



# LABORATORI DEL CENTRE DE MEDI AMBIENT

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

PROYECTO PARA EL ESTUDIO DE LA MEJORA DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA ZONA DE FOSOS DE RECEPCIÓN DE RESIDUOS CON EL FIN DE MINIMIZAR EL IMPACTO POR OLOR AL EXTERIOR

Entidad solicitante: **ECOPARC CAN MATA S.L.**

## INFORME 01



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Laboratori del Centre de Medi Ambient



BARCELONA JULIO 2017



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	p1
2. FASES DEL PROYECTO	p1
3. METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS DIFERENTES FASES DE EVALUACIÓN	p3
3.1. Elaboración del modelo exterior	p3
<i>Años de modelización</i>	p5
3.2. Elaboración del modelo interior	p5
4. BASE DE DATOS SISTEMA DE VENTILACIÓN NAVE DE RECEPCIÓN	p6
5. RESULTADOS DE LAS DIFERENTES FASES	p6
5.1. Resultados de la Fase I	p6
EFECTO DEL VIENTO Y PERFIL DE PRESIONES SOBRE EL EXTERIOR DEL EDIFICIO DE RECEPCIÓN	p6
TOPOGRAFÍA	p7
EDIFICACIONES DEL CONJUNTO DEL ECOPARC DE CAN MATA	p7
CONDICIONES METEOROLÓGICAS EXTERNAS CON POTENCIAL PRODUCCIÓN DE EPISODIOS DE OLOR EN ZONAS HABITADAS	p13
ESTUDIO DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA	p13
RESULTADOS DE MODELO EXTERNO	p21
PERFIL DE PRESIÓN	p21
ESCENARIO 1: VIENTO DEL NORTE $1\text{ms}^{-1}$	p22
ESCENARIO 2: VIENTO DEL SUR $1\text{ms}^{-1}$	p24
ESCENARIO 3: VIENTO DEL ESTE $1\text{ms}^{-1}$	p25
ESCENARIO 4: VIENTO DEL OESTE $1\text{ms}^{-1}$	p26
ESCENARIO VELOCIDAD DE VIENTO: $4\text{ms}^{-1}$	p29
ESCENARIO 5: VIENTO DEL NORTE $4\text{ms}^{-1}$	p30
ESCENARIO 6: VIENTO DEL SUR $4\text{ms}^{-1}$	p30
ESCENARIO 7: VIENTO DEL ESTE $4\text{ms}^{-1}$	p31
ESCENARIO 8: VIENTO DEL OESTE $4\text{ms}^{-1}$	p32
5.2. Resultados Fase II	p33
MODELO DEL INTERIOR DEL EDIFICIO DE RECEPCIÓN	p33
CONDUCTO SOBRE PUERTAS. RESULTADOS	p35
5.3. Resultados Fase 3	p46
DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE PRESIONES EN AUSENCIA DE MOVIMIENTO DE AIRE.	p46
ESCENARIO PUERTAS CERRADAS Y RENDIJAS EN LA PARTE INFERIOR DE 6 PUERTAS.	p48
ESCENARIO PUERTAS CERRADAS Y RENDIJAS EN LA PARTE INFERIOR DE 8 PUERTAS: F3 A F10.	p48
ESCENARIO PUERTAS CERRADAS Y RENDIJAS EN LA PARTE INFERIOR DE LAS MISMAS: 17 PUERTAS.	P51
ESCENARIO 1 PUERTA ABIERTA.	P53
SOBREPRESIÓN INTERIOR-EXTERIOR.	p55
PERFIL DE TEMPERATURA	p56
6. RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.	p58



<i>Resultados del estudio de dispersión de contaminantes:</i>	<i>p58</i>
<i>Resultados del modelo exterior de los edificios obtenidos con el programa de computación fluidodinámica COMSOL:</i>	<i>p59</i>
<i>Resultados de los modelos de conducto individuales:</i>	<i>p59</i>
<i>Resultados del modelo interior de la nave de recepción:</i>	<i>p59</i>
<i>Presiones interior-exterior de la nave de recepción:</i>	<i>p60</i>
CONCLUSIONES	p60
ANEXO I: PLANO SINÒPTICO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN DEL ECOPARC DE CAN MATA	
ANEXO II: PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS Y VENTILACIÓN	
<i>GEOMETRÍA CONDUCTO DE PUERTAS</i>	
<i>GEOMETRÍA DEL EDIFICIO DE RECEPCIÓN</i>	



## FIGURAS

Figura 1. Aberturas existentes en las puertas de descarga	p2
Figura 2. Modelo generado con el programa COMSOL Multiphysics Software para la evaluación del impacto del aire exterior	p6
Figura 3. Topografía de detalle de la zona donde se ubican las instalaciones	p7
Figura 4. Vistas de las instalaciones del Ecoparc de Can Mata	p8
Figura 5. Vista en alzado del conjunto de edificios, que resalta la posición más elevada de la nave de recepción respecto del resto	p9
Figura 6. Vista en planta del Ecoparc de Can Mata	p9
Figura 7. Inserción del modelo de los edificios sobre la superficie del terreno.	p10
Figura 8. Edificios Ecoparc de Can Mata. Modelo exterior.	p11
Figura 9. Detalles del modelo exterior con el mallado utilizado en el cálculo.	p12
Figura 10. Ubicación de los receptores de episodios según la orientación respecto de las instalaciones del Ecoparc de Can Mata.	p13
Figura 11. Mapa de impacto promedio para el período [2011,2016] suponiendo emisiones con origen en la nave de recepción.	p14
Figura 12. Mapa de impacto de valores máximos para el período [2011,2016] suponiendo emisiones con origen en la nave de recepción	p14
Figura 13a. Serie temporal de episodios teóricos (años 2011 a 2014) con origen en el edificio de recepción para el receptor situado en la urbanización 'La Serra Alta', al Norte del Ecoparc de Can Mata	p15
Figura 13b. Serie temporal de episodios teóricos (años 2015, 2016) con origen en el edificio de recepción para el receptor situado en la urbanización 'La Serra Alta', al Norte del Ecoparc de Can Mata	p16
Figura 14a. Campo de presiones hidrostáticas. Presión de referencia =0 Pascal tomada en el nivel de suelo en las puertas de descarga de la nave de recepción, para una temperatura ambiente uniforme de 20°C	p21
Figura 14b. Campo de presiones hidrostáticas. Presión de referencia =0 Pascal tomada en el nivel de suelo en las puertas de descarga de la nave de recepción, para una temperatura ambiente uniforme de 20°C	p22
Figura 15a. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Caso: viento del Norte. Velocidad media 1ms-1. Temperatura ambiente 20°C.	p22
Figura 15b. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Norte. Velocidad media 1ms-1. Temperatura ambiente 20°C	p23
Figura 16. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Sur. Velocidad media 1ms-1. Temperatura ambiente 20°C	p24
Figura 17. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Este. Velocidad media 1ms-1. Temperatura ambiente 20°C	p25
Figura 18. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Oeste. Velocidad media 1ms-1. Temperatura ambiente 20°C	p26
Figura 19. Esquema de las superficies de techo, pared frontal y pared lateral NW	p27
Figura 20. Perspectiva del edificio de recepción que resalta su posición elevada respecto al resto de naves	p28
Figura 21. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Oeste. Velocidad media 4 ms-1. Temperatura ambiente 20°C	p29
Figura 22. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Sur. Velocidad media 4 ms-1. Temperatura ambiente 20°C	p30



Figura 23. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Este. Velocidad media 4 ms <sup>-1</sup> . Temperatura ambiente 20°C	p31
Figura 24. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Oeste. Velocidad media 4 ms <sup>-1</sup> . Temperatura ambiente 20°C	p32
Figura 25. Modelo del interior del edificio de recepción	p34
Figura 26. Plano con la ubicación de los conductos de techo en la nave de recepción	p35
Figura 27. Comparativa de los valores de pérdida de carga calculadas y las obtenidas por el modelo CFD para un conducto de 0,1x0,06 m	p36
Figura 28. Comparativa de los valores de pérdida de carga calculadas y las obtenidas por el modelo CFD para un conducto de 0,1x0,06 m	p37
Figura 29. Nomograma para el cálculo de la pérdida de carga en conductos en los que circula aire. Color azul: conducto techo izquierdo. Color Verde: conducto techo derecho. Color naranja: conducto sobre puertas	p38
Figura 30. Detalle de resultados de velocidad del aire en el conducto sobrepuertas comprobado para caudal de aire en conducto similar al medido experimentalmente por Opticlim, de 22850m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	p39
Figura 31. Distribución de presiones en el conducto sobre puertas	p40
Figura 32. Detalle de resultados de presión en la nave de descarga con sólo el funcionamiento del conducto sobre puertas, comprobado para un caudal de aire en conducto similar al medido experimentalmente por Opticlim, de 22850m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	p41
Figura 33. Numeración de los puntos correspondientes a la tabla 10	p41
Figura 34a. Puesta a punto de los tres conductos en conjunto. Supuesto de entrada de aire por la compuerta de sobrepresión situada en la pared NW	p42
Figura 34b. Puesta a punto de los tres conductos en conjunto. Supuesto de entrada de aire por la compuerta de sobrepresión situada en la pared NW	p43
Figura 35. Puesta a punto de los tres conductos en conjunto. Supuesto de entrada de aire por la compuerta de sobrepresión situada en la pared NW	p44
Figura 36. Puesta a punto de los tres conductos en conjunto. Supuesto de entrada de aire por la parte inferior de seis puertas de descarga	p44
Figura 37. Nave de recepción con los conductos sobre puertas y de techo, fosos de descarga y fosos de cintas transportadoras	p45
Figura 38. Detalle de la discretización empleada en el modelo	p46
Figura 39. Distribución de presiones en interior de la nave de recepción en el caso de no circulación de aire por el interior	p47
Figura 40. Velocidades del aire en el interior de la nave de recepción en el escenario de puertas cerradas y oberturas en la parte inferior de 6 puertas	p48
Figura 41. Líneas de corriente para el caso de aperturas inferiores de 10 cm en 8 puertas	p49
Figura 42a. Isosuperficies de velocidad para puertas y conductos	p49
Figura 42b. Isosuperficies de velocidad para puertas y conductos	p50
Figura 43. Puntos donde se ha tomado presión	p50



Figura 44. Presiones en el interior de la nave de descarga para el caso de entrada de aire por pequeñas aberturas en la parte inferior de 8 puertas	p51
Figura 45. Representación de la velocidad de aire en el interior de la nave para el escenario de rendijas de 10 cm en 17 puertas, con detalle de la circulación en los conductos. Velocidad representada por líneas de corriente, isosuperficies de velocidad y vectores	p52
Figura 46. Presión en interior de la nave para el caso de rendijas en 17 puertas	p53
Figura 47. Velocidades de aire en el escenario 1 puerta abierta	p54
Figura 48. Puntos de toma de presión en el escenario 1 puerta abierta	p54
Figura 49a. Temperatura en interior de la nave	p57
Figura 49b. Temperatura en interior de la nave. Esquina superior	p58
Conductos aspiración foso Anexo II	p66-67
Figura Anexo II a. Detalle de la geometría del conducto de techo izquierdo, con las aberturas de entrada de aire de dimensiones no uniformes	p70
Figura Anexo II b. Geometría de la nave de recepción y de los elementos internos que la componen	p72
Figura Anexo II c. Esquema de situación y denominación de las puertas de la nave de recepción/descarga	p72



## TABLAS

Tabla 1. Episodios de mayor concentración para los receptores alrededor de la planta del Ecoparc de Can Mata	p16
Tabla 2. Datos meteorológicos locales durante episodio de Hostalets de Pierola con origen en la nave de recepción del Ecoparc de Can Mata	p17
Tabla 3. Datos meteorológicos locales durante episodio de Can Fosalba con origen en la nave de recepción del Ecoparc de Can Mata	p18
Tabla 4. Datos meteorológicos locales durante episodio de La Serra Alta con origen en la nave de recepción del Ecoparc de Can Mata	p19
Tabla 5. Datos meteorológicos locales durante episodio de Masquefa con origen en la nave de recepción del Ecoparc de Can Mata	p20
Tabla 6. Valores de presión (Pa) promedio y mínima sobre las paredes externas de la nave de recepción para las diferentes direcciones del viento. Módulo de velocidad de viento: 1 ms <sup>-1</sup> . Presión de referencia a nivel de suelo de las puertas de la nave de recepción: P=0 Pascal	p27
Tabla 7. Valores de presión dinámica (Pa) promedio y mínima sobre las paredes externas de la nave de recepción para las diferentes direcciones del viento. Módulo de velocidad de viento: 4 ms <sup>-1</sup> . Presión de referencia a nivel de suelo de las puertas de la nave de recepción: P=0 Pascal	p33
Tabla 8. Caudales medidos experimentalmente en los conductos	p37
Tabla 9. Comparación de pérdidas de carga en conductos con las dimensiones finales de los conductos del edificio de recepción por los que circula el caudal de aire medido experimentalmente en esos conductos por Opticlim	p37
Tabla 10. Presiones en puntos del interior de la nave de descarga con sólo el funcionamiento del conducto sobre puertas, comprobado para un caudal de aire en conducto similar al medido experimentalmente por Opticlim, de 22850m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> . Presión de referencia (Pref=0) a nivel de suelo en punto 1 exterior de nave.	p42
Tabla 11. Valores de caudal de aire medidos experimentalmente por OPTICLIM y tomados para el estudio de los diferentes escenarios	p48
Tabla 12. Presiones en diferentes puntos de la nave para el caso de 8 aperturas inferiores de 10 cm en puertas F3 a F10	p51
Tabla 13. Presiones en los puntos indicados en la figura 46	p53
Tabla 14. Presiones en los puntos indicados en la figura 48	p55
Tabla 15. Comparativa de valores de sobrepresión interior-exterior tomando los valores de presión exteriores MEDIOS en techo para velocidad 1ms <sup>-1</sup> . (Valores positivos indican que la parte superior del interior de la nave está a mayor presión que el exterior de la nave para esa misma altura)	p55
Tabla 16. Comparativa de valores de sobrepresión interior-exterior tomando los valores de presión exteriores MÍNIMOS en techo para velocidad 1ms <sup>-1</sup> . (Valores positivos indican que la parte superior del interior de la nave está a mayor presión que el exterior de la nave para esa misma altura)	p56
Tabla 17. Comparativa de valores de sobrepresión interior-exterior tomando los valores de presión exteriores MEDIOS en techo para velocidad 4ms <sup>-1</sup> . (Valores positivos indican que la parte superior del interior de la	



nave está a mayor presión que el exterior de la nave para esa misma altura)	p56
Tabla 18. Comparativa de valores de sobrepresión interior-exterior tomando los valores de presión exteriores MÍNIMOS en techo para velocidad 4ms-1. (Valores positivos indican que la parte superior del interior de la nave está a mayor presión que el exterior de la nave para esa misma altura)	p56
Caudales ventiladores Anexo II p68	
Tabla Anexo II a. Dimensiones de los tramos de los conductos de aspiración de techo	p69
Tabla Anexo II b. Dimensiones bocas de aspiración conducto de techo izquierdo (extraída del documento 'Informe caudales Foso Can Mata 16-05-2017.pdf', incluido en el Anexo II)	p69
Tabla Anexo II c.. Dimensiones bocas de aspiración conducto de techo derecho (extraída del documento 'Informe caudales Foso Can Mata 16-05-2017.pdf', incluido en el Anexo II)	p69
Tabla Anexo II d. Dimensiones de los tramos del conducto sobre las puertas	p70
Tabla Anexo II e. Dimensiones de las entradas de aspiración del conducto situado sobre las puertas de descarga	p71



## 1. INTRODUCCIÓN

A solicitud del ECOPARC DE CAN MATA S.L., y en su representación el Sr. David Aguado (Jefe de Planta. Tratamiento y Gestión Medioambiental), se ha realizado el proyecto de la valoración del sistema de ventilación de la nave de los fosos de recepción de residuos del Ecoparc de Can Mata, situado en el término municipal de Hostalets de Pierola.

## 2. FASES DEL PROYECTO

La valoración del sistema de ventilación de la nave de recepción de residuos se ha realizado según las siguientes fases:

Fase I:

- Elaboración del modelo exterior para la determinación del impacto del aire exterior sobre la nave de recepción.
- Elaboración de la base de datos constructivos de la nave y de los parámetros de ventilación (caudales, presiones, dimensionado de conductos...). Ver Anexo I.

Fase II:

- Elaboración del modelo interior de la nave de recepción para la evaluación mediante modelización fluidodinámica del funcionamiento del sistema de ventilación existente (caudales de aspiración, conductos de aspiración y aberturas estructurales existentes). Análisis por separado de los conductos situados en el techo de la nave y sobre las puertas de descarga. Integración posterior de los conductos en el modelo interior.

Fase III:

- Análisis de diferentes escenarios:

Una vez puestos a punto los modelos y verificado su correcto funcionamiento, se ha procedido al estudio de diferentes casos. En función de los resultados que se han ido obteniendo, los casos que presentan situaciones diferenciadas son los que se describen a continuación y son los que quedan recogidos en este informe:

- Simulación del escenario “puertas cerradas”, teniendo en cuenta las aberturas existentes en las puertas de descarga, tal como se aprecia en la fotografía de la figura 1, en la que se ponen de manifiesto las superficies por las que entraría o saldría aire exterior debido al contraste de luminosidad que recoge la fotografía. En el estudio de este escenario se han considerado dos subescenarios:

- Rendijas uniformes en las partes inferiores de todas las puertas, 17 en total.
  - Aberturas en la mitad de las puertas de descarga: 8 puertas con rendijas uniformes en su parte inferior.
- Escenario 'puerta abierta'. Se ha considerado el caso de 1 puerta de descarga totalmente abierta.
  - Efecto del calentamiento de la nave de recepción debido a la radiación solar. Se ha considerado una radiación solar uniforme en el techo del edificio y la transferencia de potencia de  $50 \text{ w/m}^2$  al aire interior para el estudio preliminar de la no isotermicidad.

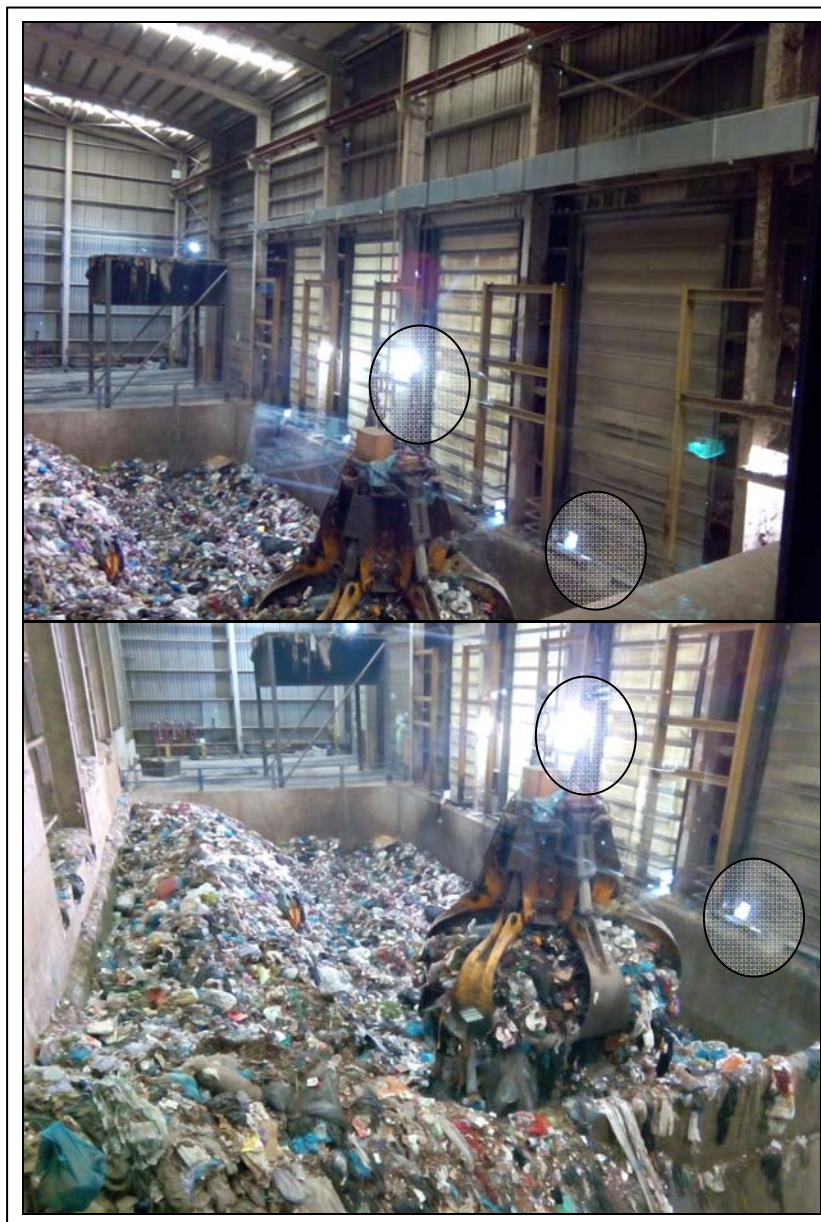


Figura 1. Aberturas existentes en las puertas de descarga



### **3. METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS DIFERENTES FASES DE EVALUACIÓN**

Las metodologías utilizadas para la realización de las diferentes fases programadas, dirigidas a la evaluación del sistema de ventilación existente en la nave de recepción de residuos, han sido las siguientes:

#### **3.1. Elaboración del modelo exterior**

Para la modelización del campo de vientos (datos del contorno) existente en la zona geográfica donde se sitúa actualmente el Ecoparc de Can Mata y para determinar posteriormente la presión ejercida sobre la nave de proceso por efecto del impacto del viento, se ha utilizado la siguiente metodología:

- a) Debido a la orografía del área de estudio se ha utilizado el modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos TAPM (*The Atmospheric Pollution Model, CSIRO, Australia*).

Los modelos que se pueden utilizar para predecir la concentración de la contaminación hora a hora para períodos de hasta un año normalmente son modelos semiempíricos-analíticos fundamentados en *puffs* o penachos Gaussianos. Estos modelos suelen utilizar, bien un sencillo archivo de datos meteorológicos de superficie (AERMOD), bien los resultados de un modelo de diagnóstico del campo de vientos fundamentado en pocas observaciones disponibles (cálculo de la meteorología en un solo punto de una malla de varios kilómetros, CALPUFF). El modelo TAPM que se ha utilizado se diferencia del resto de modelos en que resuelve las ecuaciones fundamentales fluido-dinámicas de transporte para predecir la meteorología y la concentración de contaminantes en aplicaciones de estudio y control de la calidad del aire. TAPM consiste en componentes acoplados de pronóstico meteorológico y componentes de concentración de contaminantes, eliminando la necesidad de tener observaciones meteorológicas de superficie del área de estudio, que usualmente están condicionadas por el emplazamiento de la estación meteorológica local, con efectos como la derivación de corrientes de aire debidas al propio edificio donde están situadas. El modelo predice los flujos importantes para la contaminación a escala local, como las brisas marinas y los flujos inducidos por el terreno partiendo de datos meteorológicos producidos por análisis sinópticos.

La componente meteorológica de TAPM es un modelo de ecuaciones diferenciales para flujo incompresible, no hidrostático, que sigue las curvas de nivel del terreno para simulaciones tridimensionales. El modelo resuelve las ecuaciones vectoriales de momento para la componente horizontal de vientos, la ecuación de continuidad para la componente vertical, y las ecuaciones escalares para la temperatura potencial virtual y la humedad específica de vapor de agua, agua en forma de nubes y agua de lluvia.



La componente de contaminación de TAPM utiliza los datos resultantes de la meteorología calculada mediante cuatro módulos. El módulo euleriano resuelve las ecuaciones diferenciales de pronóstico de concentración y la correlación cruzada de concentración y temperatura potencial virtual. El módulo lagrangiano de partículas puede ser utilizado para estudiar la dispersión a poca distancia del foco emisor. El módulo de elevación del penacho de dispersión se utiliza para tener en cuenta los efectos de flotación y momento de las emisiones puntuales (chimeneas). Finalmente, el módulo que considera el efecto de los edificios en la trayectoria de los contaminantes emitidos es utilizado tanto en el módulo euleriano como en el lagrangiano (*The Air Pollution Model (TAPM) versió 2. Part 1: Technical Description. Autor: Peter Hurley. CSIRO Atmospheric Research Technical Paper No. 55*).

La concentración de los contaminantes obtenida con el modelo TAPM, consiste en valores únicos medios para todo el ámbito del nodo tridimensional considerado.

Por otro lado se tiene que asumir un tiempo de cálculo apropiado para el nivel de definición que se quiere obtener. TAPM es muy intensivo en tiempo de computación, al contrario que otros modelos más sencillos que resuelven ecuaciones analíticas. Operando en sistemas en paralelo, se ha utilizado un tipo de anidamiento de las dimensiones que permiten reflejar la complicada topografía de la zona:

30x30 km, 6.4x6.4 Km, 1.6x1.6 Km, 0.4x0.4 Km, 0.1x0.1 Km

Con 25x25 nodos en todos los casos cubriendo las siguientes áreas del territorio:

750x750 Km, 160x160 Km, 40x40 Km, 10x10 Km, 2,5x2,5 km

Los cálculos meteorológicos se han realizado para todas las mallas obteniendo el campo de vientos tridimensional. Los cálculos de la concentración de contaminantes se han realizado para las dos mallas internas, de 10x10 km y 2.5x2.5 km. De acuerdo con pruebas preliminares de cálculo, el territorio cubierto por estas mallas internas es suficiente para contener el área de impacto del foco o los focos estudiados.

