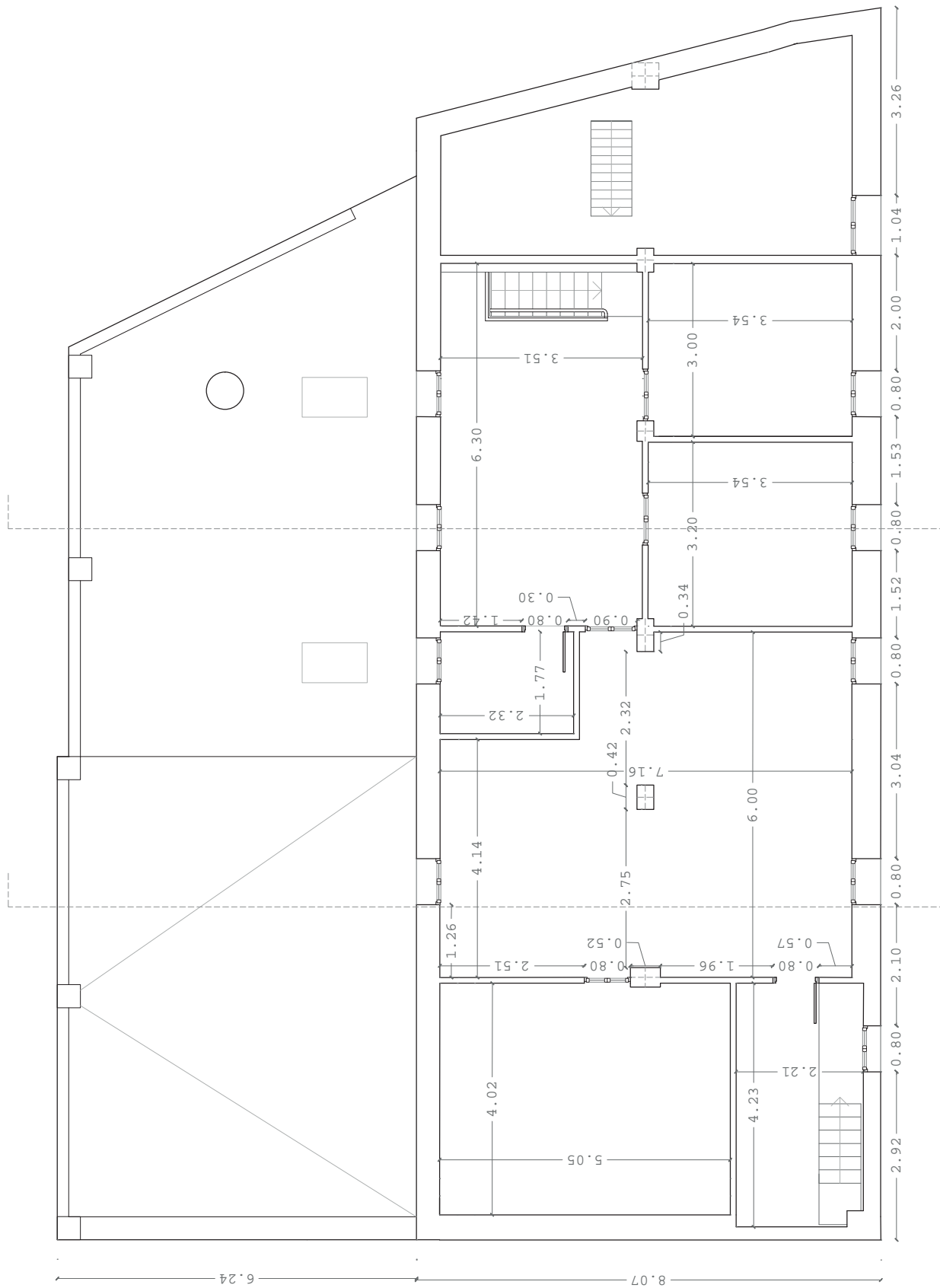
- [1] Arturo Ordoñez García. 03/03/2017. "Manual de ayuda DesingBuilder en español". Sol.arq http://files.designbuilder.cl/200000040-92fe693f9f/ManualDB-Espa%C3%B1ol_2014-12-03.pdf
- [2] A.J.Pérez Cueva. 1994. "Atlas Climático de la Comunidad Valenciana". Valencia. GENERALITAT VALENCIANA. Coselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transport.