La distribución vertical de nodos se configura en 25 capas, cuyas alturas son: 10, 25, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 5000, 6000, 7000 y 8000 metros.



### **Años de modelización**

El estudio de modelización ha comprendido 6 años: 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016.

Para asegurar la fiabilidad de los resultados se necesita hacer los cálculos en diferentes años. De esta manera se reduce el efecto de la variabilidad del tiempo anual (más lluvioso, más frío, etc.), y se consigue que los mapas de impacto obtenidos tengan valores medios con menos fluctuaciones.

El tiempo de computación se incrementa considerablemente, pero es imprescindible para incrementar la fiabilidad de las conclusiones.

El objetivo de la modelización se ha centrado en obtener, con valores nominales y reales, los siguientes resultados:

- Régimen tridimensional de datos meteorológicos horarios para todas las horas de los seis años y para cada uno de los mallados utilizados.
- Concentración relativa de contaminantes en los dos mallados interiores

Para estos resultados se han utilizado las siguientes bases de datos:

- Base de datos meteorológicos de mesoescala NCEP (*National Centers of Environmental Prediction*) de la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) de EUA.
- Base de datos orográficos: SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*). *Definición 90 m. SRTM is an international project spearheaded by the National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) and the National Aeronautics and Space Administration (NASA)*
- Base de datos de edificación de ICGC (*Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya*)

b) Implementación de los datos de contorno en el modelo exterior con la aplicación de computación fluido-dinámica mediante el programa COMSOL Multiphysic Software

### **3.2. Elaboración del modelo interior**

Para la valoración del sistema de ventilación del foso de recepción de residuos, dirigido a obtener un cierto nivel de depresión con el fin de evitar la potencial generación de episodios de olor en el entorno de la instalación, se ha utilizado la siguiente metodología:

Modelo de computación fluido-dinámica COMSOL Multiphysic Software, versión 4.2.a para WINDOWS, con diferentes actualizaciones con los requisitos informáticos necesarios para su normal funcionamiento. Se han empleado los

módulos hidrodinámicos, de régimen turbulento, para fluido compresible y no isoterma, en estado estacionario.

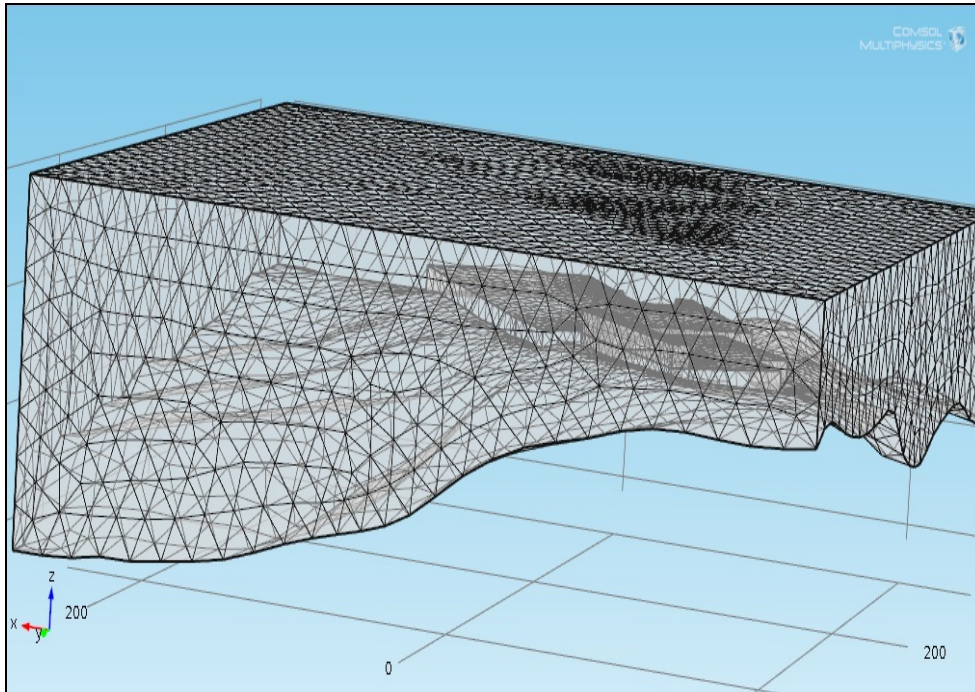


Figura 2. Modelo generado con el programa COMSOL Multiphysics Software para la evaluación del impacto del aire exterior

#### **4. BASE DE DATOS SISTEMA DE VENTILACIÓN NAVE DE RECEPCIÓN**

Para la valoración del sistema de ventilación de la nave de recepción se ha generado la siguiente base de datos procedente de aportaciones sucesivas de los servicios técnicos del Ecoparc de Can Mata. Los datos obtenidos han sido los siguientes:

Anexo I: Plano sinóptico del sistema de ventilación Ecoparc

Anexo II: Dimensionado de conductos y aberturas de conductos de aspiración de los fosos de recepción

Geometría de la nave de recepción

#### **5. RESULTADOS DE LAS DIFERENTES FASES**

Los desarrollos realizados en las diferentes fases han sido los siguientes:

##### **5.1. Resultados de la Fase I**

#### **EFFECTO DEL VIENTO Y PERFIL DE PRESIONES SOBRE EL EXTERIOR DEL EDIFICIO DE RECEPCIÓN**

Dada la naturaleza del problema, se hace imprescindible conocer cómo afecta el viento sobre el edificio de recepción, objeto de estudio. Para ello se ha tenido que

implementar todo el conjunto de edificios del ecoparque, puesto que no es una edificación aislada y la circulación de aire viene afectada por todos los obstáculos existentes a su alrededor.

## TOPOGRAFÍA

La ubicación de las instalaciones obliga asimismo a considerar la topografía compleja del terreno. Se ha de disponer de una altimetría con una definición suficiente para que queden bien reflejados los accidentes del terreno. En la figura 3 se muestra el resultado de introducir la base de datos topográfica (ICGC), que ya tiene en cuenta las obras de desmonte que se realizaron para la construcción del Ecoparc de Can Mata.

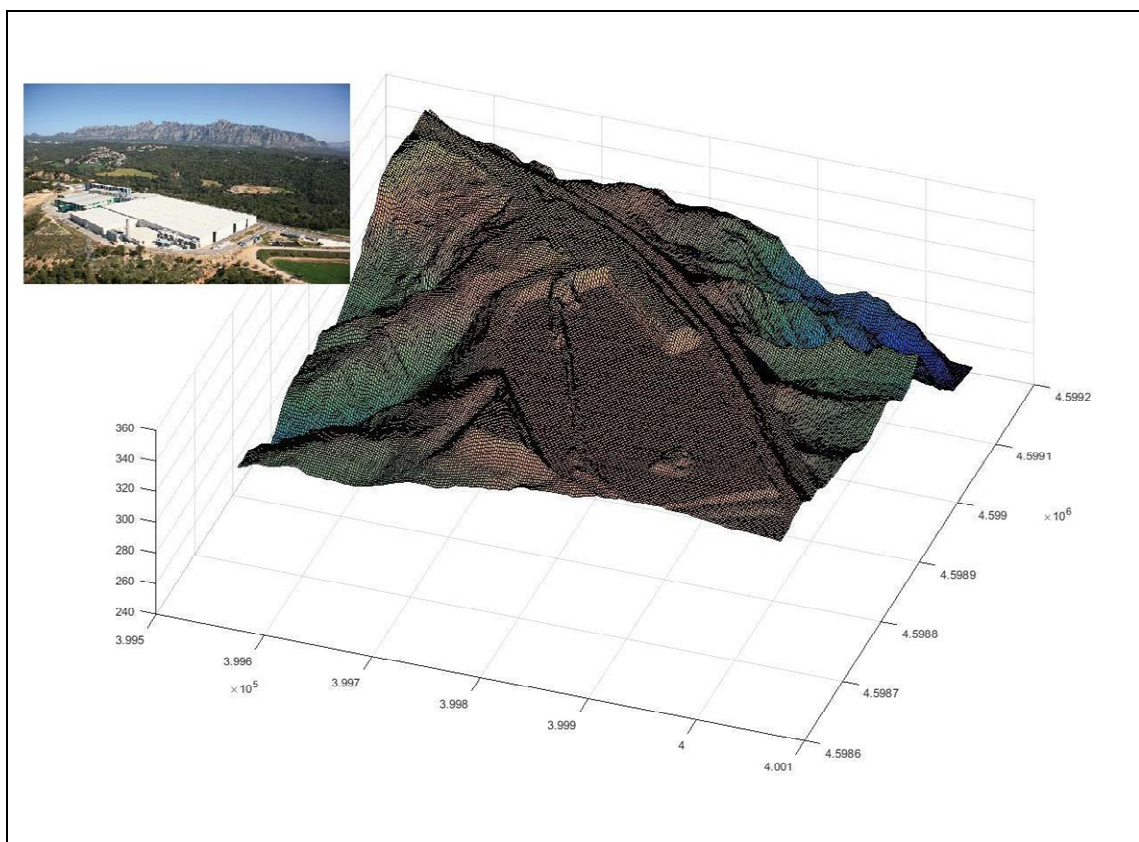


Figura 3. Topografía de detalle de la zona donde se ubican las instalaciones

## EDIFICACIONES DEL CONJUNTO DEL ECOPARC DE CAN MATA

A partir de la información obtenida de los planos constructivos, de las fotografías disponibles y de las reuniones técnicas con los responsables medioambientales de la planta, se ha construido un modelo de las edificaciones.

En este caso, la base de datos oficial sobre edificaciones se ha mostrado poco precisa, ya que asigna una altura única a todos los edificios según se muestra en la figura 7 ; en cambio, sí que ha sido útil para la determinación de las coordenadas UTM de los vértices de las construcciones.



Figura 4. Vistas de las instalaciones del Ecoparc de Can Mata



Figura 5. Vista en alzado del conjunto de edificios, que resalta la posición más elevada de la nave de recepción respecto del resto



Figura 6. Vista en planta del Ecoparc de Can Mata

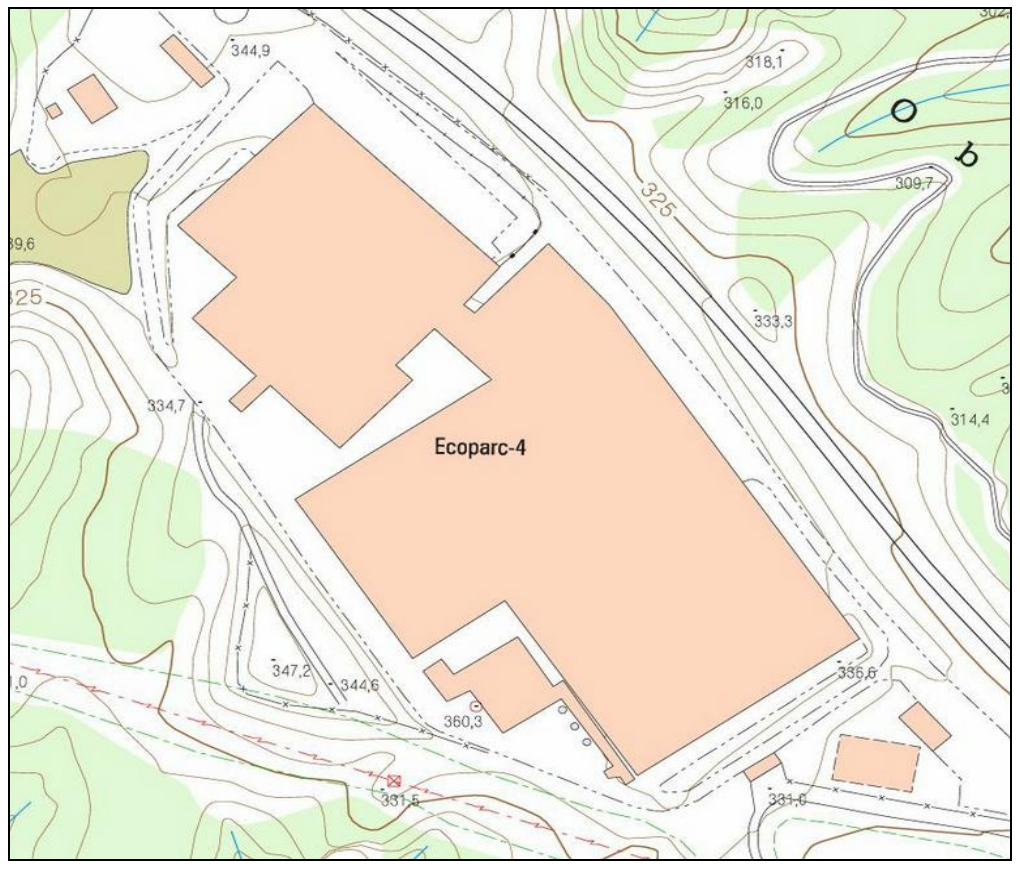
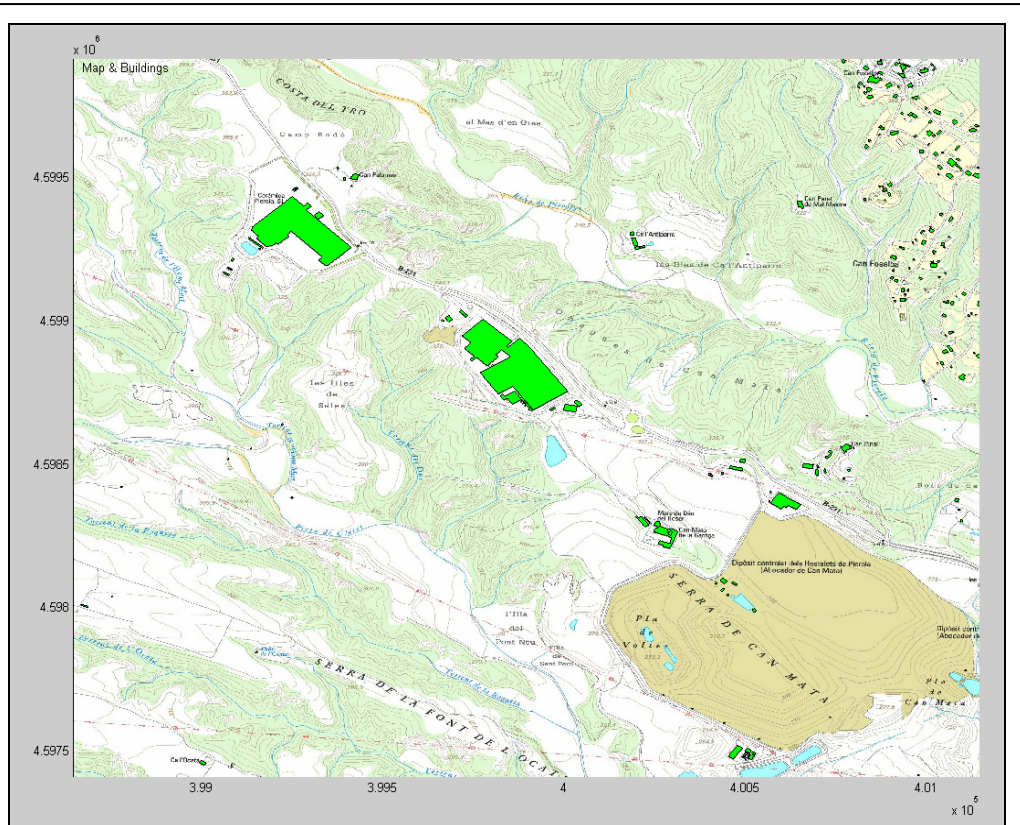


Figura 7. Inserción del modelo de los edificios sobre la superficie del terreno.

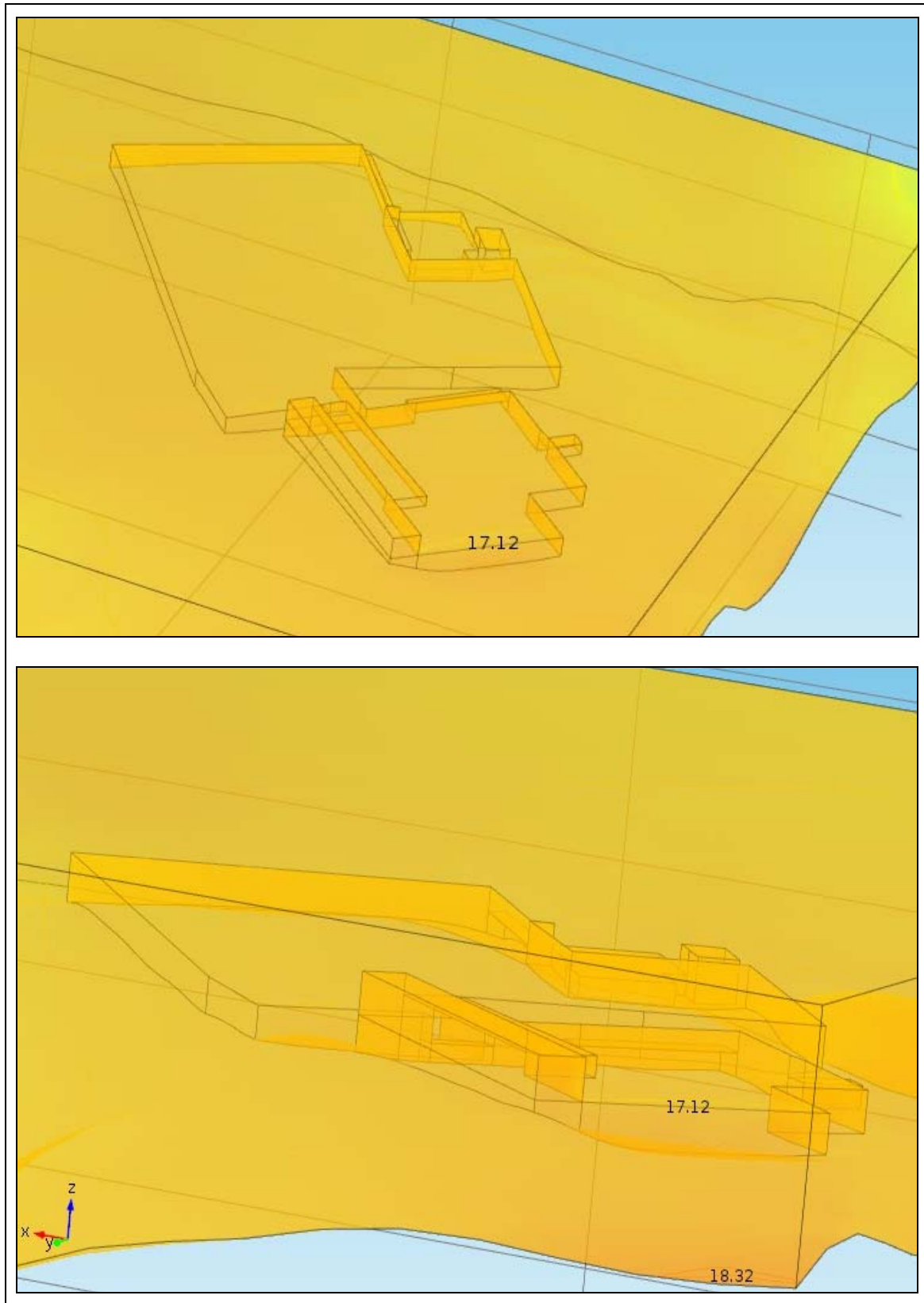


Figura 8. Edificios Ecoparc de Can Mata. Modelo exterior.

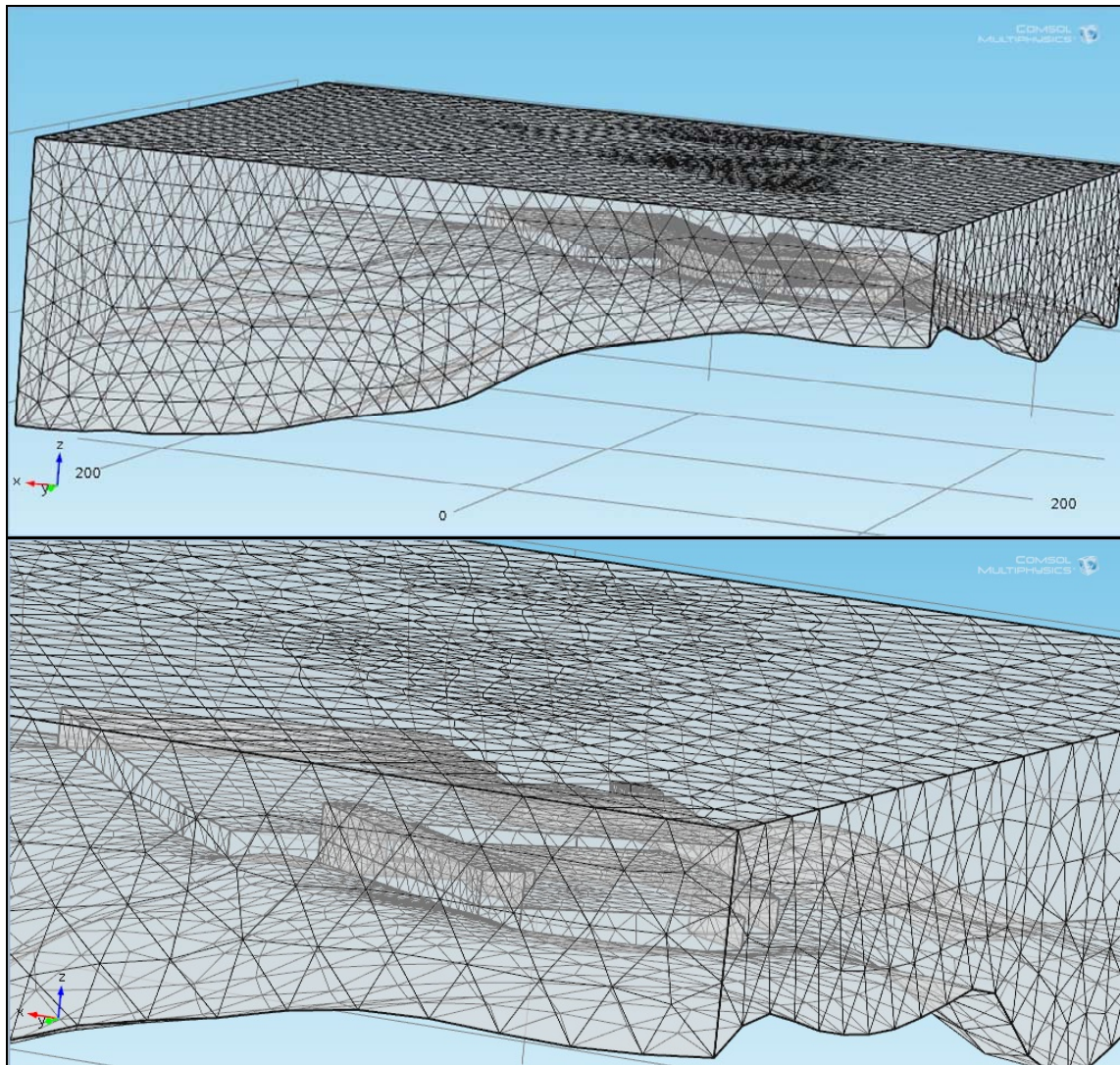


Figura 9. Detalles del modelo exterior con el mallado utilizado en el cálculo.

## **CONDICIONES METEOROLÓGICAS EXTERNAS CON POTENCIAL PRODUCCIÓN DE EPISODIOS DE OLOR EN ZONAS HABITADAS**

Para obtener las condiciones meteorológicas que pueden provocar episodios de olor por potenciales emisiones de la nave de recepción del Ecoparc de Can Mata, se ha realizado un estudio de dispersión atmosférica suponiendo la emisión relativa desde esta nave.

### **ESTUDIO DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA**

Se ha hecho el estudio considerando la meteorología de la zona de 6 años consecutivos [2011, 2016], y se ha obtenido un registro teórico de los posibles episodios en las cuatro orientaciones: Norte (episodios en urbanización La Serra Alta), Sur (episodios en Masquefa), Este (en urbanización Can Fosalba), Oeste (en Hostalets de Pierola). Se ha empleado el programa The Atmospheric Pollution Model (TAPM, SCIRO, Au) con datos mesoescalares de partida obtenidos de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA, USA).

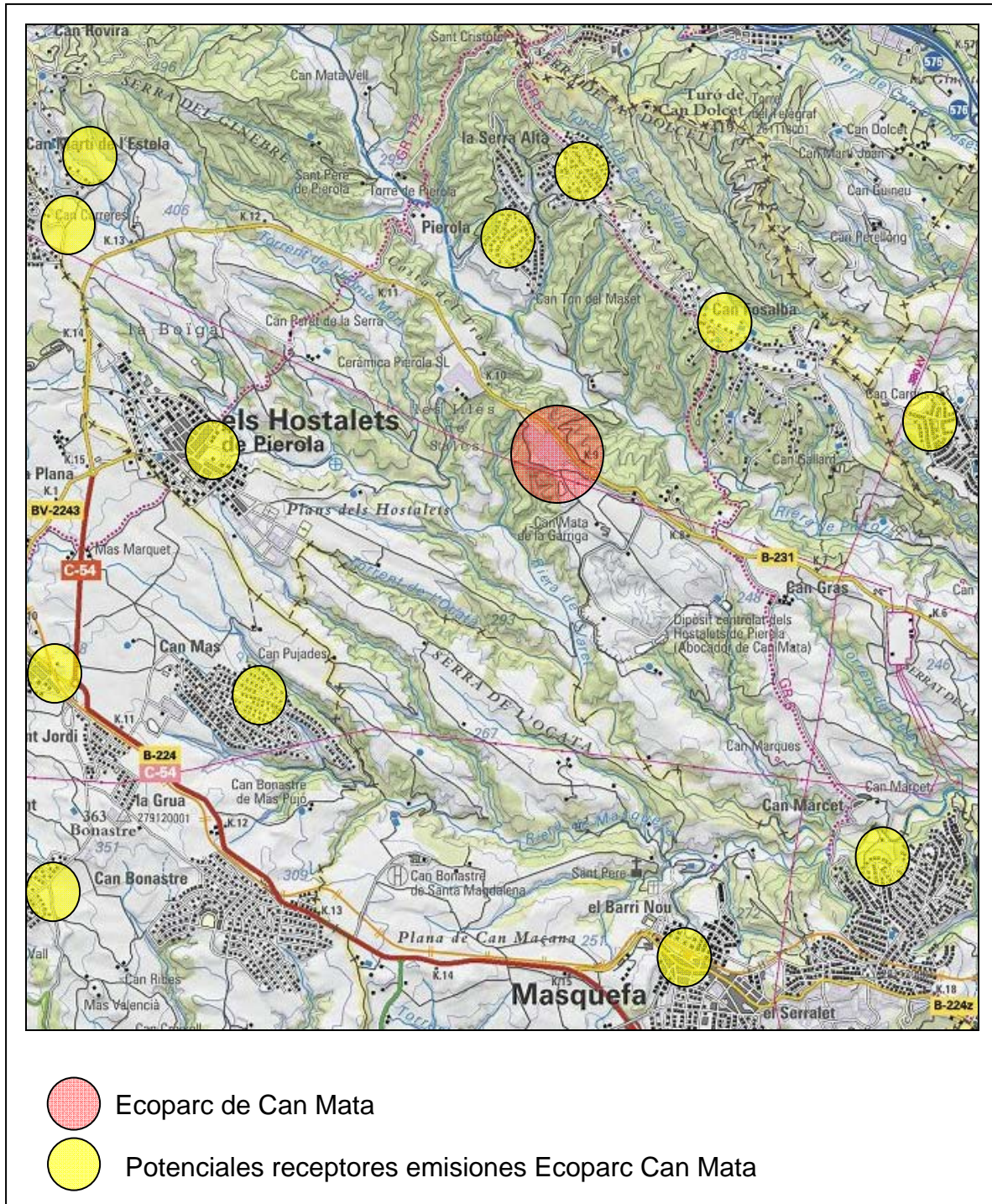
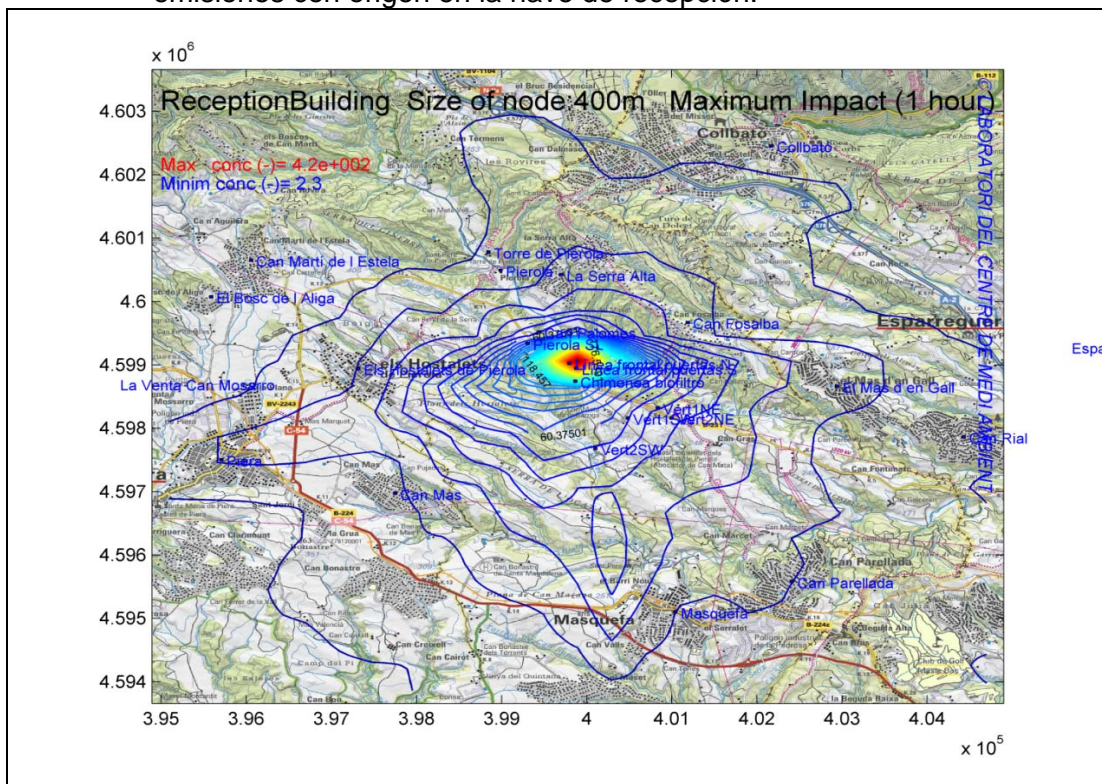
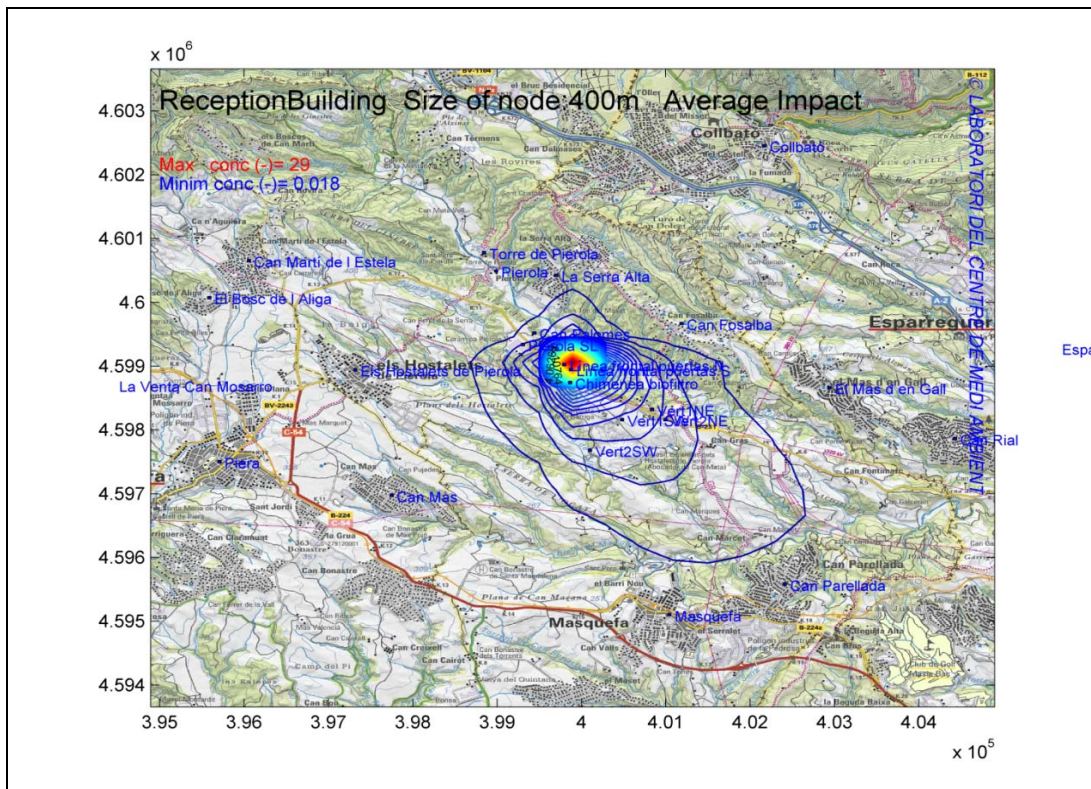


Figura 10. Ubicación de los receptores de episodios según la orientación respecto de las instalaciones del Ecoparc de Can Mata.

En las figuras 11 y 12, se muestran los mapas de impacto promedio y máximo obtenidos suponiendo únicamente emisiones desde el edificio de recepción del Ecoparc de Can Mata.



Se han obtenido las series temporales de episodios teóricos para cada uno de los receptores considerados, según la orientación respecto de la planta. Como ejemplo se muestran en la figura 13 los episodios correspondientes al receptor situado al Norte (La Serra Alta).

La finalidad es obtener las condiciones meteorológicas que corresponden a los episodios teóricos de más impacto (picos más altos de las gráficas de la figura 13), de lo que resulta, por ejemplo, que, para este receptor situado al Norte, el episodio con mayor impacto se produce a las 14 horas del 11 de Noviembre de 2015.

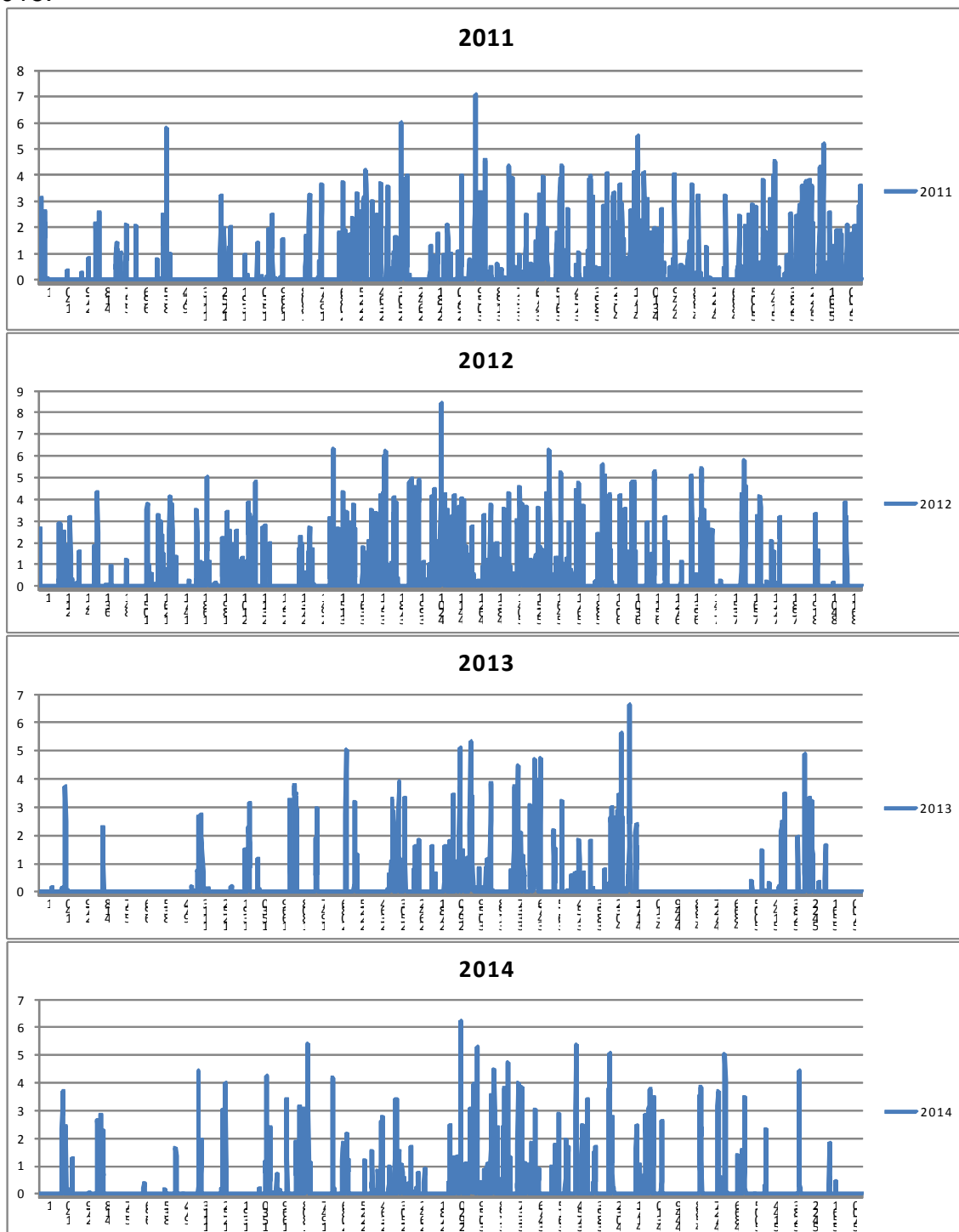


Figura 13a. Serie temporal de episodios teóricos (años 2011 a 2014) con origen en el

edificio de recepción para el receptor situado en la urbanización 'La Serra Alta', al Norte del Ecoparc de Can Mata

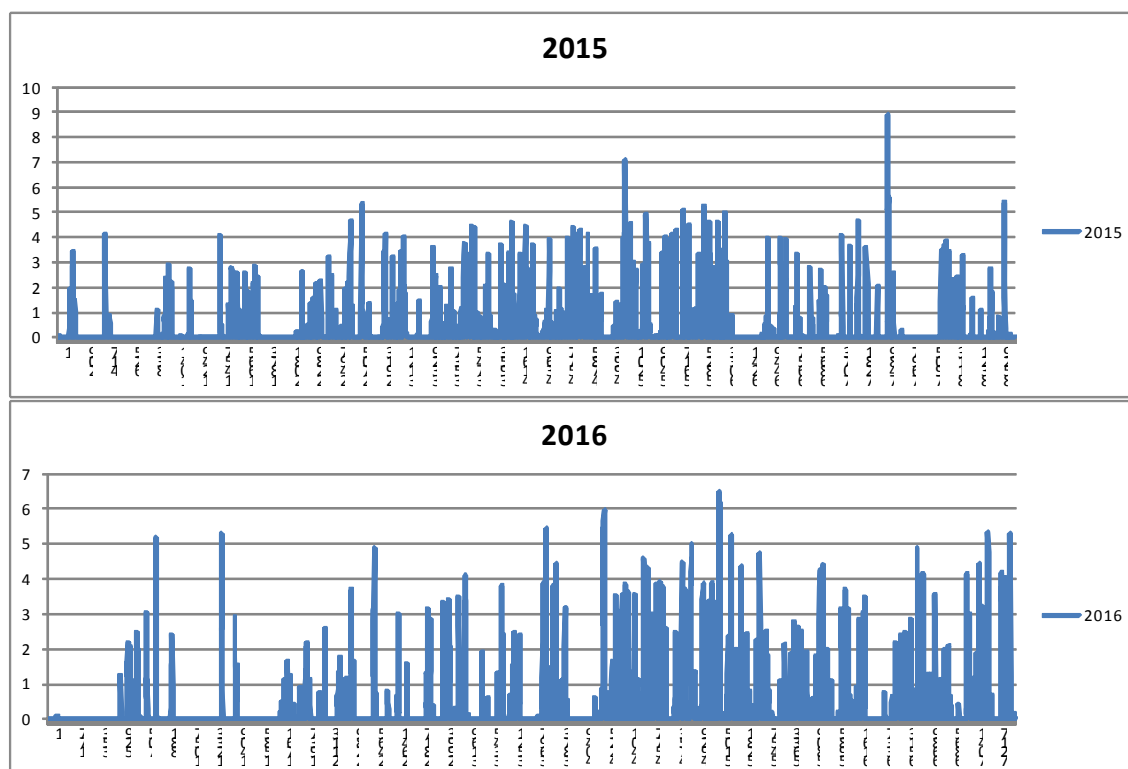


Figura 13b. Serie temporal de episodios teóricos (años 2015, 2016) con origen en el edificio de recepción para el receptor situado en la urbanización 'La Serra Alta', al Norte del Ecoparc de Can Mata

Para los restantes receptores situados respectivamente al Oeste (Hostalets de Pierola), Sur (Masquefa), Este (Can Fosalba), se han obtenido los episodios más fuertes en la fecha y hora indicada en la tabla 1.

Tabla 1. Episodios de mayor concentración para los receptores alrededor de la planta del Ecoparc de Can Mata.

<b><i>Orientación geográfica y Receptor</i></b>	<b><i>Episodio con mayor concentración calculada</i></b>
Norte: La Serra Alta	14 horas, 11 Noviembre de 2015
Sur: Masquefa	01 horas, 3 Agosto 2016
Oeste: Hostalets de Pierola	03 horas, 3 Junio 2012
Este: Can Fosalba	04 horas, 13 Agosto 2015

Las condiciones meteorológicas correspondientes a los episodios de la tabla 1, recogidas en las tablas 2 a 5, se han introducido como condiciones de contorno en el modelo CFD COMSOL (COMSOL AB, v4.2.1, 2011) para la obtención del perfil de presiones sobre el exterior del edificio de recepción.

Dado que la presión diferencial entre el interior y el exterior de la nave es una de las causas posibles de la emisión de contaminantes que pueden originar episodios, es imprescindible disponer de estos datos de presión externa.



Tabla 2. Datos meteorológicos locales durante episodio de Hostalets de Pierola con origen en la nave de recepción del Ecoparc de Can Mata Hostalets

DATE	HOUR	WSPD(m/s)	WDIR(deg)	TEMP(C)	RHUM(%)	TSR(W/m2)	NETR(W/m2)	ZMIX(m)	RAIN(mm/hr)	SNOW(mm/hr)
0-10m										
20120603	1	0.3	176	21.7	70.1	0	-45.1	27.79	0	0
20120603	2	0.4	129	21.1	72.7	0	-42.2	58.8	0	0
20120603	3	0.6	97	20.6	75.8	0	-39.9	25.91	0	0
20120603	4	0.7	71	20	78.7	0	-38.3	24.16	0	0
20120603	5	0.8	39	19.6	81.4	9.4	-32.5	26.98	0	0
10-25 m										
20120603	1	0.4	182	21.5	70.9	0	-45.1	27.79	0	0
20120603	2	0.4	133	20.9	73.6	0	-42.2	58.8	0	0
20120603	3	0.6	98	20.3	77.1	0	-39.9	25.91	0	0
20120603	4	0.7	75	19.9	79.1	0	-38.3	24.16	0	0
20120603	5	0.8	46	19.5	81.8	9.4	-32.5	26.98	0	0
25-50m										
20120603	1	0.8	185	21.4	71.1	0	-45.1	27.79	0	0
20120603	2	0.7	157	20.8	74.5	0	-42.2	58.8	0	0
20120603	3	0.8	123	20.2	77.4	0	-39.9	25.91	0	0
20120603	4	0.8	104	19.8	79.3	0	-38.3	24.16	0	0
20120603	5	0.8	88	19.5	80.9	9.4	-32.5	26.98	0	0
50-100m										
20120603	1	1.6	191	21.3	71.7	0	-45.1	27.79	0	0
20120603	2	1.4	176	20.7	75.2	0	-42.2	58.8	0	0
20120603	3	1.3	157	20.1	78.7	0	-39.9	25.91	0	0
20120603	4	1.2	143	19.6	81.9	0	-38.3	24.16	0	0
20120603	5	1.1	130	19.3	82.8	9.4	-32.5	26.98	0	0



Tabla 3. Datos meteorológicos locales durante episodio de Can Fosalba con origen en la nave de recepción del Ecoparc de Can Mata

CanFosalba

DATE	HOUR	WSPD(m/s)	WDIR(deg)	TEMP(C)	RHUM(%)	TSR(W/m2)	NETR(W/m2)	ZMIX(m)	RAIN(mm/hr)	SNOW(mm/hr)
0-10m										
20150813	2	0.5	264	25.3	79	0	-32.1	39.87	0	0
20150813	3	0.4	245	24.9	81.6	0	-30.1	56.11	0	0
20150813	4	0.7	249	24.4	84.6	0	-30.6	45.17	0	0
20150813	5	1.2	264	23.7	88.3	0	-35	70.14	0	0
20150813	6	1.5	279	22.9	91.2	52.5	-11.8	120.22	0	0
10-25m										
20150813	2	0.5	256	25.1	80.4	0	-32.1	39.87	0	0
20150813	3	0.5	238	24.7	82.4	0	-30.1	56.11	0	0
20150813	4	0.8	244	24.2	85.5	0	-30.6	45.17	0	0
20150813	5	1.3	259	23.6	88.6	0	-35	70.14	0	0
20150813	6	1.8	271	23.2	89.4	52.5	-11.8	120.22	0	0
25-50m										
20150813	2	0.7	231	24.9	81.1	0	-32.1	39.87	0	0
20150813	3	0.8	219	24.5	83.1	0	-30.1	56.11	0	0
20150813	4	1	227	24	86.3	0	-30.6	45.17	0	0
20150813	5	1.5	245	23.6	88.4	0	-35	70.14	0	0
20150813	6	2	260	23.2	89	52.5	-11.8	120.22	0	0
50-100m										
20150813	2	1.6	206	24.8	81.2	0	-32.1	39.87	0	0
20150813	3	1.7	202	24.3	84.3	0	-30.1	56.11	0	0
20150813	4	1.9	209	23.8	87.3	0	-30.6	45.17	0	0
20150813	5	2.1	226	23.4	89.6	0	-35	70.14	0	0
20150813	6	2.5	244	23	89.6	52.5	-11.8	120.22	0	0



Tabla 4. Datos meteorológicos locales durante episodio de La Serra Alta con origen en la nave de recepción del Ecoparc de Can Mata  
La Serra Alta

DATE	HOUR	WSPD(m/s)	WDIR(deg)	TEMP(C)	RHUM(%)	TSR(W/m2)	NETR(W/m2)	ZMIX(m)	RAIN(mm/hr)	SNOW(mm/hr)
0-10m										
20151111	12	0.6	315	18.5	44.2	548.8	321.6	40.34	0	0
20151111	13	0.4	195	19.6	39.2	544.4	315.5	139.88	0	0
20151111	14	0.9	181	19.7	46.4	482.5	269.1	144.98	0	0
20151111	15	1	182	19.6	52.9	368.4	181.6	282.99	0	0
20151111	16	0.7	189	19.3	60.2	213.7	61.1	42.96	0	0
10-25m										
20151111	12	0.8	321	18.4	41.5	548.8	321.6	40.34	0	0
20151111	13	0.4	196	19.4	38.2	544.4	315.5	139.88	0	0
20151111	14	1	182	19.5	46.2	482.5	269.1	144.98	0	0
20151111	15	1.1	182	19.5	51.8	368.4	181.6	282.99	0	0
20151111	16	0.9	189	19.2	59	213.7	61.1	42.96	0	0
25-50m										
20151111	12	0.7	330	18.6	34.3	548.8	321.6	40.34	0	0
20151111	13	0.4	199	19.1	37.4	544.4	315.5	139.88	0	0
20151111	14	1	183	19.3	45.3	482.5	269.1	144.98	0	0
20151111	15	1.1	183	19.3	50.9	368.4	181.6	282.99	0	0
20151111	16	1.1	189	19.1	56.4	213.7	61.1	42.96	0	0
50-100m										
20151111	12	0.1	25	18.6	26.1	548.8	321.6	40.34	0	0
20151111	13	0.4	195	18.7	35.3	544.4	315.5	139.88	0	0
20151111	14	0.9	185	18.9	44.1	482.5	269.1	144.98	0	0
20151111	15	1.1	187	18.9	49.8	368.4	181.6	282.99	0	0
20151111	16	1.1	195	18.8	50	213.7	61.1	42.96	0	0



Tabla 5. Datos meteorológicos locales durante episodio de Masquefa con origen en la nave de recepción del Ecoparc de Can Mata

Masquefa

DATE	HOUR	WSPD(m/s)	WDIR(deg)	TEMP(C)	RHUM(%)	TSR(W/m2)	NETR(W/m2)	ZMIX(m)	RAIN(mm/hr)	SNOW(mm/hr)
0-10m										
20160802	23	0.6	359	24.6	56.9	0	-51.6	24.16	0	0
20160802	24	1	354	24.4	56	0	-48.2	46.38	0	0
20160803	1	1.6	342	23.5	58.3	0	-48.2	72.63	0	0
20160803	2	1.7	333	22.4	61.2	0	-51.9	43.83	0	0
20160803	3	1.9	330	21.9	62.6	0	-53.4	24.16	0	0
10-25m										
20160802	23	0.5	358	24.5	57.1	0	-51.6	24.16	0	0
20160802	24	0.9	356	24.4	56	0	-48.2	46.38	0	0
20160803	1	1.4	348	24.1	56	0	-48.2	72.63	0	0
20160803	2	1.6	337	23.7	56.9	0	-51.9	43.83	0	0
20160803	3	1.9	333	23.4	57.4	0	-53.4	24.16	0	0
25-50m										
20160802	23	0.1	343	24.4	57.4	0	-51.6	24.16	0	0
20160802	24	0.4	358	24.3	56.7	0	-48.2	46.38	0	0
20160803	1	0.6	351	24.2	56	0	-48.2	72.63	0	0
20160803	2	1	336	24.1	55.4	0	-51.9	43.83	0	0
20160803	3	1.4	335	23.9	56	0	-53.4	24.16	0	0
50-100m										
20160802	23	0.8	192	24.2	57.2	0	-51.6	24.16	0	0
20160802	24	0.5	192	24.1	56.6	0	-48.2	46.38	0	0
20160803	1	0.2	209	24	56.3	0	-48.2	72.63	0	0
20160803	2	0.3	298	23.9	56.2	0	-51.9	43.83	0	0
20160803	3	0.6	320	23.8	56	0	-53.4	24.16	0	0

De las tablas anteriores se obtiene el dato de que la velocidad de aire que provoca los episodios de mayor intensidad es la correspondiente al intervalo [0.7, 1.6] m/s, con bastante uniformidad en altura, tanto en el módulo (WSPD m/s) como en el ángulo (WDIR deg), con altura de la capa de mezcla (ZMIX m) en el intervalo [26, 145] m y en horario nocturno (Total Solar Radiation, TSR w/m<sup>2</sup> =0). A tenor de este dato, se han realizado las simulaciones del modelo externo con el programa COMSOL empleando estos valores de velocidad y dirección de viento como condiciones de contorno. El cálculo se ha realizado para los cuatro supuestos de dirección de viento de las tablas anteriores, proveniente del Norte, Sur, Este y Oeste. (WDIR deg. es la dirección de donde procede el viento, en grados [0,360], WDIR=0 para Norte).