- [3] DesingBuilder Simulation and CFD training guide. CFD calculation and convergence capitulo 19 Computational Fluid Dynamics (CFD). pp. 162-163. http://www.desingbuildersoftware.com/docs/desigbuilder/DesingBuilder_2.1_Users-Mnaula_Ltr.pdf. (Acceso: 15 de Abril de 2018).
- [4] F.Javier Neila González. 2004. "Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible". Madrid. Munilla-Leira.
- [5] J.Waewsak. Computational Fluid Dynamics. 2006. Thaksin Science Journal. Vol.1, pp. 32-42. Songkhla, Tailandia.
- [6] Miguel del Rey Aynat + el.al. 2002. "Alqueries. Paisatge i arquitectura en l'horta". Valencia. GENERALITAT VALENCIANA. Consell Valencià de Cultura.
- [7] Miguel Mora-Pérez, Ignacio Guillen-Guillamón, Gonzalo López-Patiño y Petra Amparo López-Jimenez. 29 de Agosto de 2016. "Natural Ventilation Building Desing Approach in Mediterranean Regions-A Case Study at the Valencian Coastal Regional Scale". Valencia. Sustainability. <http://www.mdpi.com/journal/sustainability>
- [8] Pakasith Phonekeo, Petra Amparo López-Jimene y Ignacio Guillen-Guillamón. 2016. "CFD model using for natural ventilation study in the local building of hot-humid climate in Vientiane Capital. Lao PDR". Valencia. Internatinal Journal of Energy and Enviroment. <http://www.IJEE.IEEFoundation.or>
- [9] R.Letan, V.Dubovsky, G.Ziskind. 2003. "Passive ventilation and heating by natural convection in a multi-storey building". Building and Enviroment. Vol.38, pp. 197-208.
- [10] V.Dubovsky, G.Ziskind, S.Druckman, E.Mochka, Y.Weiss, R.Letan. 2001. "Natural convection inside ventilated enclosure heated by dwnward-facing plate: experiments and numerical simulations". International Journal of Heat and Mass Transfer. Vol.44(16), pp, 3155-68.
- [11] Victor Olgyay.2008. "Arquitectura y CLima. Manual de diseño bioclimático para el arquitecto y urbanista". Barcelona. Gustavo Gili.
- [12] Ergonomics of the thermal environment -- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. ISO 7730:2005
- [13] <https://1.bp.blogspot.com/-fNe5LLrnJRE/Vrt8EMKeK6I/AAAAAAAAAWE/yei2Sc3c3NI/s640/img145.jpg>

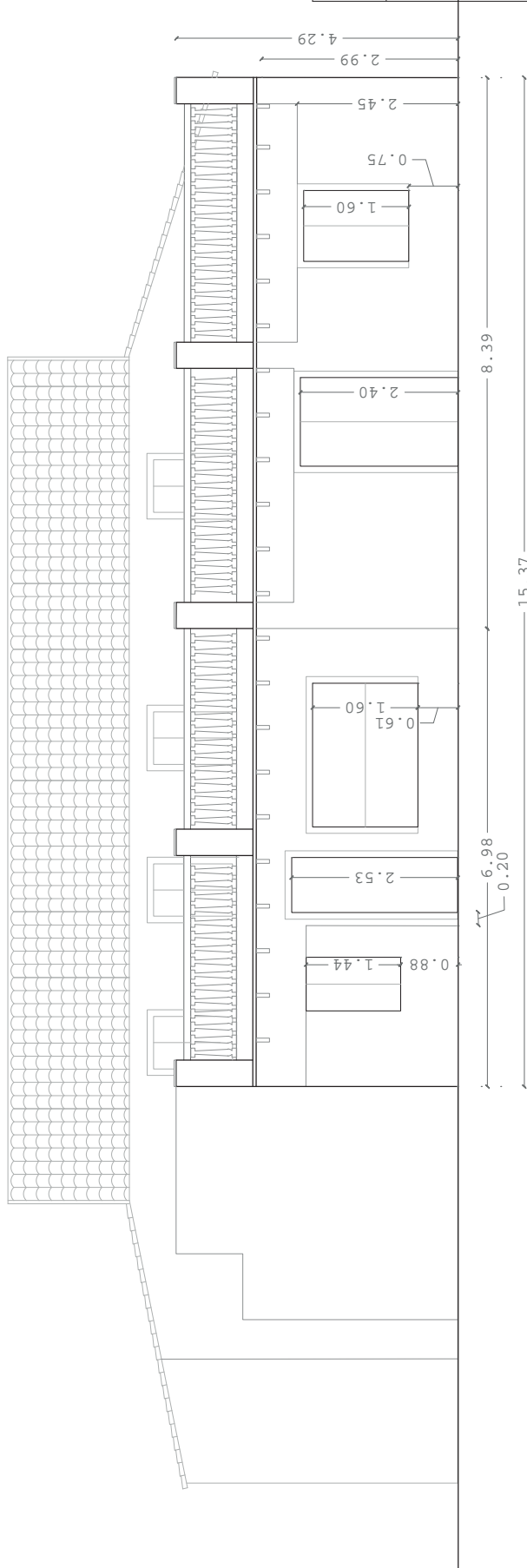
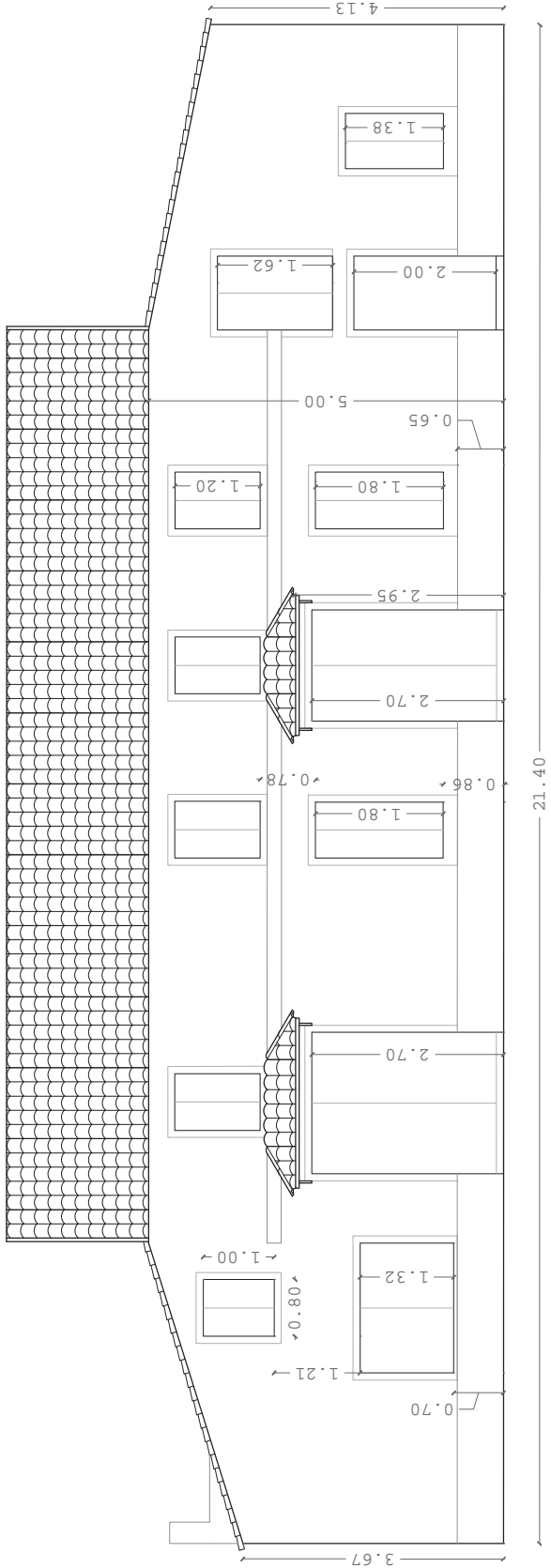
Anejo 01. Planimetría.