## RESULTADOS DE MODELO EXTERNO

### PERFIL DE PRESIÓN

Dado que el efecto del peso de la columna de aire puede enmascarar los pequeños cambios de presión originados por el viento, cuyas fluctuaciones son las que interesa considerar, se muestra por separado la presión hidrostática relativa, tomando como referencia la presión a nivel de suelo de las puertas de descarga de la nave de recepción (figura 14, Campo de presiones debida a la velocidad del viento sobre las construcciones del Ecoparc de Can Mata).

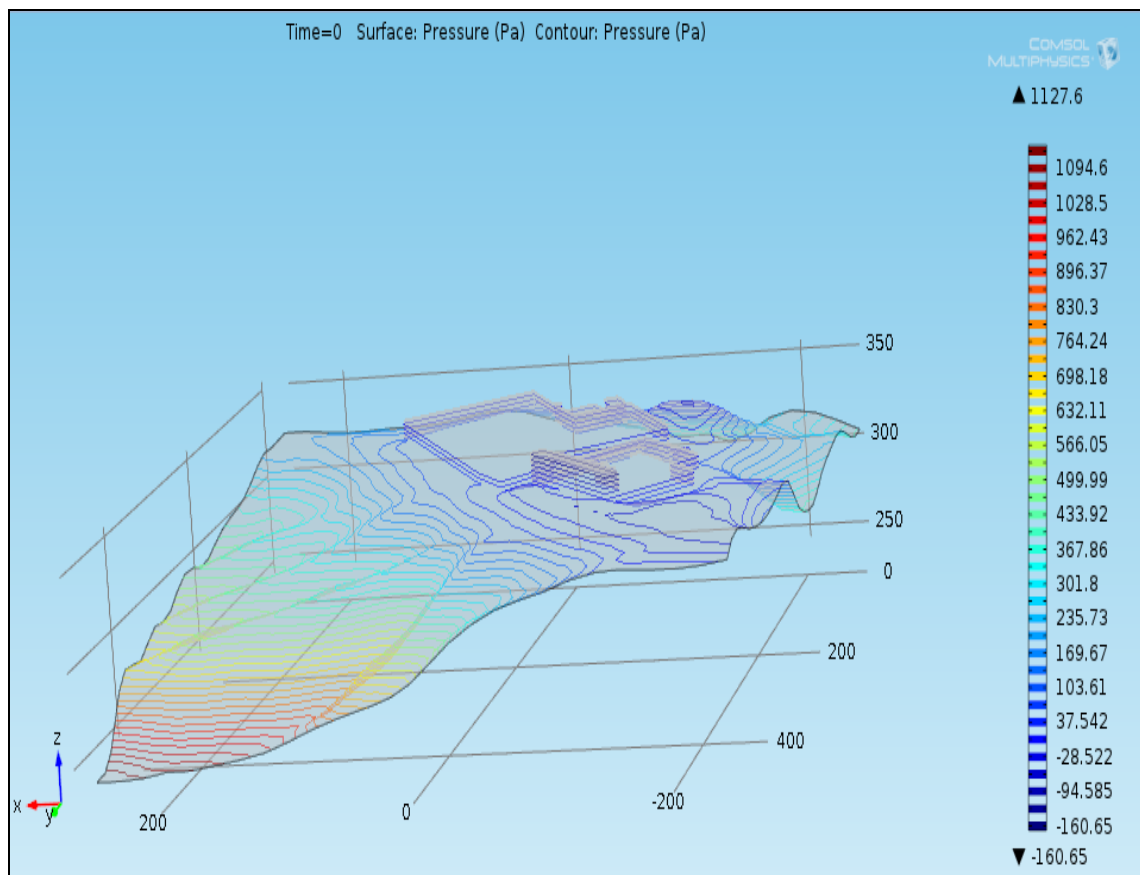


Figura 14a. Campo de presiones hidrostáticas. Presión de referencia =0 Pascal tomada en el nivel de suelo en las puertas de descarga de la nave de recepción, para una temperatura ambiente uniforme de 20°C

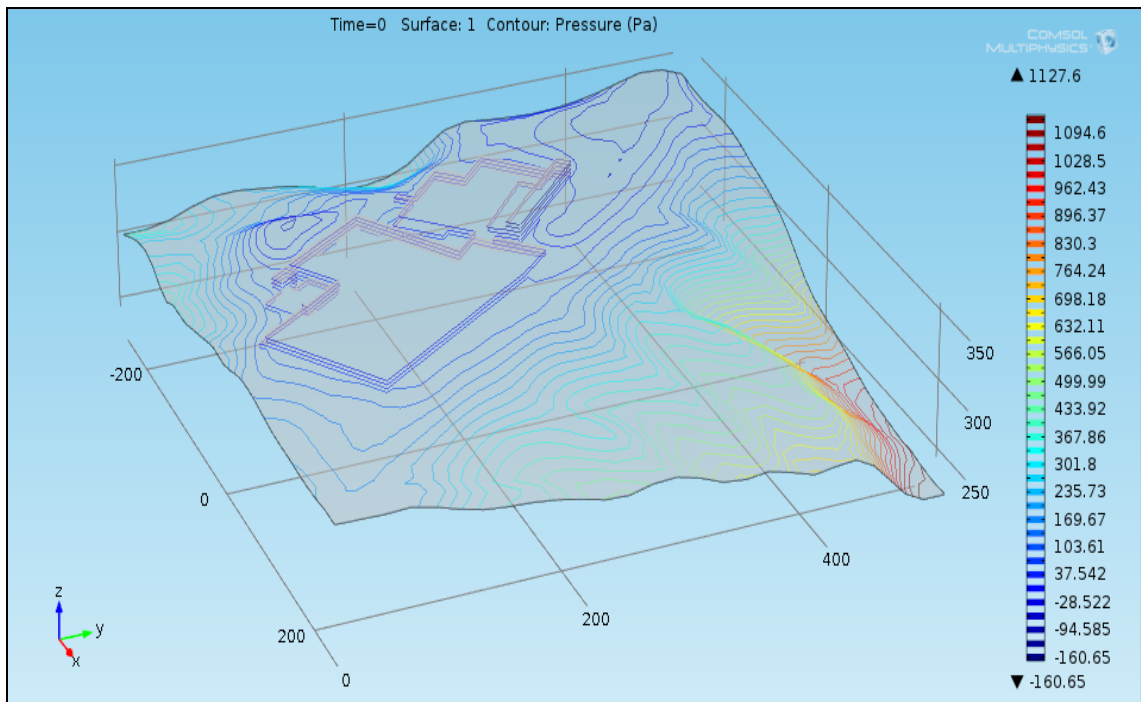


Figura 14b. Campo de presiones hidrostáticas. Presión de referencia =0 Pascal tomada en el nivel de suelo en las puertas de descarga de la nave de recepción, para una temperatura ambiente uniforme de 20°C

Se presentan a continuación, en formato gráfico, los resultados del campo de velocidades y presiones dinámicas.

### ESCENARIO 1: VIENTO DEL NORTE 1ms<sup>-1</sup>

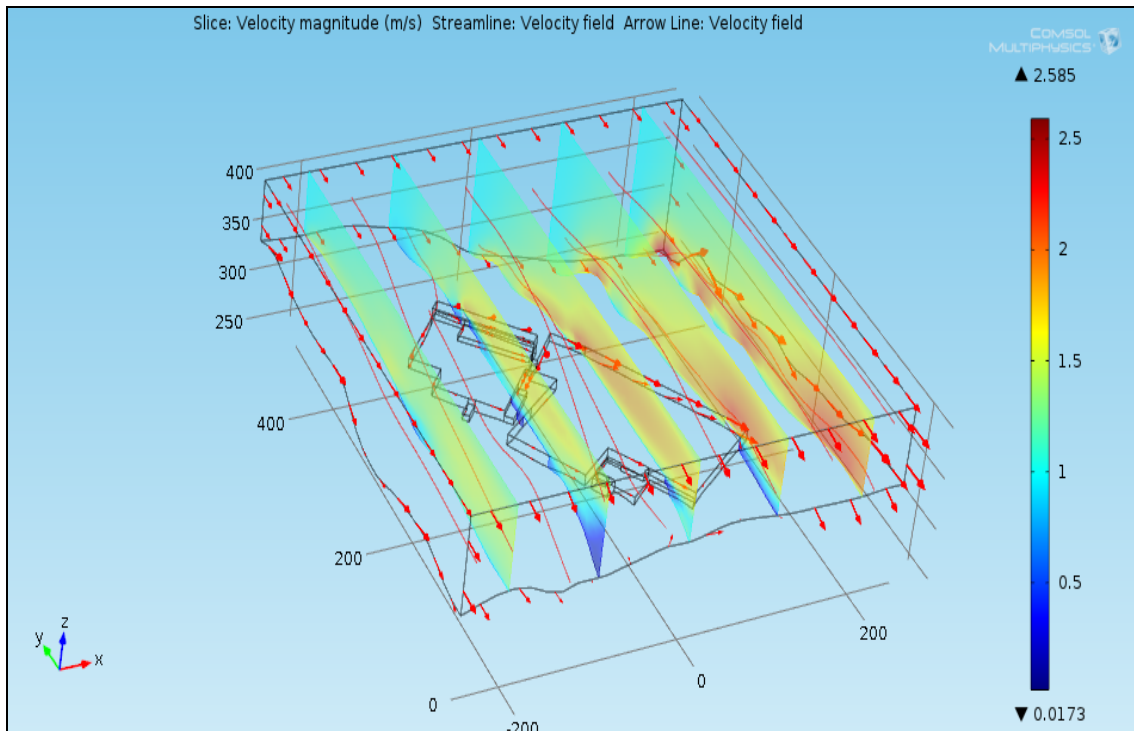


Figura 15a. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Caso: viento del Norte. Velocidad media 1ms<sup>-1</sup>. Temperatura ambiente 20°C.

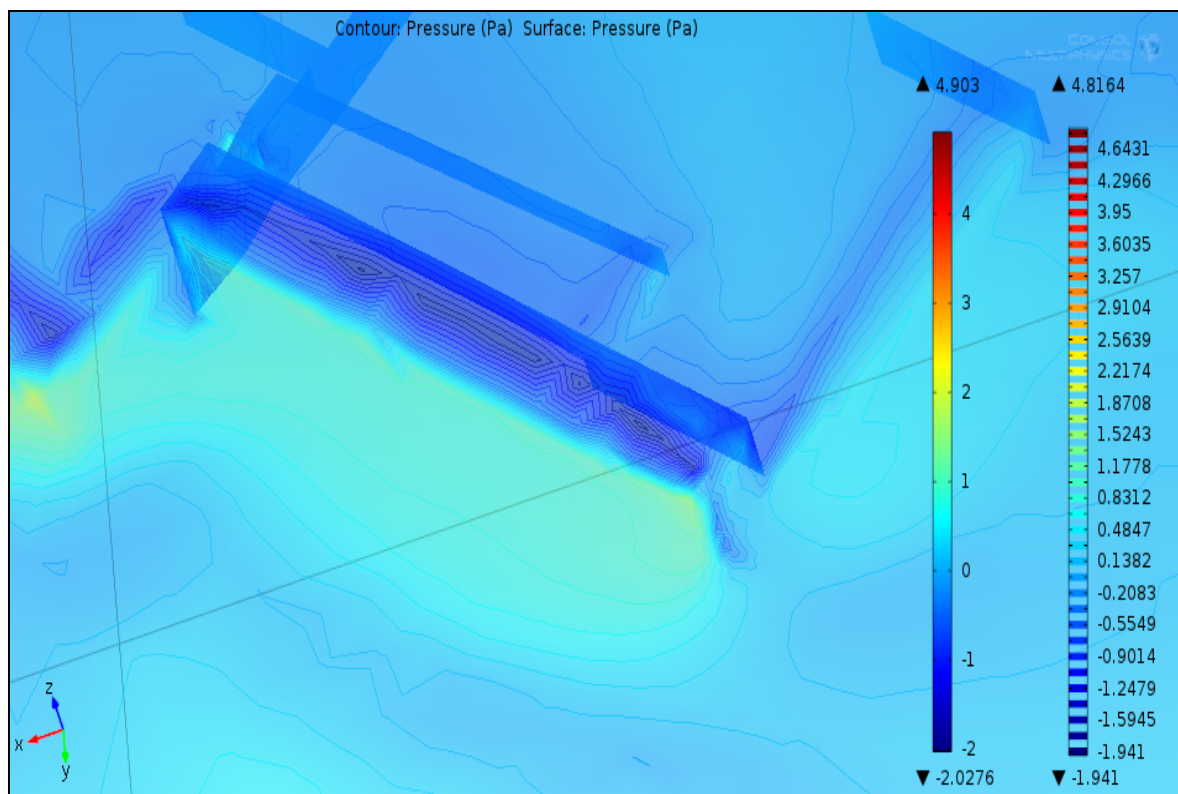
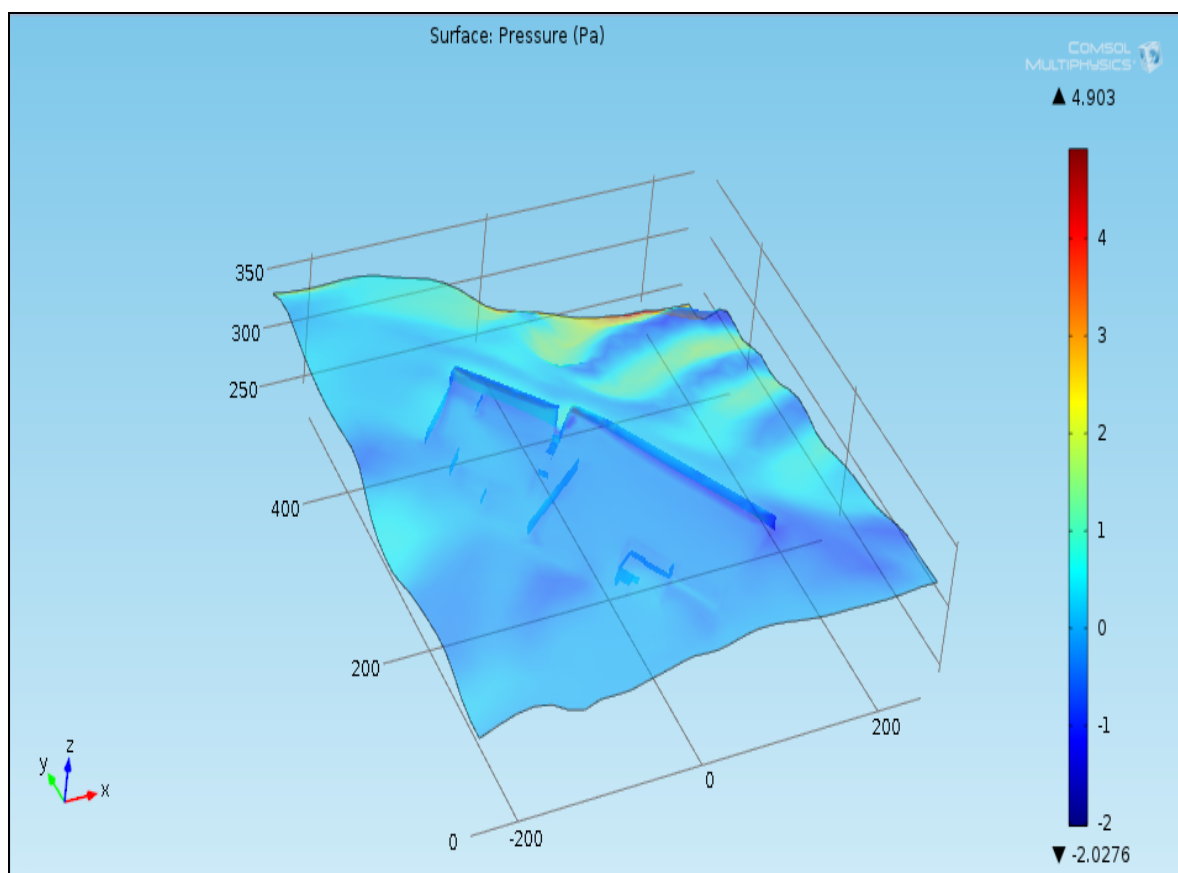


Figura 15b. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Norte. Velocidad media  $1\text{ms}^{-1}$ . Temperatura ambiente  $20^{\circ}\text{C}$

**ESCENARIO 2: VIENTO DEL SUR 1ms<sup>-1</sup>**

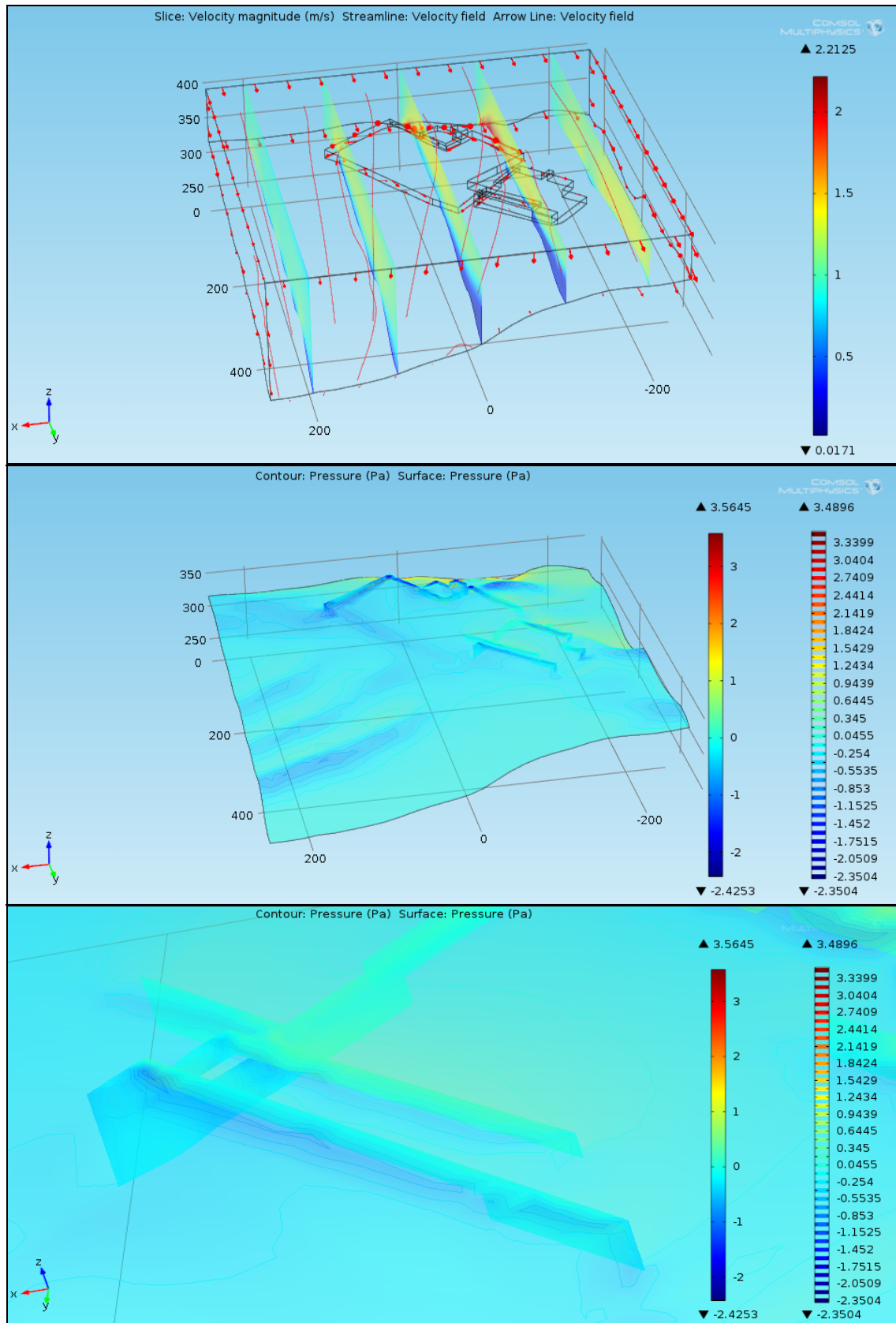


Figura 16. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Sur. Velocidad media 1ms<sup>-1</sup>. Temperatura ambiente 20°C

**ESCENARIO 3: VIENTO DEL ESTE 1ms<sup>-1</sup>**

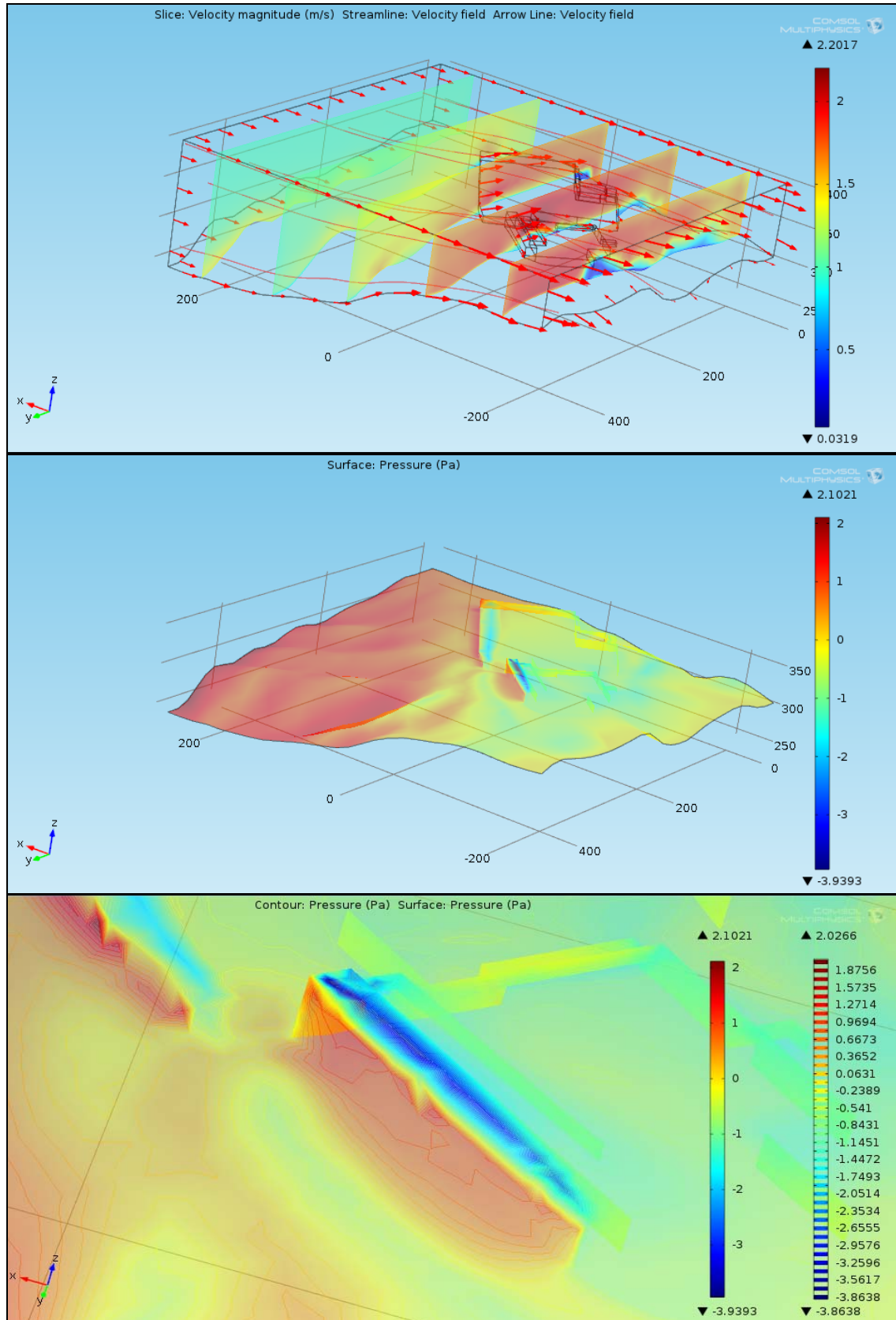


Figura 17. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Este. Velocidad media 1ms<sup>-1</sup>. Temperatura ambiente 20°C.

**ESCENARIO 4: VIENTO DEL OESTE 1ms<sup>-1</sup>**

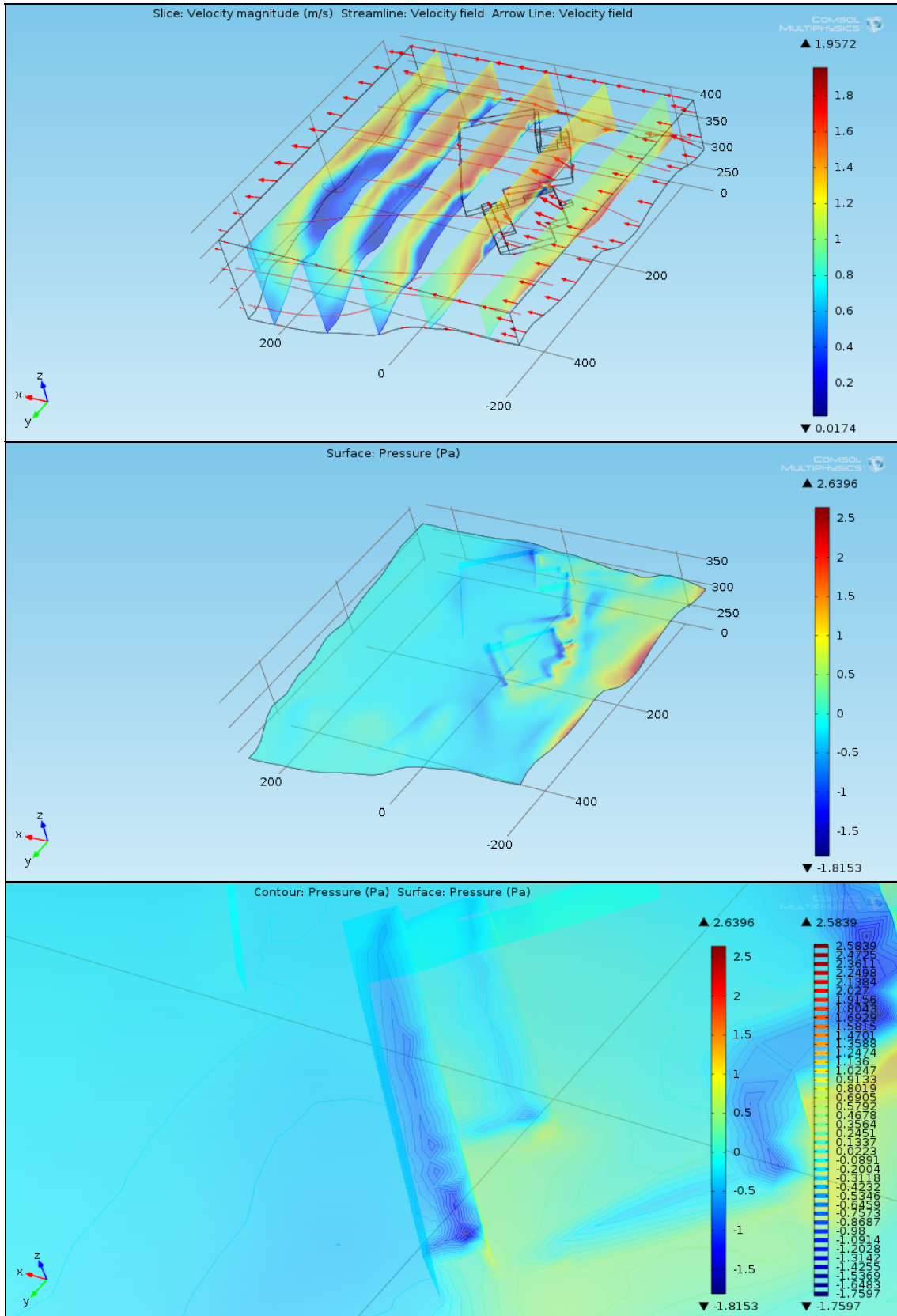


Figura 18. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Oeste. Velocidad media 1ms<sup>-1</sup>. Temperatura ambiente 20°C.

En la tabla 6 se presentan los valores de presión relativa media y mínima para las superficies que simulan el techo, el frontal donde están situadas las puertas, y la pared lateral NW del edificio de recepción, según se muestra en la figura 19. La presión de referencia se ha tomado a nivel de suelo del frontal de puertas.

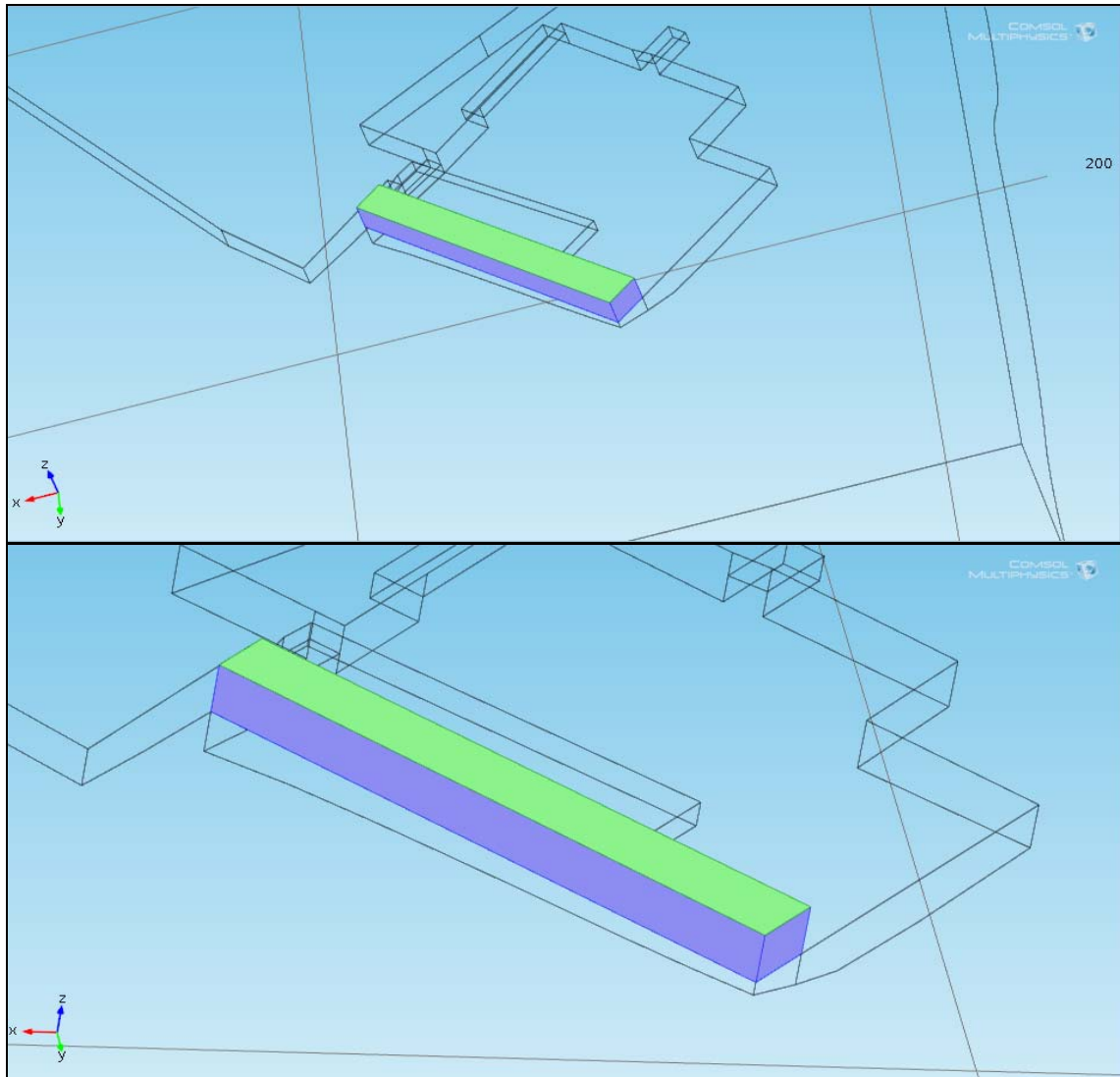


Figura 19. Esquema de las superficies de techo, pared frontal y pared lateral NW

Tabla 6. Valores de presión (Pa) promedio y mínima sobre las paredes externas de la nave de recepción para las diferentes direcciones del viento. Módulo de velocidad de viento:  $1 \text{ ms}^{-1}$ . Presión de referencia a nivel de suelo de las puertas de la nave de recepción:  $P=0$  Pascal

Dirección origen del viento	Techo nave recepción		Frontal puertas		Pared lateral NW	
	Presión media (Pa)	Presión mínima (Pa)	Presión media (Pa)	Presión mínima (Pa)	Presión media (Pa)	Presión mínima (Pa)
Norte	-1,020	-2,028	+0,700	-0,711	-0,003	-1,065
Sur	-0,423	-1,092	-0,264	-0,492	-0,352	-0,536
Este	-2,032	-3,939	+0,400	-1,718	-0,695	-0,862
Oeste	-0,499	-1,715	-0,318	-0,416	+0,062	-0,619

Como se observa en la tabla 6, existen presiones negativas producidas por el efecto de la presión dinámica, con lo que se alcanza un mínimo de -3.9 Pascal en algún punto de la superficie del techo. En dicha superficie, en todos los casos hay presión dinámica negativa, debido a la contracción de las líneas de corriente originadas por la presencia del obstáculo que representa este edificio, que es la edificación con máxima cota de todo el entorno (figura 20). La velocidad del aire considerada como condición de contorno (en los límites del sistema) es de 1 m/s, velocidad del aire casi inapreciable.



Figura 20. Perspectiva del edificio de recepción que resalta su posición elevada respecto al resto de naves.

### **ESCENARIO VELOCIDAD DE VIENTO: 4 ms<sup>-1</sup>**

Para conocer la sensibilidad del sistema al cambio de velocidad, se ha ensayado también una velocidad de viento promedio de 4 ms<sup>-1</sup>. Continúa siendo una velocidad correspondiente a una ligera brisa. Los resultados se muestran a continuación en las figuras 21 a 24.

**ESCENARIO 5: VIENTO DEL NORTE 4 ms<sup>-1</sup>**

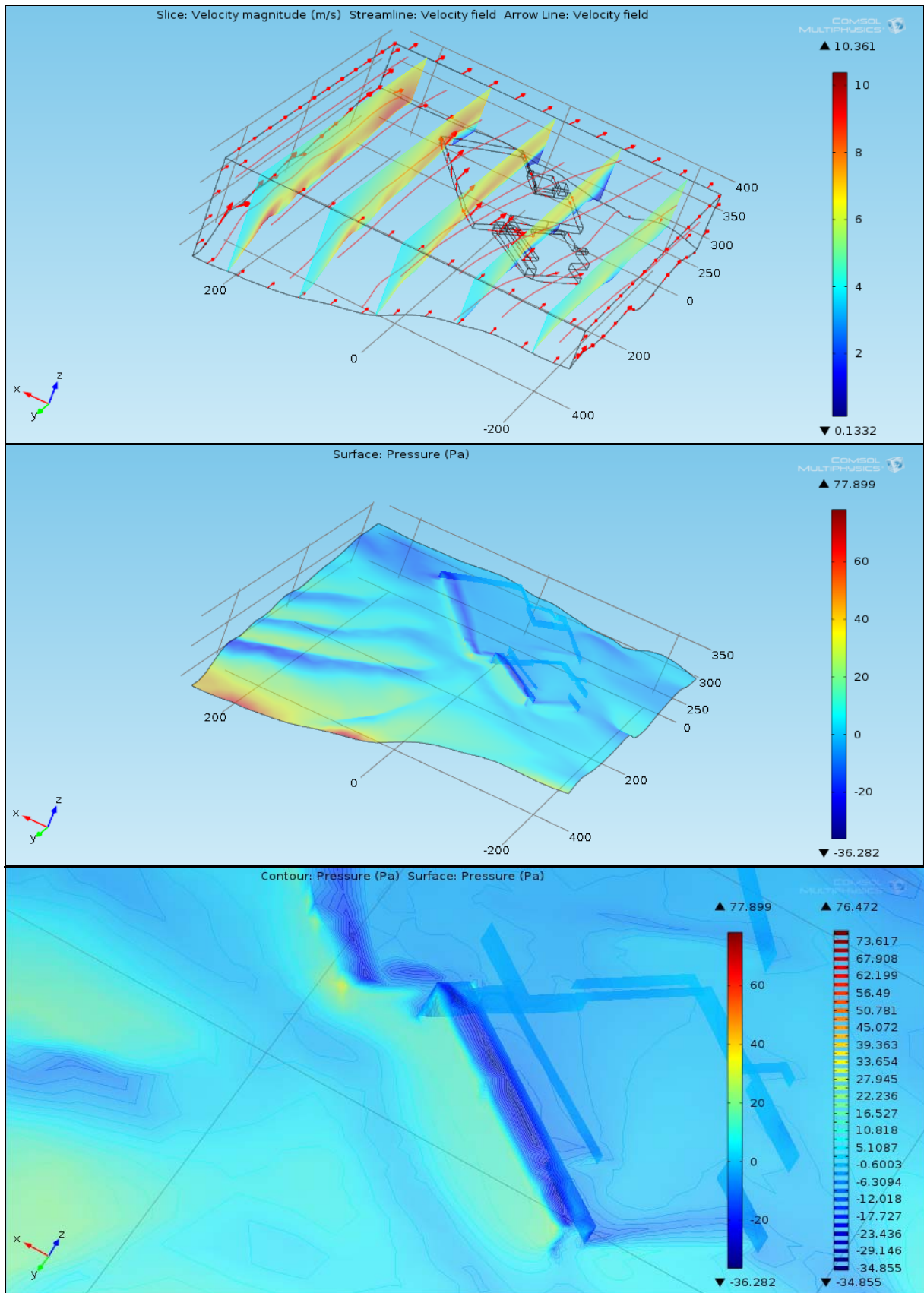


Figura 21. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Oeste. Velocidad media 4 ms<sup>-1</sup>. Temperatura ambiente 20°C.

**ESCENARIO 6: VIENTO DEL SUR 4 ms<sup>-1</sup>**

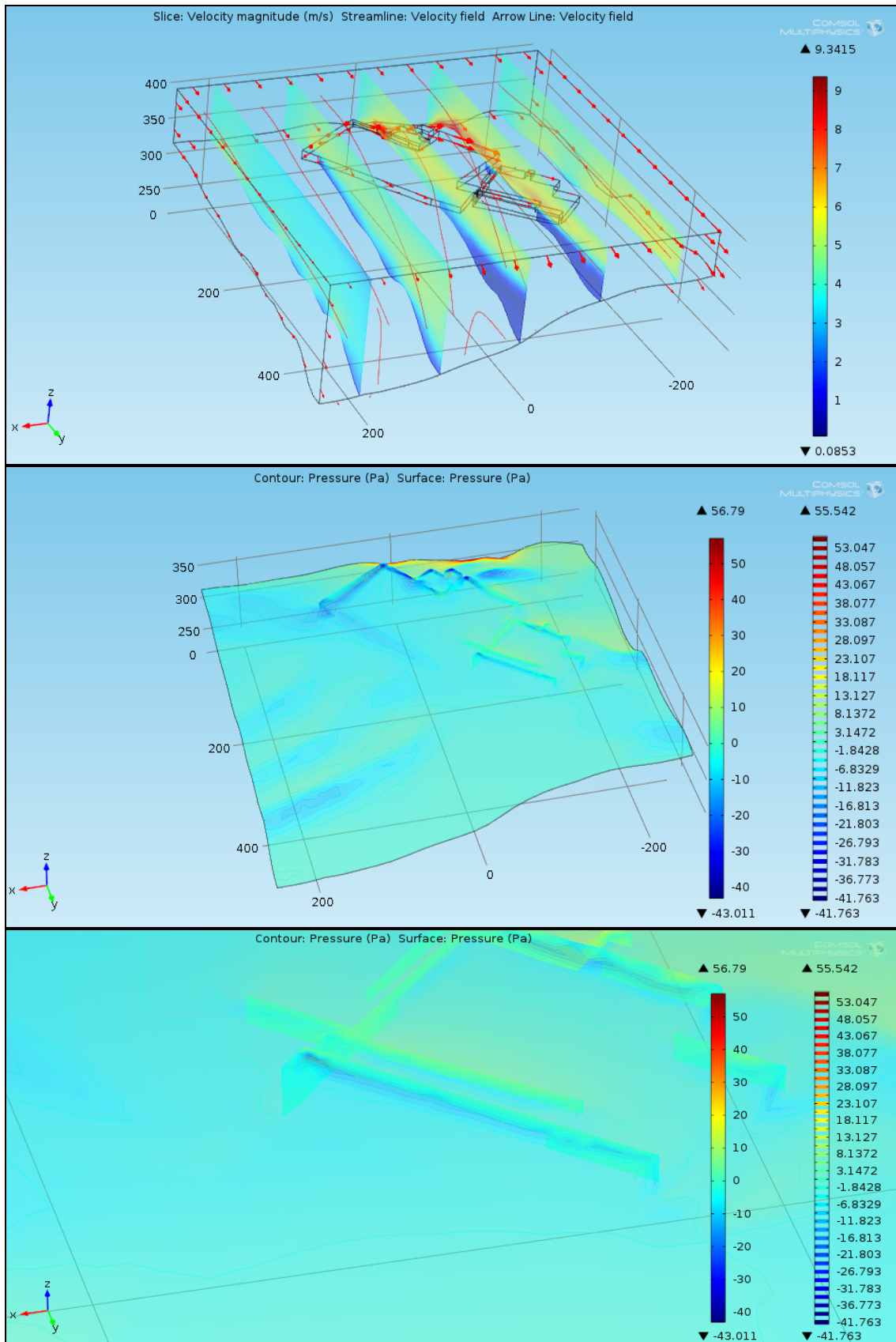


Figura 22. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Sur. Velocidad media 4 ms<sup>-1</sup>. Temperatura ambiente 20°C

**ESCENARIO 7: VIENTO DEL ESTE 4ms<sup>-1</sup>**

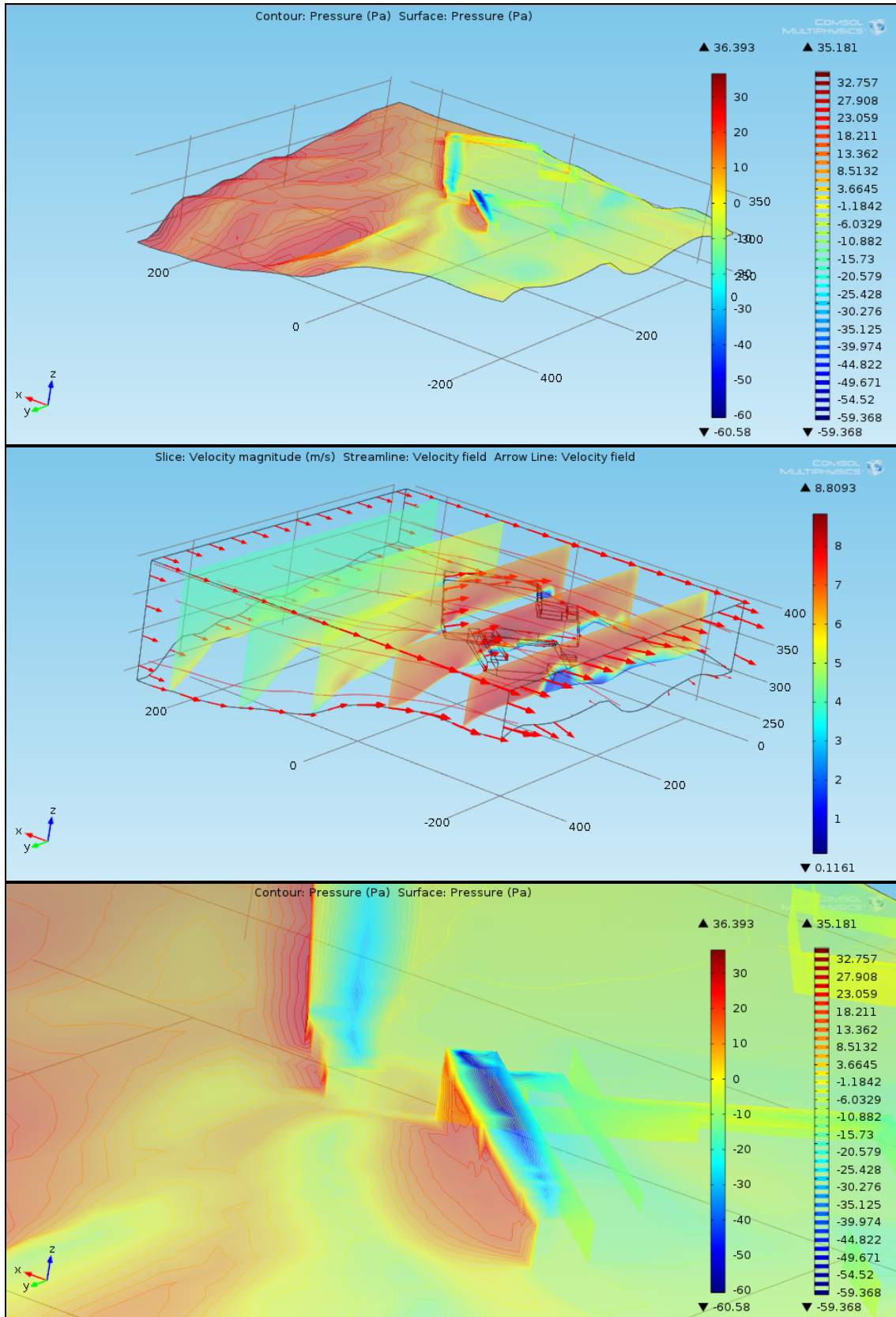


Figura 23. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Este. Velocidad media 4 ms<sup>-1</sup>. Temperatura ambiente 20°C

**ESCENARIO 8: VIENTO DEL OESTE 4ms<sup>-1</sup>**

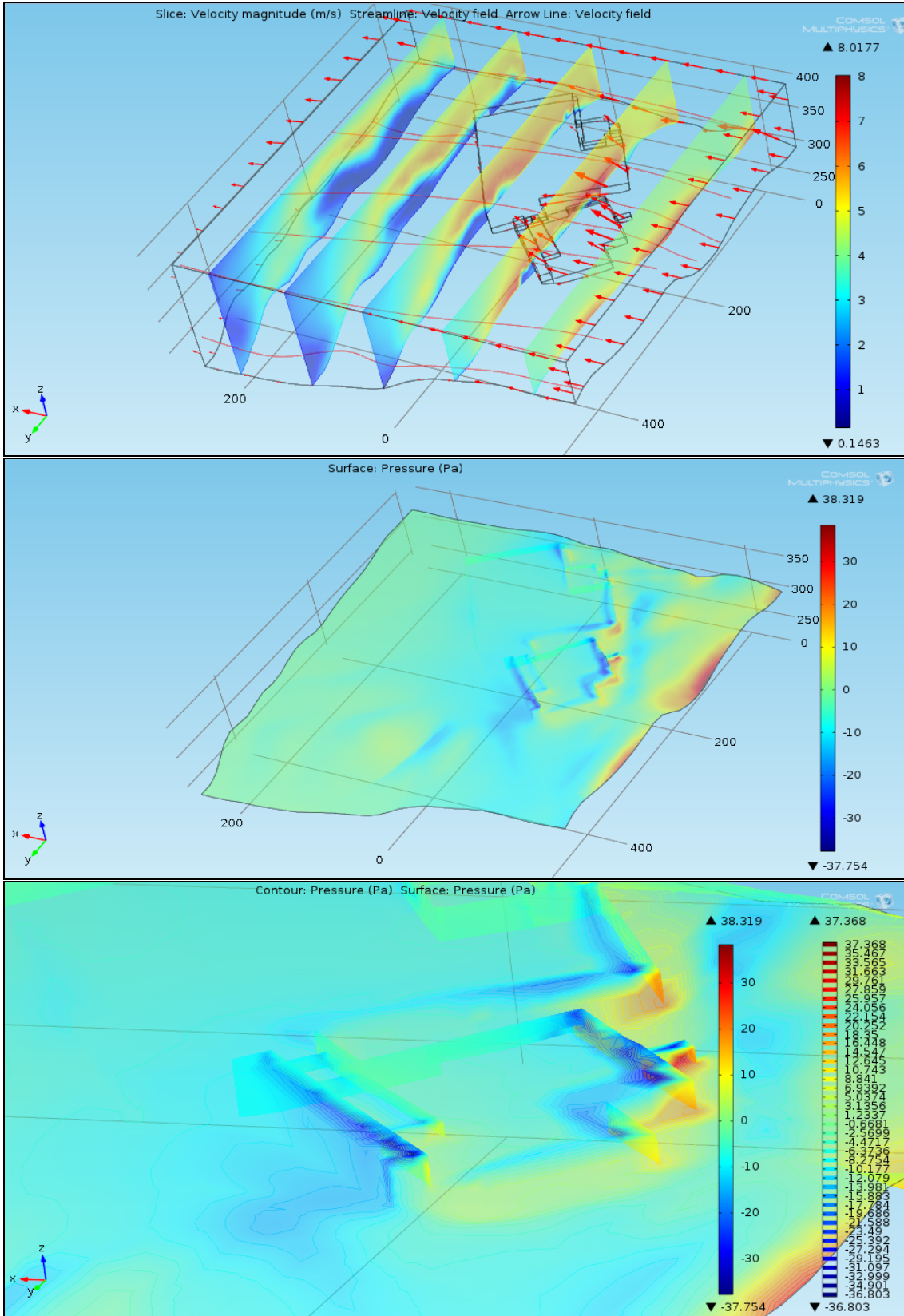


Figura 24. Campo de velocidades de viento y presiones dinámicas. Escenario: viento del Oeste. Velocidad media 4 ms<sup>-1</sup>. Temperatura ambiente 20°C

Tabla 7. Valores de presión dinámica (Pa) promedio y mínima sobre las paredes externas de la nave de recepción para las diferentes direcciones del viento. Módulo de velocidad de viento:  $4 \text{ ms}^{-1}$ . Presión de referencia a nivel de suelo de las puertas de la nave de recepción:  $P=0$  Pascal.