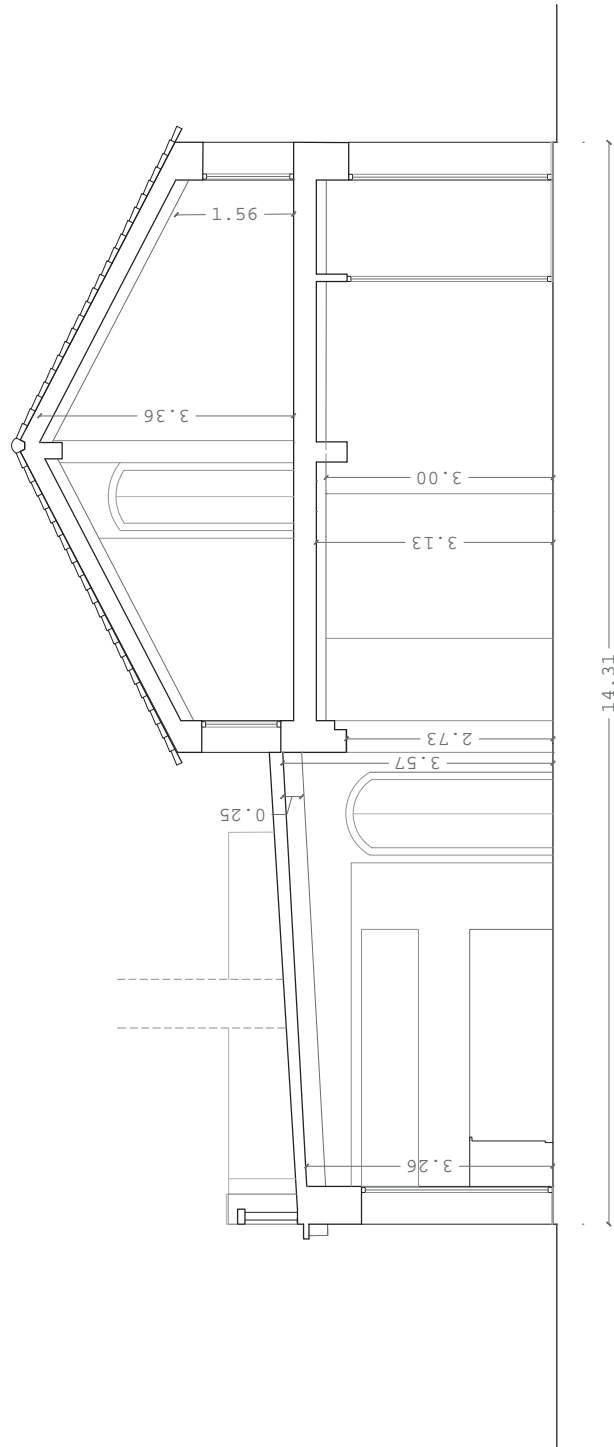
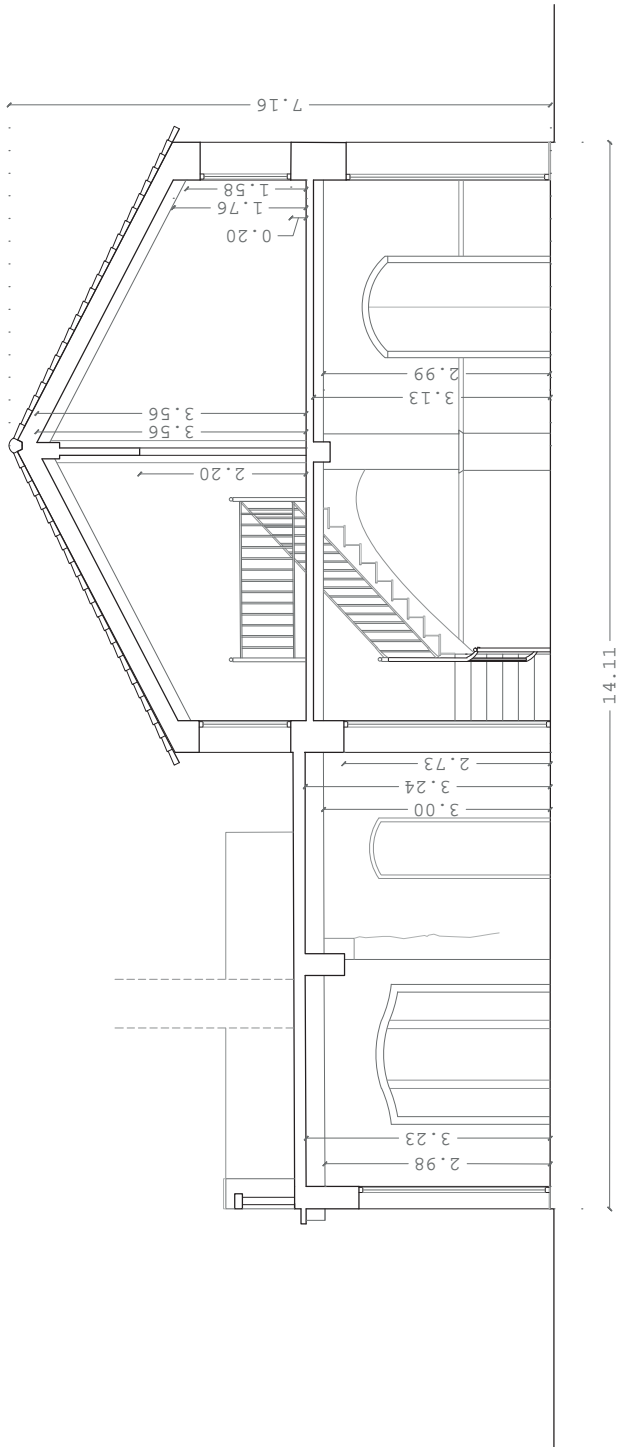
Escala 1:100
Situación ALQUERÍA DIEGO Partida de Saboia,90
L 1 2018 Planta baja.

Escala 1:100	Situación ALQUERÍA DIEGO Partida de Saboia,90
L 2 2018	Planta primera.

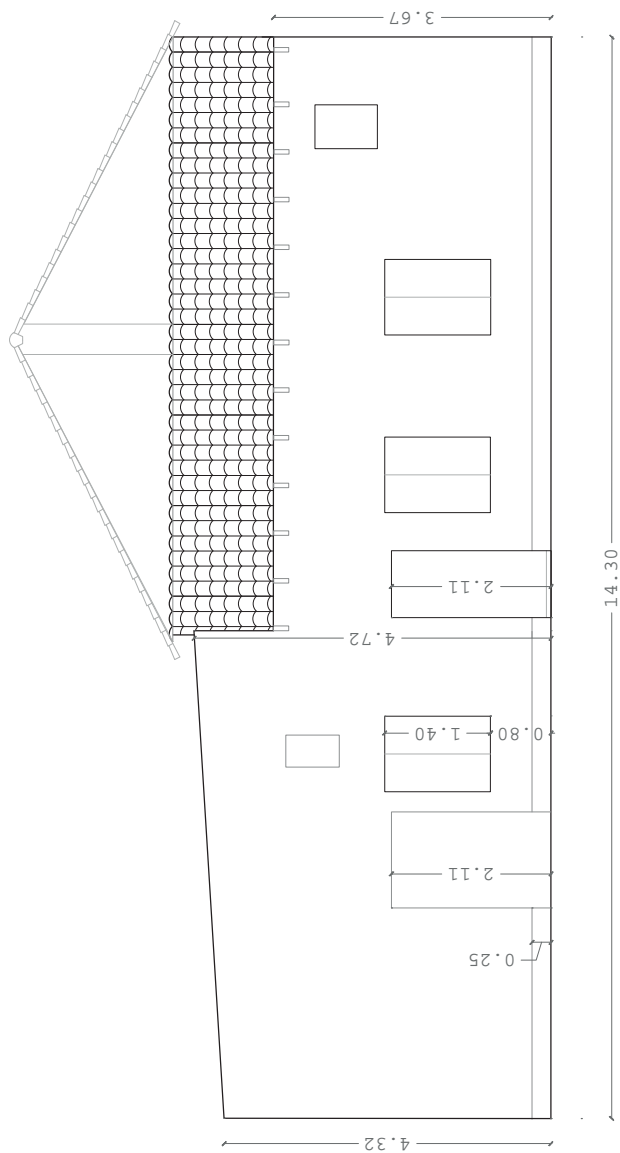




Escala 1:100	Situación	Partida de Saboia,90	L 3 2018
ALQUERIA DIEGO			
Alzados este y oeste.			



Escala 1:100	Situación	Partida de Saboia,90
	ALQUERÍA DIEGO	
		L 5 2018
		Secciones.



Escala 1:100	Situación	L 4 2018
	ALQUERÍA DIEGO	
	Partida de Saboia,90	
		Alzado sur.