Dirección origen del viento	Techo nave recepción		Frontal puertas		Pared lateral NW	
	Presión media (Pa)	Presión mínima (Pa)	Presión media (Pa)	Presión mínima (Pa)	Presión media (Pa)	Presión mínima (Pa)
Norte	-18,171	-36,282	+10,386	-15,256	-0,124	-18,241
Sur	-5,914	-19,877	-3,147	-5,727	-4,460	-7,339
Este	-27,293	-60,580	+10,641	-21,070	-6,579	-8,768
Oeste	-16,122	-37,754	-11,790	-19,589	-5,963	-19,589

De los valores recogidos en las tablas 6 y 7, resumen de los resultados de los diferentes escenarios de velocidad  $1 \text{ ms}^{-1}$  y  $4 \text{ ms}^{-1}$  como condición de contorno respectivamente, se comprueba que la presión dinámica varía mucho con la velocidad, varía con el cuadrado de la misma. Pero para su cálculo se necesitaba conocer la distribución de velocidad, accesible con el cálculo numérico.

En la cubierta de la nave de recepción las presiones dinámicas promedio y mínimas son en todos los casos negativas. En el frontal de las puertas, las presiones medias pueden ser positivas o negativas, dependiendo de la orientación del viento, mientras que siempre se dan zonas en este frontal con presión negativa independientemente de la orientación del viento.

En la pared lateral NW también, al igual que en la cubierta de la nave de recepción, las presiones dinámicas resultan negativas.

Se concluye entonces, que aunque frente a la presión hidrostática la presión dinámica para velocidades de viento moderadas no tiene mucha relevancia, sí puede tener una influencia importante en la presión relativa interior-exterior de la nave de recepción. Compárense el intervalo de valores de presión hidrostática de la figura 14, con las obtenidas para la presión dinámica de las figuras 15 a 18 y 21 a 24.

## 5.2. Resultados Fase II

Los resultados obtenidos en la Fase II han sido los siguientes:

### MODELO DEL INTERIOR DEL EDIFICIO DE RECEPCIÓN

Una vez resuelto el modelo CFD exterior de las instalaciones y evaluado el efecto del viento sobre el mismo para diferentes condiciones de velocidad y dirección del aire, se construye el modelo interior del edificio de recepción, implementando los elementos necesarios, como se muestra en la figura 25.

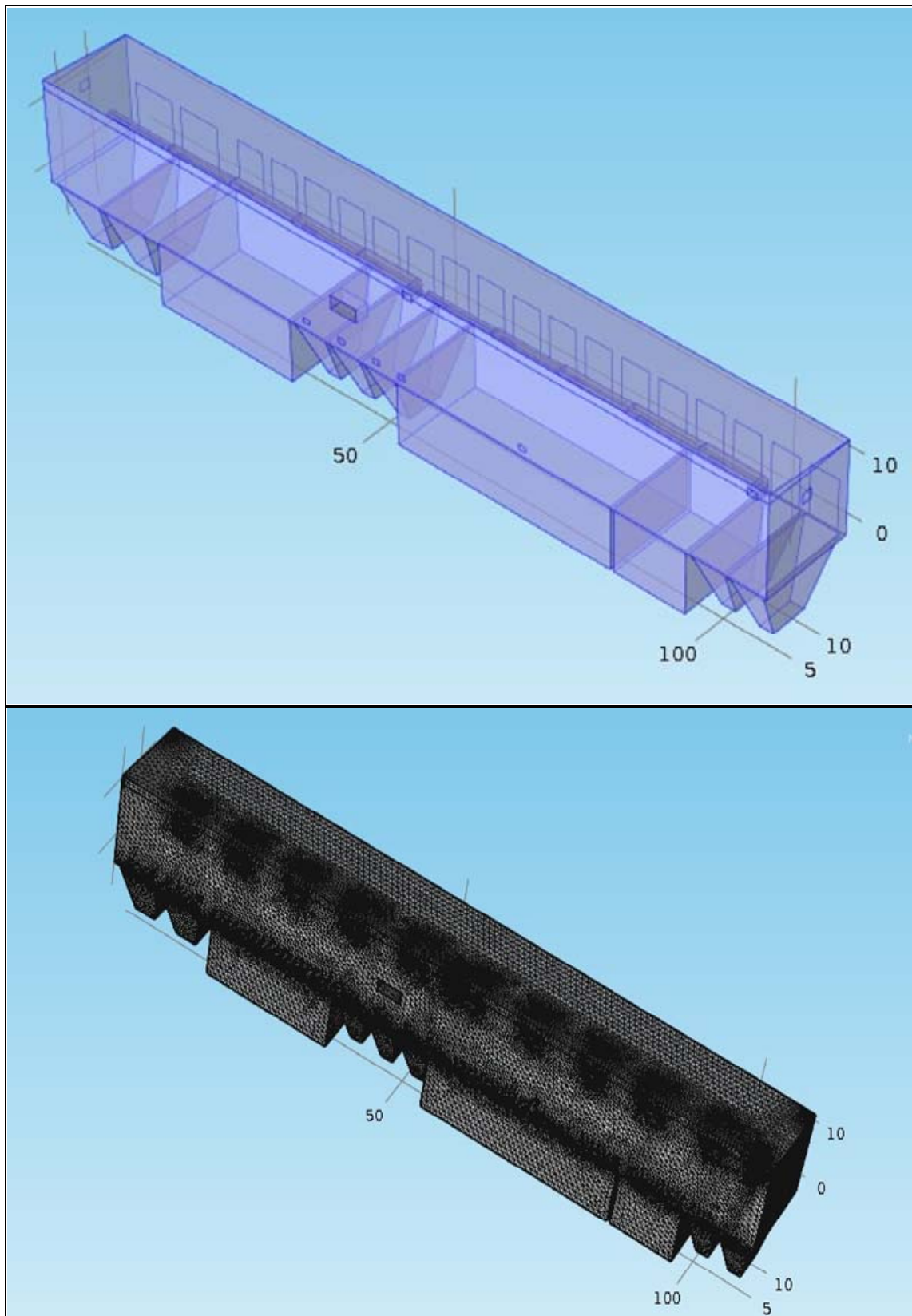


Figura 25. Modelo del interior del edificio de recepción.

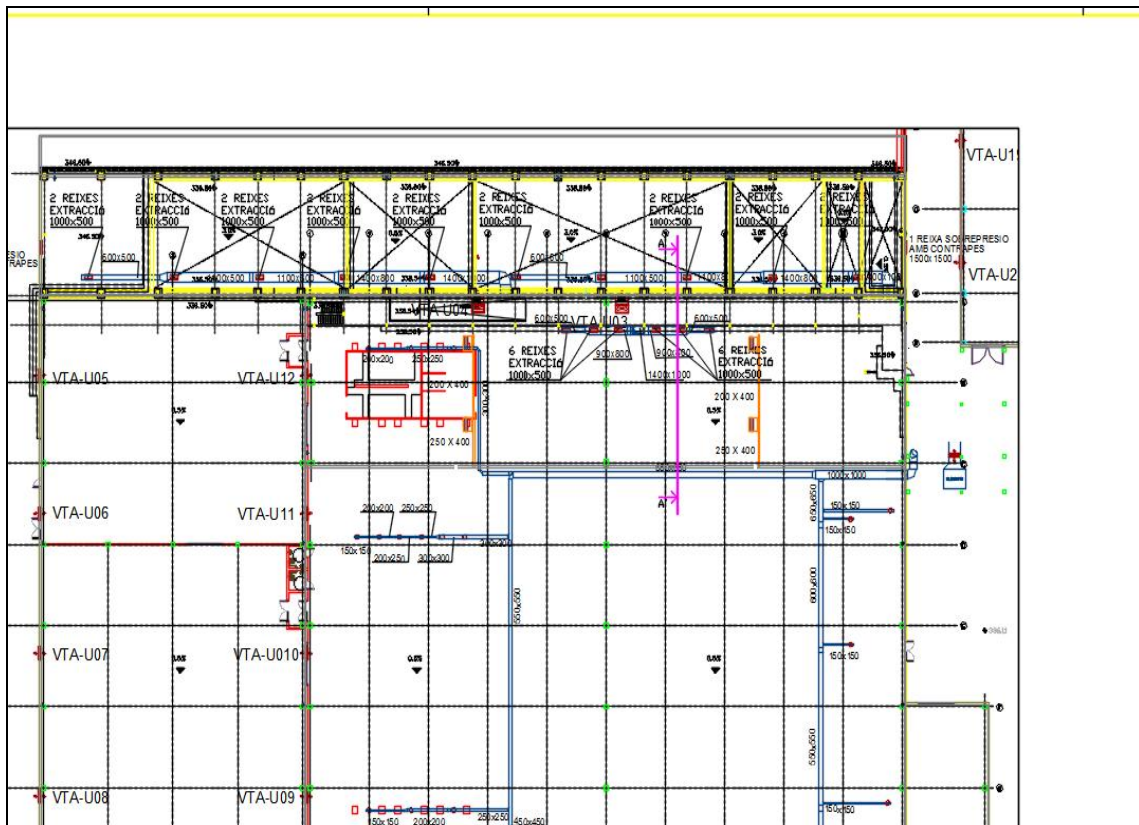


Figura 26. Plano con la ubicación de los conductos de techo en la nave de recepción.

## CONDUCTO SOBRE PUERTAS. RESULTADOS

Este elemento de extracción del aire interior construido con chapa galvanizada, situado sobre las puertas de descarga de la nave de recepción, tiene sección rectangular con dimensiones de base constante y altura variable con la longitud, conforme se va incorporando aire por las consecutivas bocas, con el propósito de diseño de mantener una velocidad constante en su interior.

El caudal total de diseño es de 30.000 m<sup>3</sup>/h mediante aspiración por la unidad centrífuga VTC-U02.

Las bocas de aspiración eran inicialmente de tamaño uniforme, con unas dimensiones de 300x200mm. Posteriormente se hizo un ajuste para conseguir uniformidad de entrada de caudal en todas ellas, variando su sección desde 300x200 mm al inicio del conducto (zona más alejada de la unidad VTC-U02) hasta 115x200 mm en la zona más cercana (última boca situada a la salida de la nave), según el documento de 23 de Octubre de 2015 'Equilibrado del sistema de captación del Foso de descarga de Can Mata', realizado por Opticlim Servicios de Climatización Industrial.

Se ha desarrollado el modelo siguiendo fielmente la geometría del mismo.

Se ha comprobado que el modelo desarrollado, para tramos rectos de conducto de diferentes tamaños y caudales, obtiene valores de pérdida de carga que son similares a los que se obtienen con ecuaciones analíticas desarrolladas específicamente para este tipo de instalaciones realizadas en chapa galvanizada. Empleando la ecuación analítica empírica dada por la publicación especializada 'Fans & Ventilation' de WTW Cory, 2005. Elsevier Science, para conductos de acero galvanizado:

$$P_L = 0.01717 L Q^{1.921} D^{-2.056} \quad (1)$$

En la que:

- $P_L$  = Pérdida de carga (Pascal)
- $L$  = Longitud del conducto (m)
- $Q$  = Caudal ( $m^3/s$ )
- $D$  = Diámetro equivalente del conducto (m)
- 

La comparación entre valores de  $P_L$  calculadas con la ecuación (1) y las obtenidas por el modelo CFD de COMSOL se muestra en la figura 27, para un conducto rectangular de 0,1x0,06 metros. En la figura 28 se muestra la comparación para un conducto de 1x0.6 metros de sección.

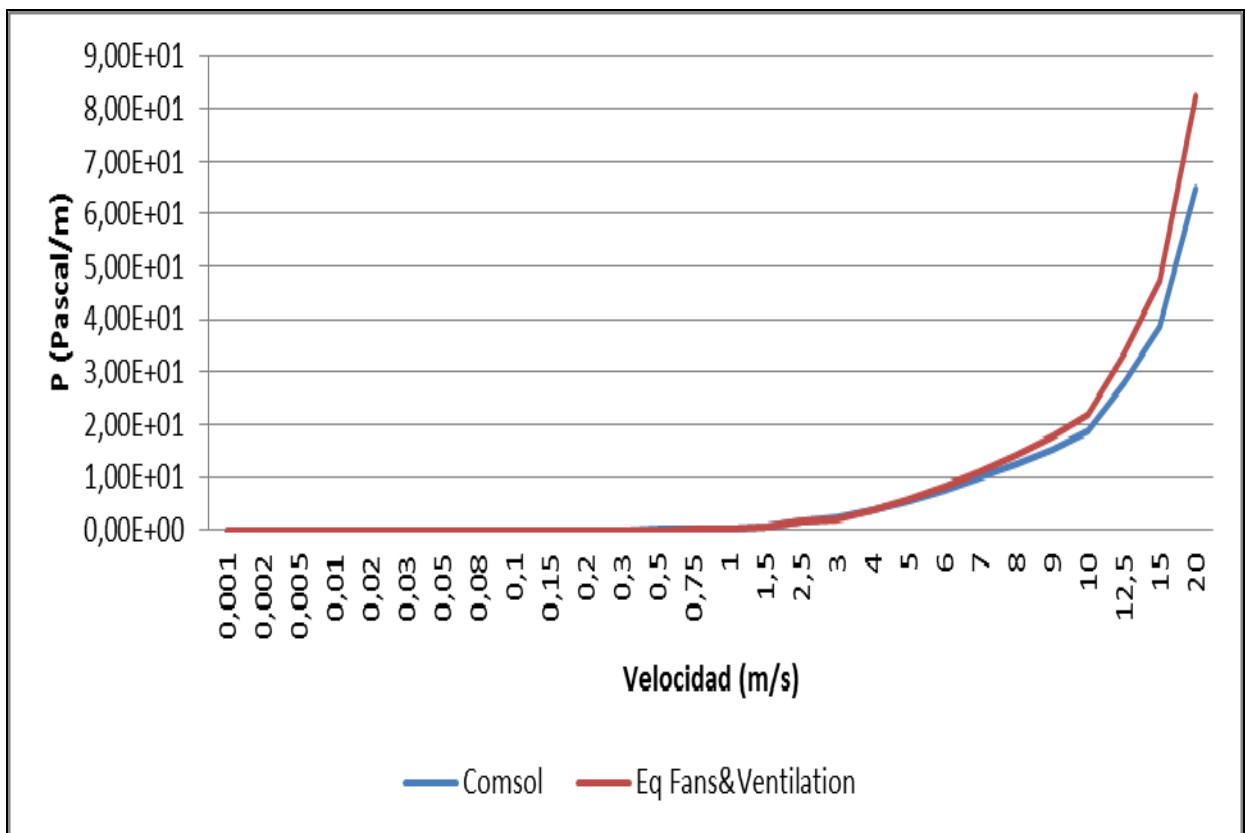


Figura 27. Comparativa de los valores de pérdida de carga calculadas y las obtenidas por el modelo CFD para un conducto de 0,1x0,06 m

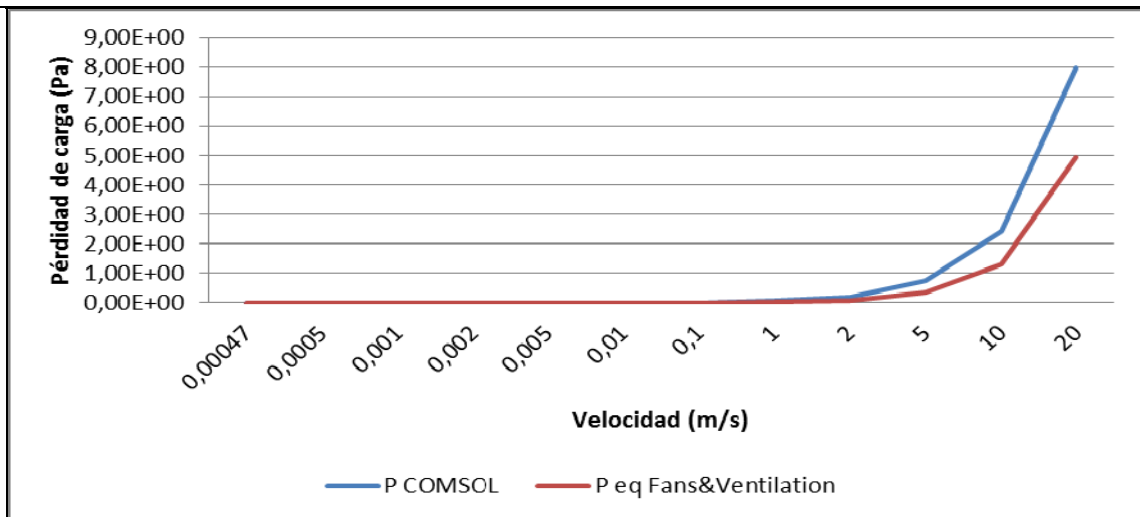


Figura 28. Comparativa de los valores de pérdida de carga calculadas y las obtenidas por el modelo CFD para un conducto de 0,1x0,06 m

El intervalo de velocidades de esta gráfica llega hasta 20 m/s. Velocidad que no se alcanza en los diferentes conductos de ventilación, cuyos valores experimentales a la salida de los mismos son según mediciones de Opticlim del 23 Octubre de 2015 y 16 de Mayo de 2017, referenciados en la tabla 8:

Tabla 8. Caudales medidos experimentalmente en los conductos

Conducto	Caudal (m³/h)	Dimensiones (mxm)	Velocidad (m/s)
Techo izquierdo	52248,60	1,4x1,0	10,37
Techo derecho	41992,20	1,4x1,0	8,33
Puertas	22850,00	0,6x1,65	6,41

Para estas velocidades, la comparación de pérdidas de carga utilizando la ecuación (1) u otro método más común, que emplea el nomograma de la figura 29, da los valores de la tabla 9. Los diámetros equivalentes de los conductos se han calculado con la ecuación (2) de Huebscher.

$$D_{eq} = 1.3 (ab)^{5/8} (a+b)^{-1/4} \quad (2)$$

- $D_{eq}$  = Diámetro equivalente (m)
- a, b = Dimensiones del conducto rectangular (m)

Tabla 9. Comparación de pérdidas de carga en conductos con las dimensiones finales de los conductos del edificio de recepción por los que circula el caudal de aire medido experimentalmente en esos conductos por Opticlim

Conducto	Dimensiones (mxm)	Velocidad (m/s)	Diámetro equivalente (m)	Pérdida de carga nomograma (mca/m)	Pérdida de carga nomograma (Pascal/m)	Pérdida de carga ec. (1) (Pascal/m)
Techo izquierdo	1,4x1.0	10,37	1,29	0,07	0,82	0,81
Techo derecho	1,4x1.0	8,33	1,29	0,05	0,59	0,53
Puertas	0,6x1,65	6,41	1,05	0,055	0,65	0,55

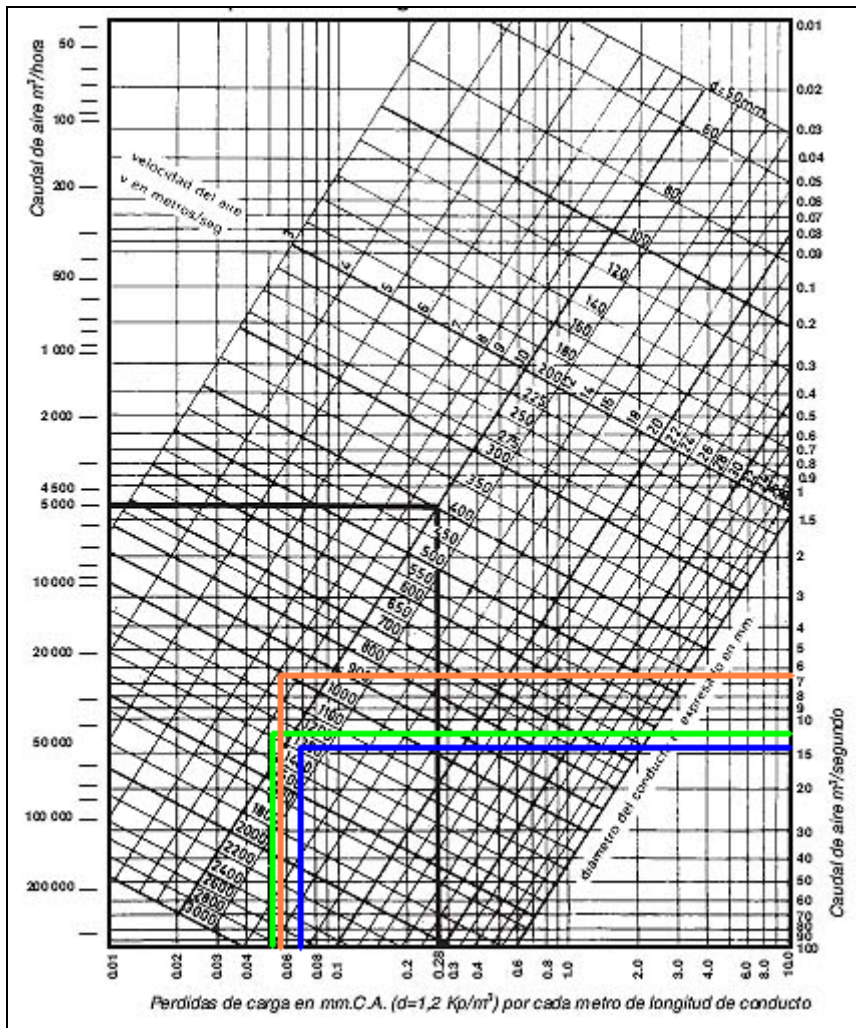


Figura 29. Nomograma para el cálculo de la pérdida de carga en conductos en los que circula aire. Color azul: conducto techo izquierdo. Color Verde: conducto techo derecho. Color naranja: conducto sobre puertas

Las caídas de presión obtenidas con la ecuación empírica (1) o con el nomograma de la figura 29, son similares, según los datos de las dos últimas columnas de la tabla 9. COMSOL tiende a incrementar ligeramente estas pérdidas de carga para conductos de gran tamaño, pero dentro del mismo orden de magnitud.

Se ha de hacer la consideración de que las pérdidas de carga a través del sistema de ventilación hay que añadir las debidas a las múltiples entradas en los conductos, difíciles de evaluar a priori de forma independiente, y que son las que provocarán la mayor parte de la caída de presión en esos conductos.

Una vez evaluado los resultados obtenidos a través del programa CFD COMSOL con el cálculo de un conducto recto, se ha estudiado el conducto sobre puertas en la situación de diseño para velocidades de aire en conductos similares a las medidas realizadas experimentalmente por Opticlim, de  $22850\text{m}^3\text{h}^{-1}$ , y suponiendo la entrada de aire externo a la nave únicamente por la compuerta de sobre presión (CSP) situada en la cara NW.

En las figuras 30 y 31 se muestra el resultado de velocidades con líneas de corriente y de la distribución de presiones obtenidas.

Se presenta este resultado obtenido en el estudio del comportamiento del conducto sobre las puertas de descarga porque pone de manifiesto que con un solo conducto ya se consigue recirculación de aire por el interior de la nave, con evacuación de aire principalmente por las bocas situadas más cerca de la salida del conducto hacia el exterior.

Se ha supuesto que la compuerta CSP opera a una velocidad de paso de aire de unos 2.8 m/s, cerca de la mitad de su gama de funcionamiento, para un caudal de entrada igual al de salida, de  $22850\text{m}^3\text{h}^{-1}$ .

Según el gráfico de correspondencia velocidad-presión total del fabricante de la compuerta CSP, la pérdida de carga a su través para la velocidad de 2.8 m/s está alrededor de 25 Pascal. La cota inferior de esta CSP está a 1 metro del nivel del suelo.

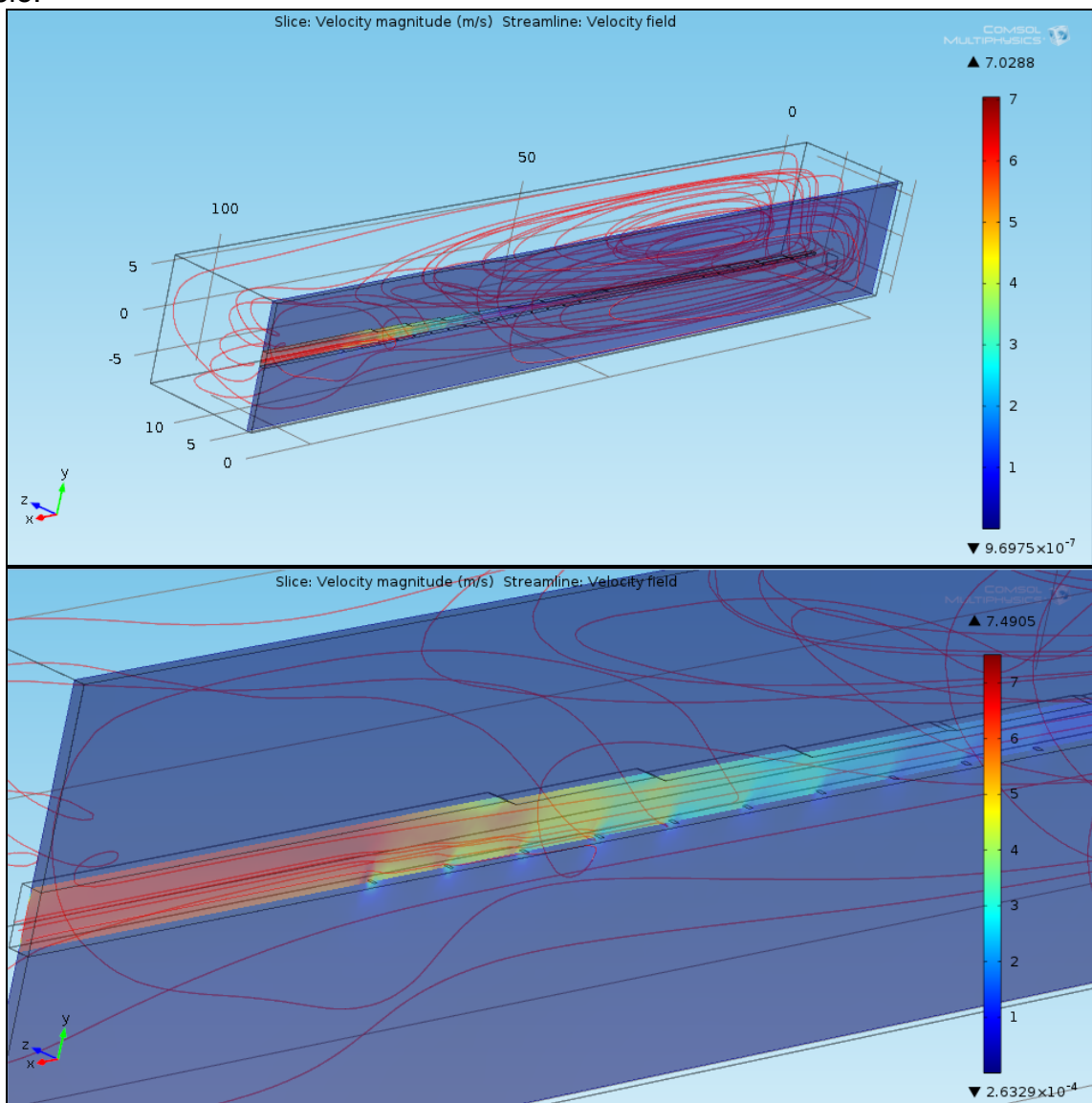


Figura 30. Detalle de resultados de velocidad del aire en el conducto sobre puertas comprobado para caudal de aire en conducto similar al medido experimentalmente por Opticlim, de  $22850\text{m}^3\text{s}^{-1}$

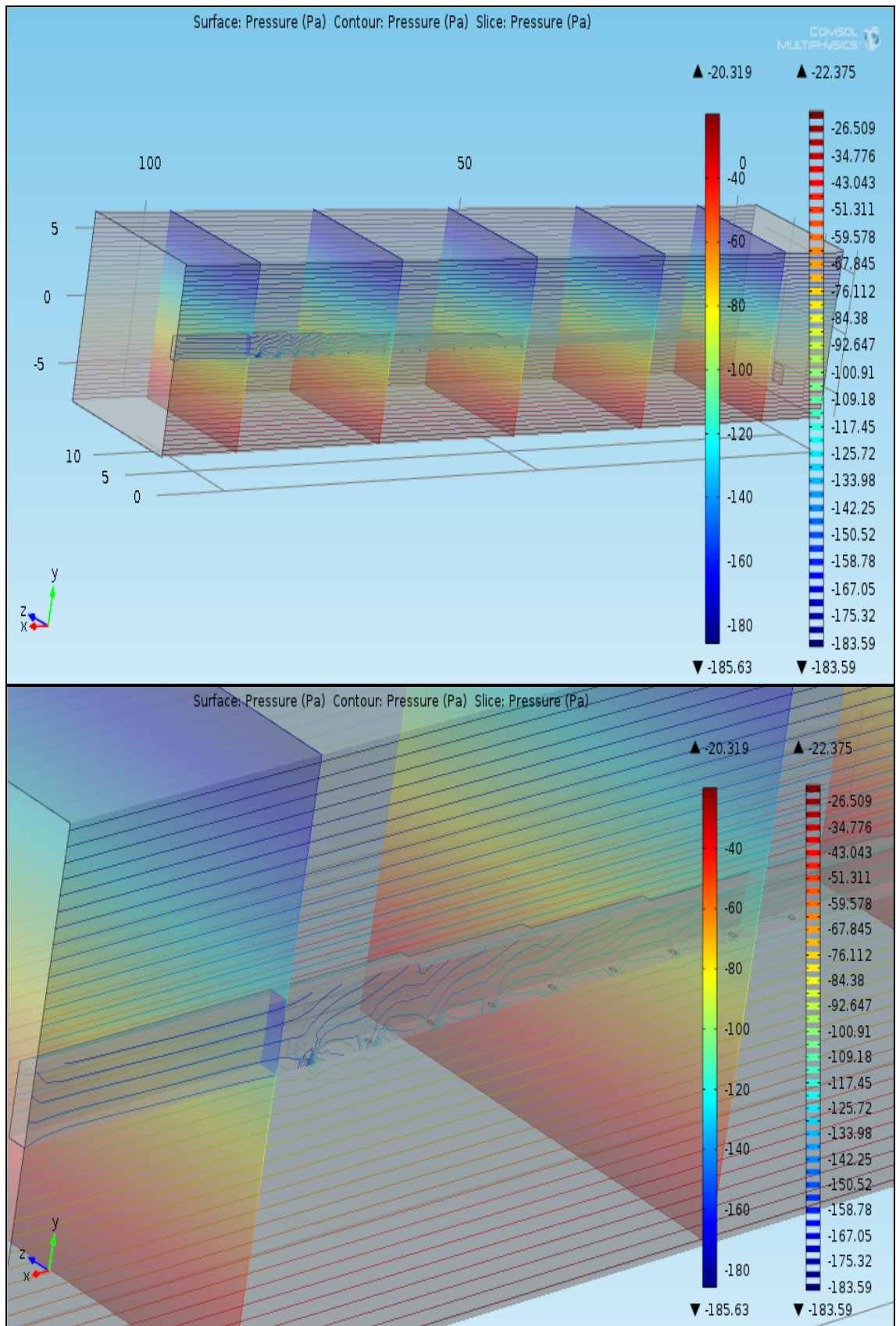


Figura 31. Distribución de presiones en el conducto sobre puertas

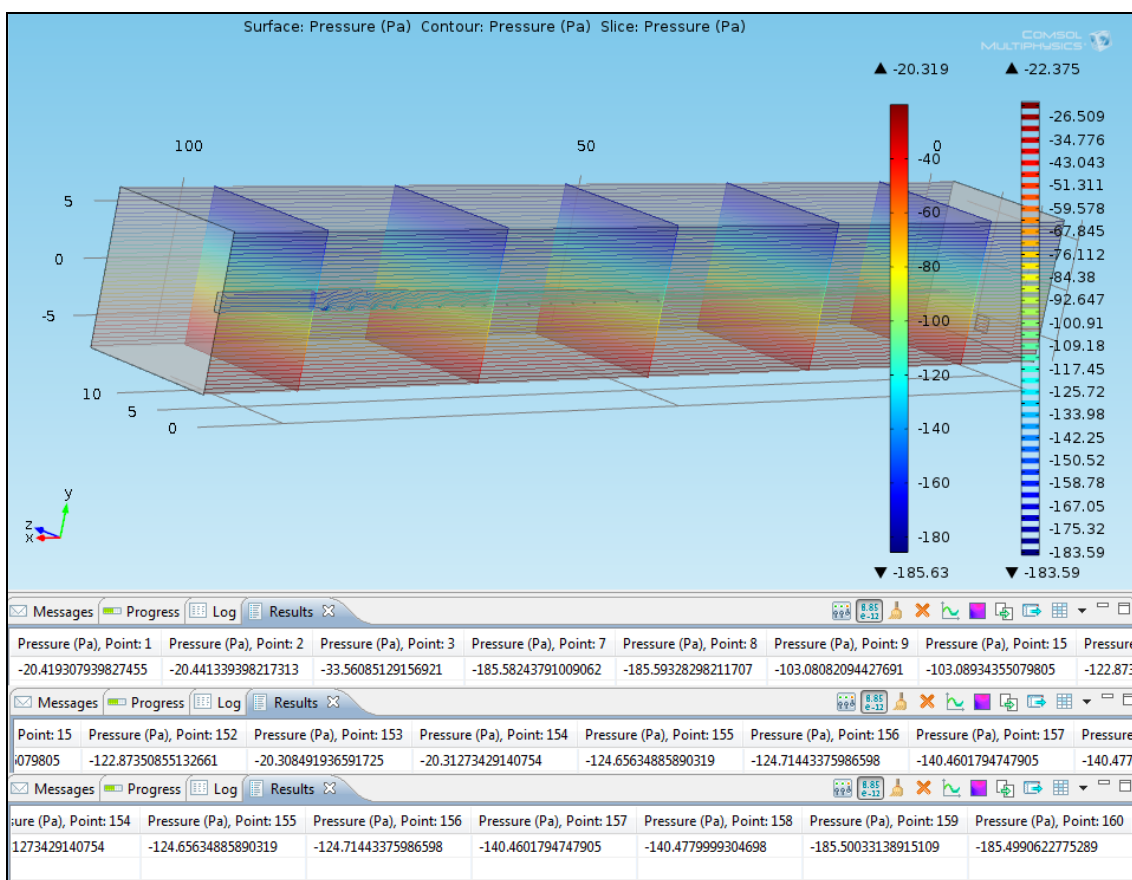


Figura 32. Detalle de resultados de presión en la nave de descarga con sólo el funcionamiento del conducto sobre puertas, comprobado para un caudal de aire en conducto similar al medido experimentalmente por Opticlim, de  $22850\text{m}^3\text{h}^{-1}$

Tomando como referencia la presión exterior a ese nivel de suelo ( $P_{ref}=0$  Pascal), las presiones que resultan en el interior de la nave, suponiendo que todo es estanco y sólo entra aire por esa CSP, son las que se muestran en la tabla 10.

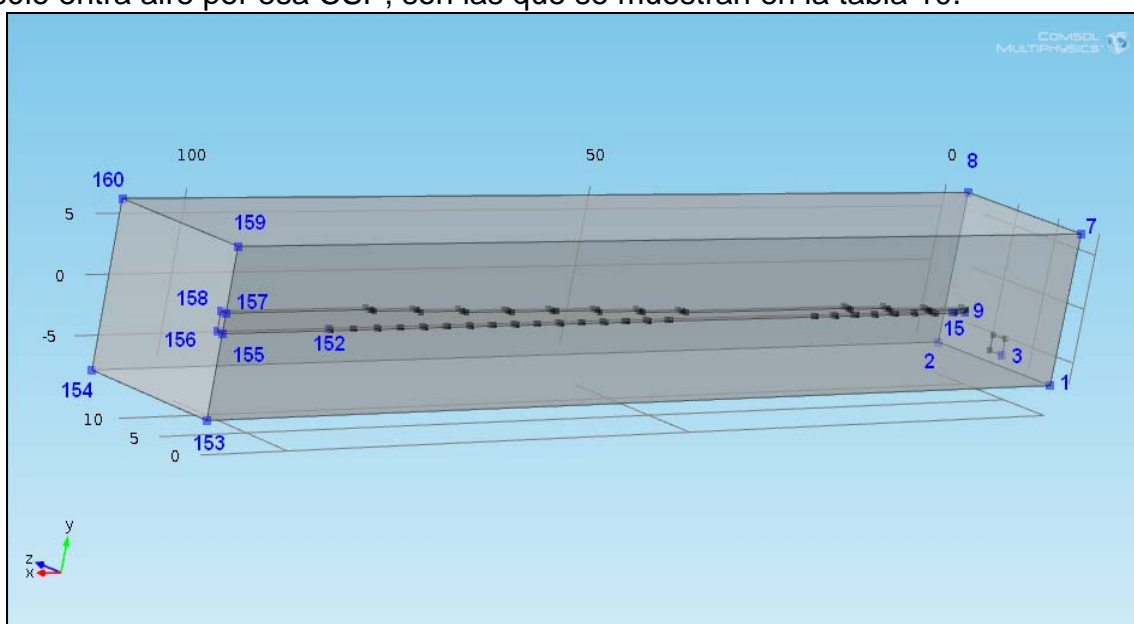


Figura 33. Numeración de los puntos correspondientes a la tabla 10

Tabla 10. Presiones en puntos del interior de la nave de descarga con sólo el funcionamiento del conducto sobre puertas, comprobado para un caudal de aire en conducto similar al medido experimentalmente por Opticlim, de  $22850\text{m}^3\text{h}^{-1}$ . Presión de referencia (Pref=0) a nivel de suelo en punto 1 exterior de nave.

Puntos interior nave	Presión (Pascal)
1	-20,42
2	-20,44
3	-33,56
7	-185,58
8	-185,59
9	-103,08
15	-103,09
152	-122,87
153	-20,31
154	-20,31
155	-124,66
156	-124,71
157	-140,46
158	-140,48
159	-185,50
160	-185,50

Los tres conductos, una vez testados, se han integrado en el interior de la nave de recepción, como se aprecia en las figuras 34,35 y 36.

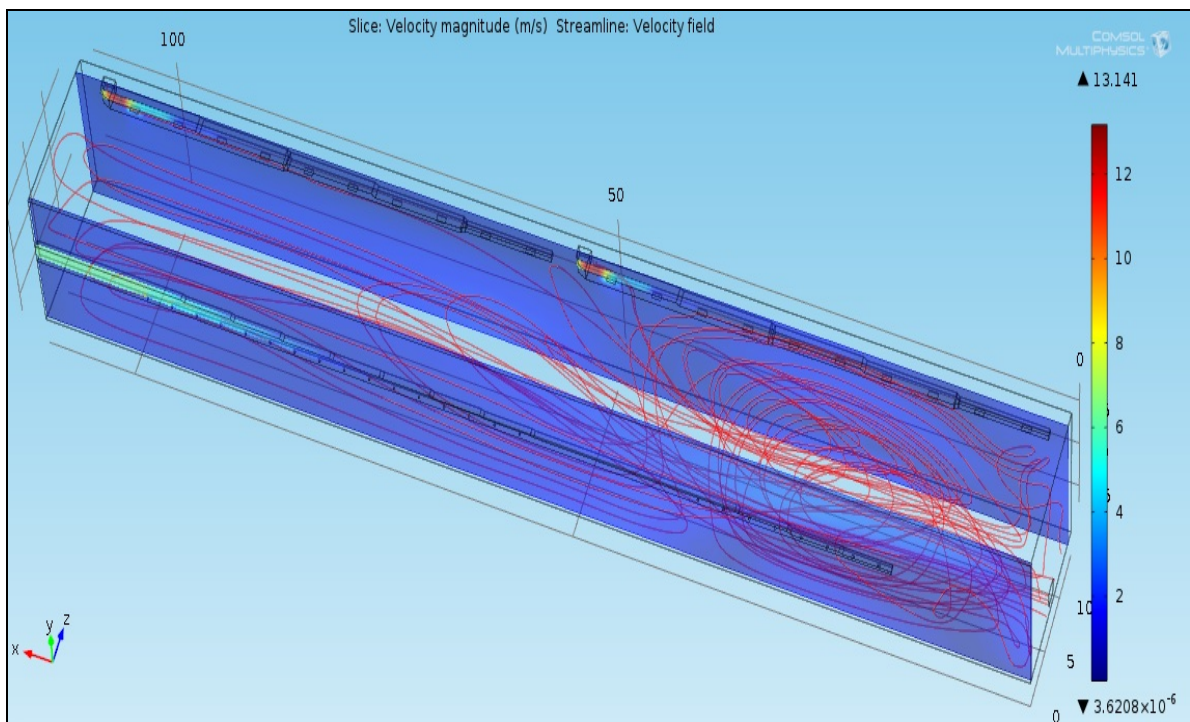


Figura 34a. Puesta a punto de los tres conductos en conjunto. Supuesto de entrada de aire por la compuerta de sobrepresión situada en la pared NW

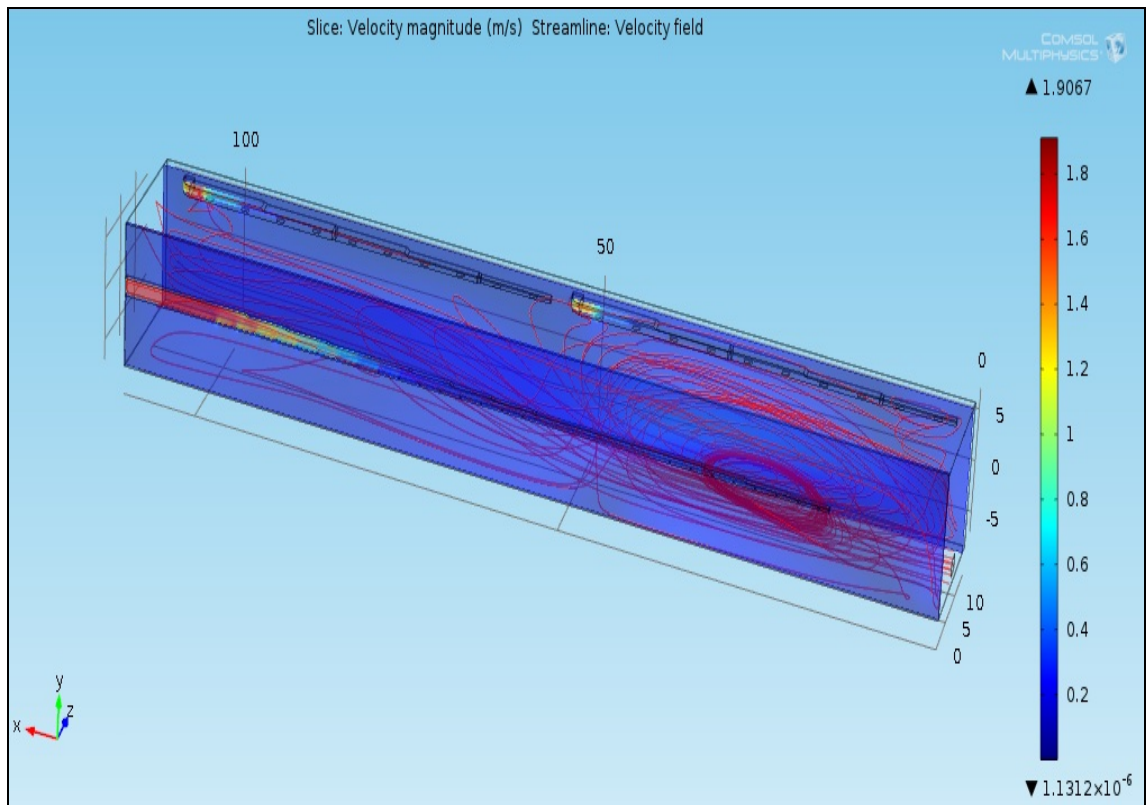
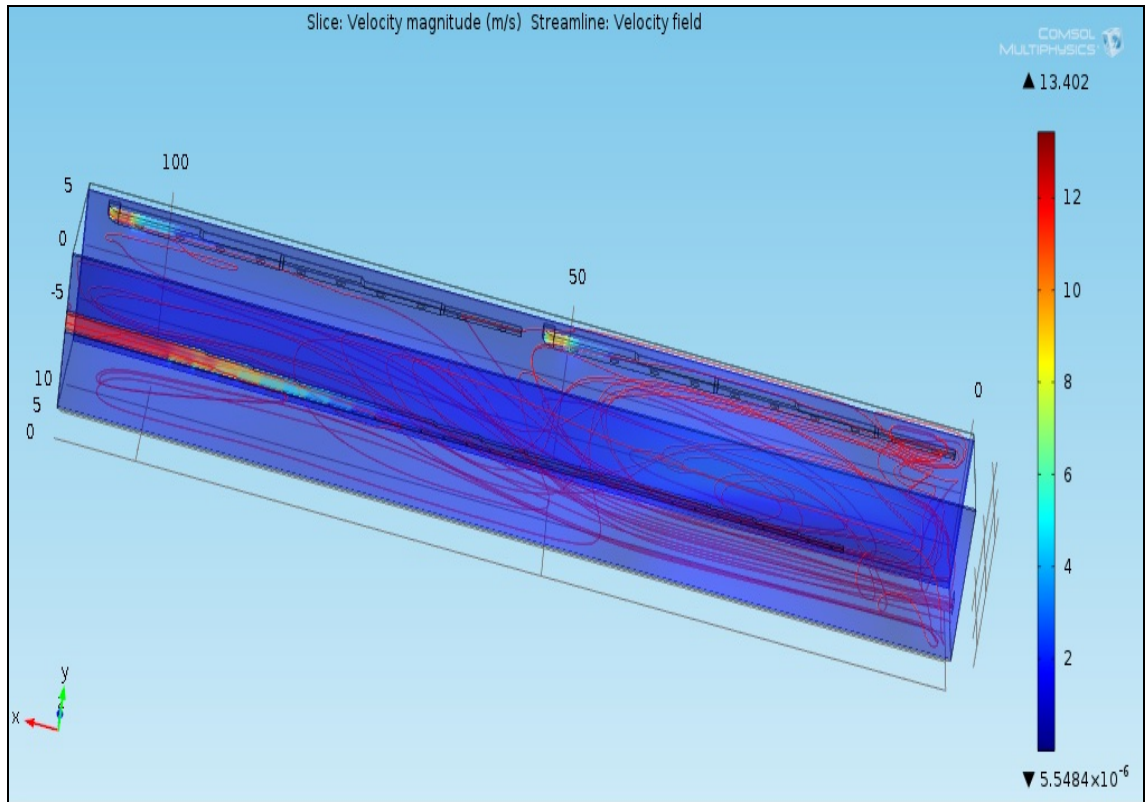


Figura 34b. Puesta a punto de los tres conductos en conjunto. Supuesto de entrada de aire por la compuerta de sobrepresión situada en la pared NW

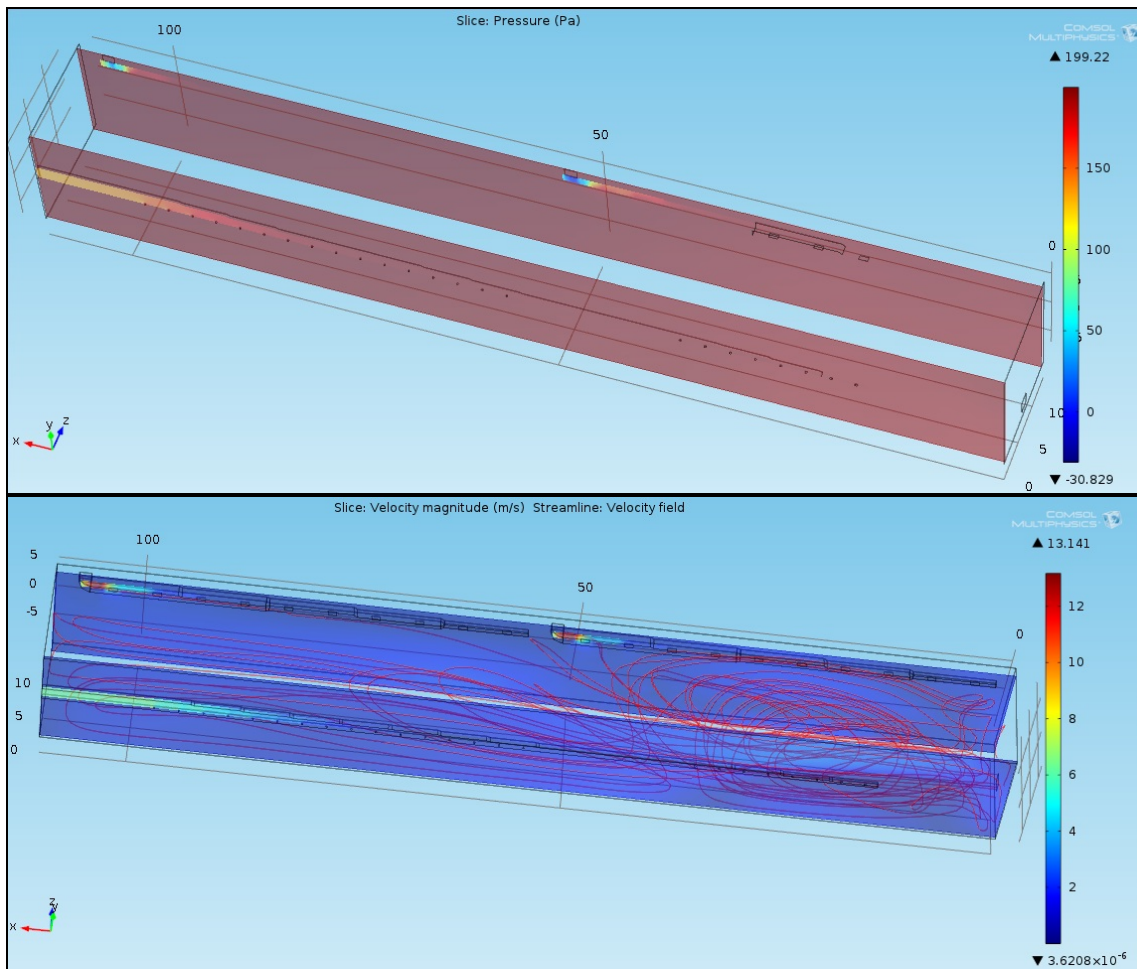


Figura 35. Puesta a punto de los tres conductos en conjunto. Supuesto de entrada de aire por la compuerta de sobrepresión situada en la pared NW

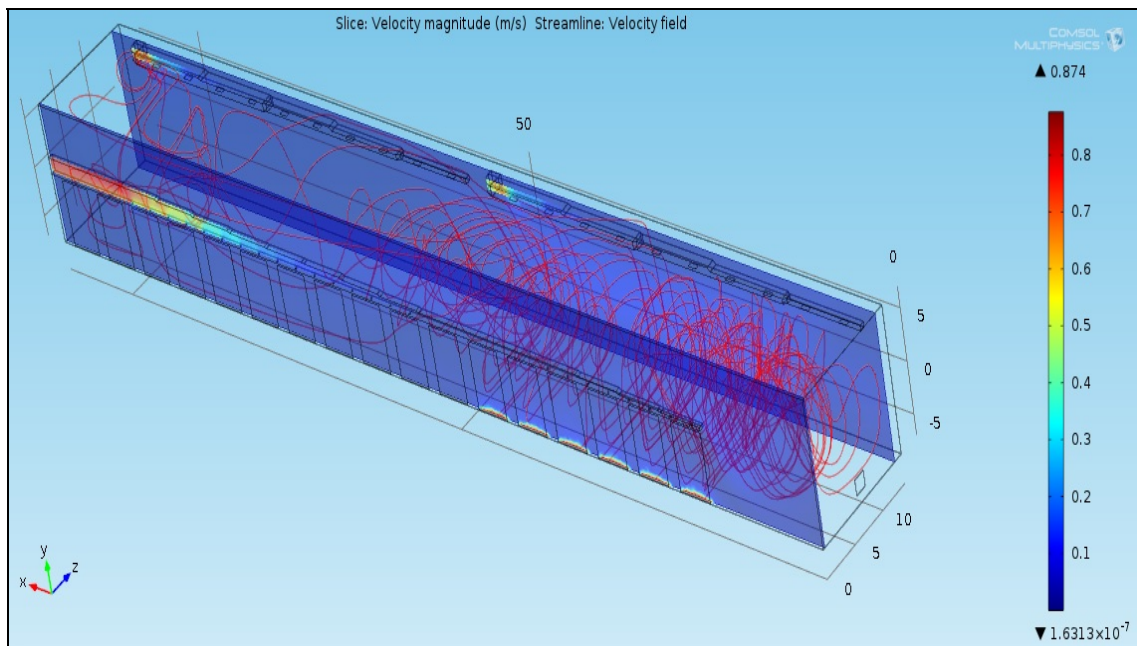


Figura 36. Puesta a punto de los tres conductos en conjunto. Supuesto de entrada de aire por la parte inferior de seis puertas de descarga

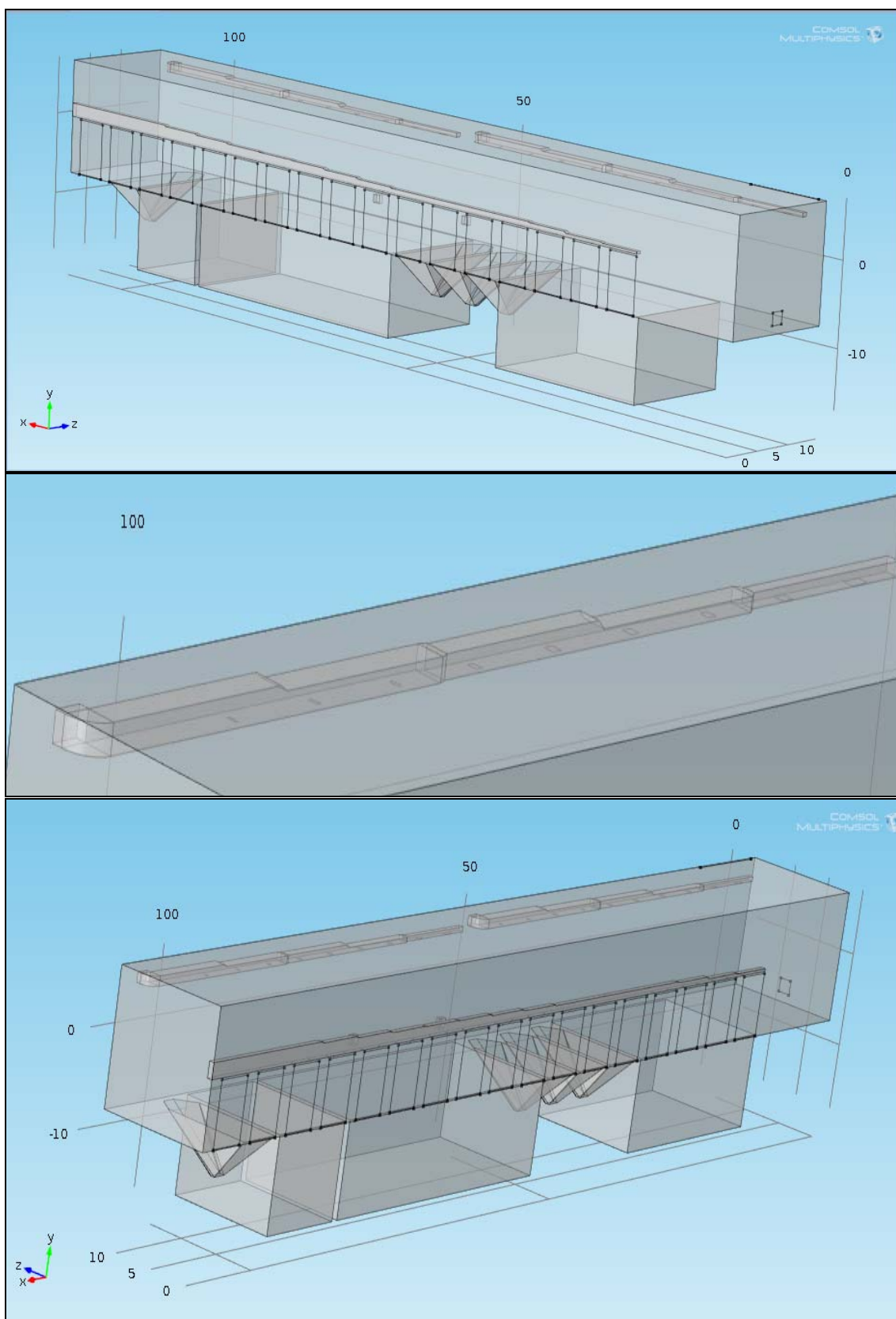


Figura 37. Nave de recepci3n con los conductos sobre puertas y de techo, fosos de descarga y fosos de cintas transportadoras.

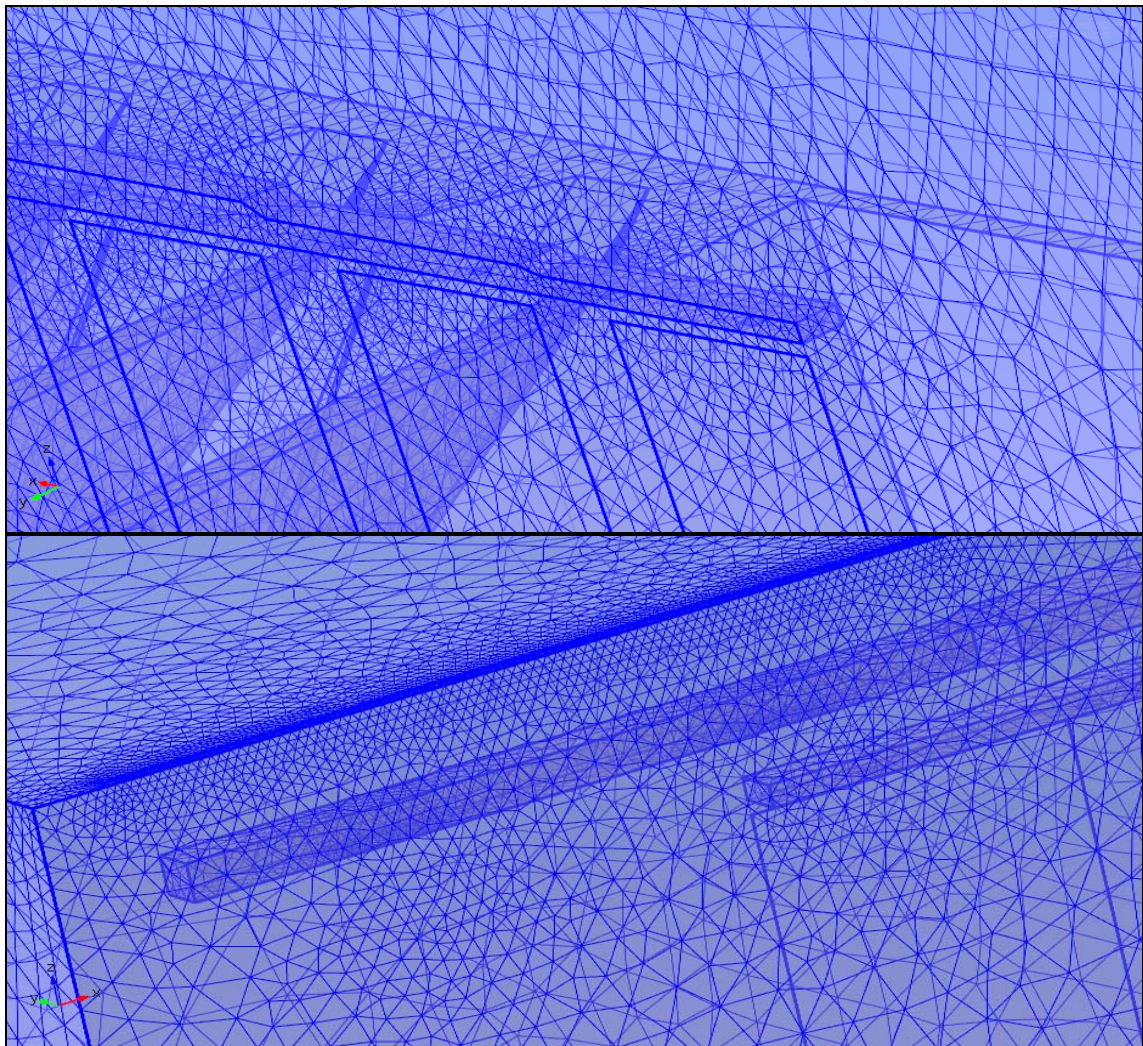


Figura 38. Detalle de la discretización empleada en el modelo.

### 5.3. Resultados Fase 3

Los resultados de la Fase III han sido los siguientes:

#### **DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE PRESIONES EN AUSENCIA DE MOVIMIENTO DE AIRE.**

Con el modelo completo de la nave de recepción, incluyendo los fosos de descarga y los fosos de las cintas transportadoras, se ha obtenido la distribución de presiones en ausencia de movimiento de aire, sin entradas o salidas del mismo. Puertas y compuertas cerradas. Sólo interviene para el cálculo el peso del aire.

La presión de referencia está a nivel del suelo donde descargan los camiones.

Las presiones resultantes están en el intervalo:

-165,35 Pascal en la parte superior de la nave

+118,11 Pascal en el fondo del foso de descarga

La variación es lineal con la altura. Para una temperatura de 293 K y una densidad de  $1.2 \text{ kgm}^{-3}$ , la variación por metro es de  $11.76 \text{ Pascal m}^{-1}$ .

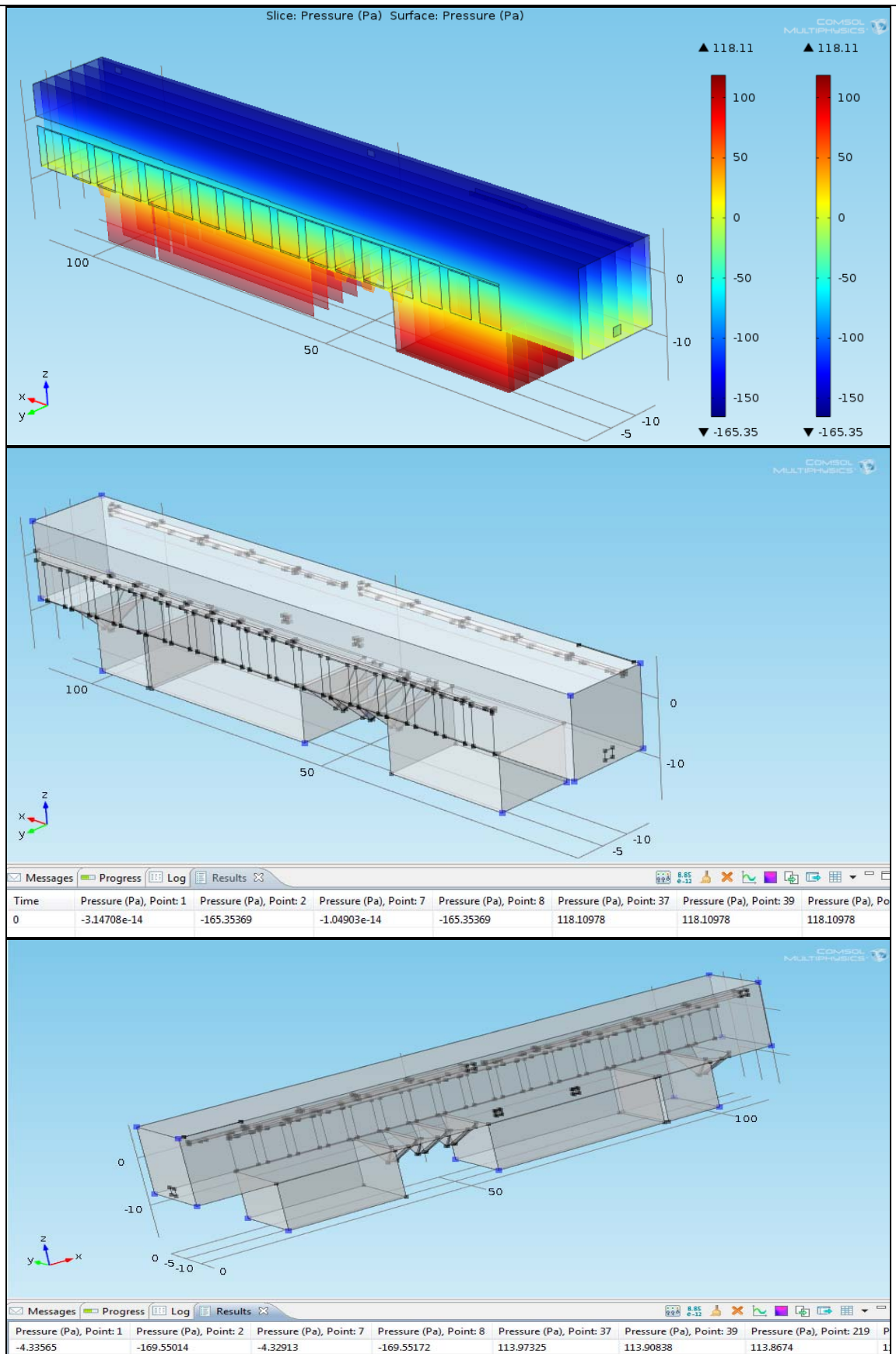


Figura 39. Distribución de presiones en interior de la nave de recepción en el caso de no circulación de aire por el interior

**ESCENARIO PUERTAS CERRADAS Y RENDIJAS EN LA PARTE INFERIOR DE 6 PUERTAS.**

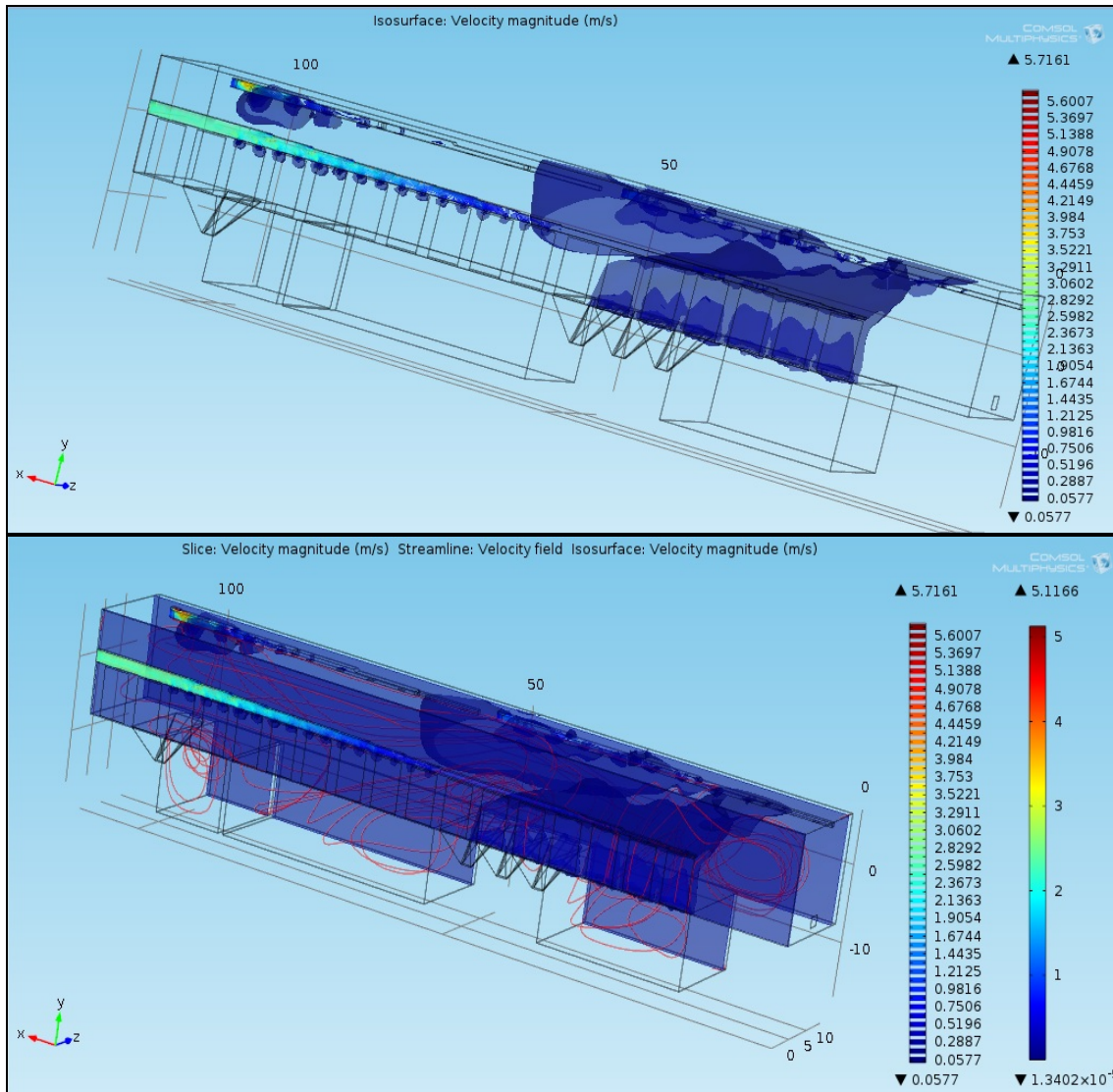


Figura 40. Velocidades del aire en el interior de la nave de recepción en el escenario de puertas cerradas y oberturas en la parte inferior de 6 puertas

**ESCENARIO PUERTAS CERRADAS Y RENDIJAS EN LA PARTE INFERIOR DE 8 PUERTAS: F3 A F10.**

Los caudales de extracción por los conductos son los experimentales medidos por OPTICLIM, según la tabla 11.

Se han considerado rendijas de 10 cm de abertura en la zona inferior de cada una de las 8 puertas, para simular el cierre no completo de las mismas.

Tabla 11. Valores de caudal de aire medidos experimentalmente por OPTICLIM y tomados para el estudio de los diferentes escenarios

<b>Conducto</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Dimensiones (mxm)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>
Techo izquierdo	52248,60	1,4x1,0	10,37
Techo derecho	41992,20	1,4x1,0	8,33
Puertas	22850,00	0,6x1,65	6,41

Las líneas de corriente dan idea de la circulación del aire en el interior y muestran que existe movimiento en todo el volumen de la nave, incluidos los fosos.

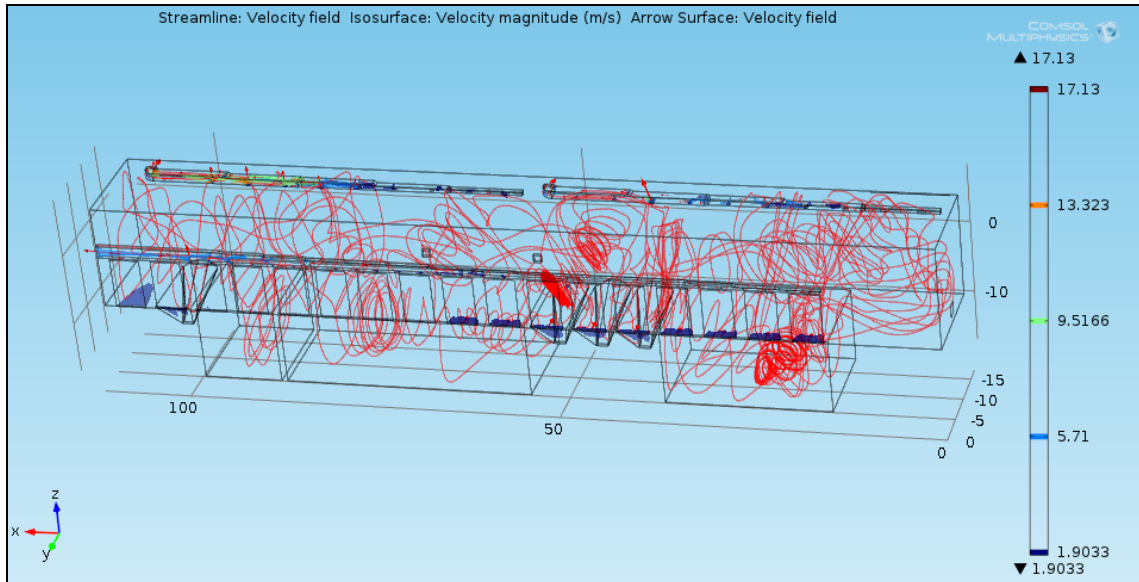


Figura 41. Líneas de corriente para el caso de aperturas inferiores de 10 cm en 8 puertas

En la figura 42 se muestran ampliadas las isosuperficies de velocidad de aire que muestran que la mayoría de las bocas de extracción de los conductos serían activas.

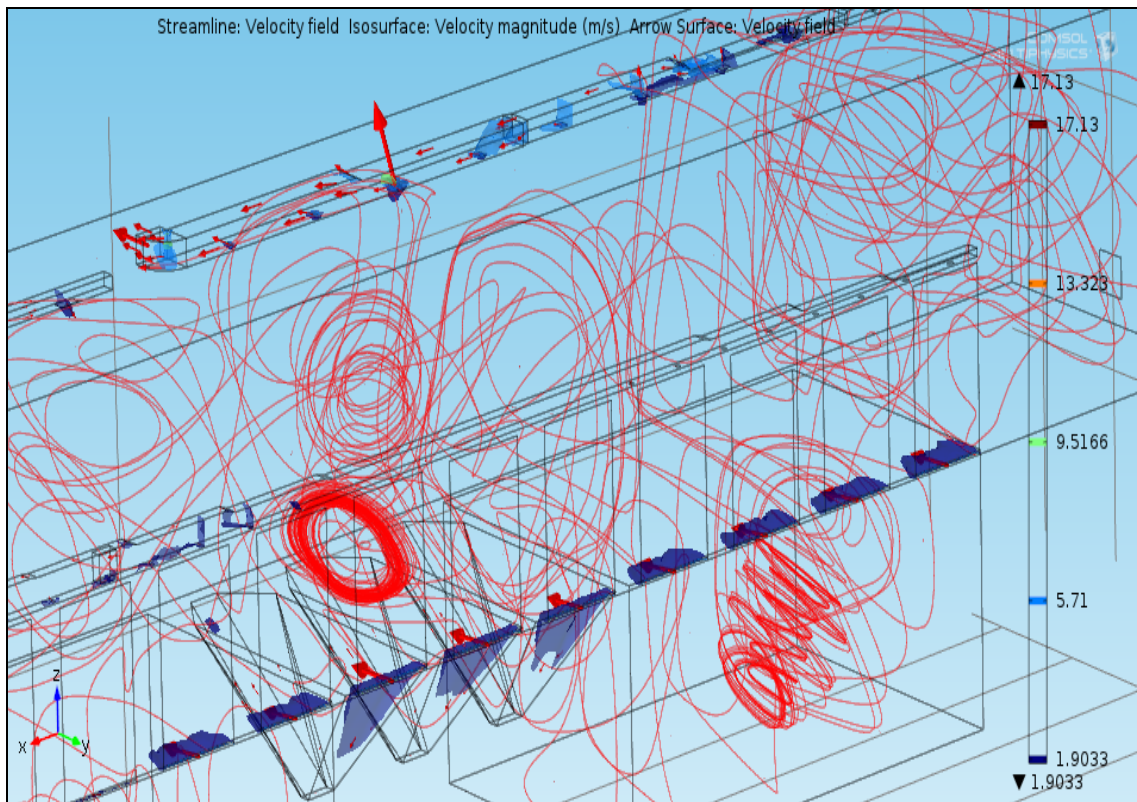


Figura 42a. Isosuperficies de velocidad para puertas y conductos

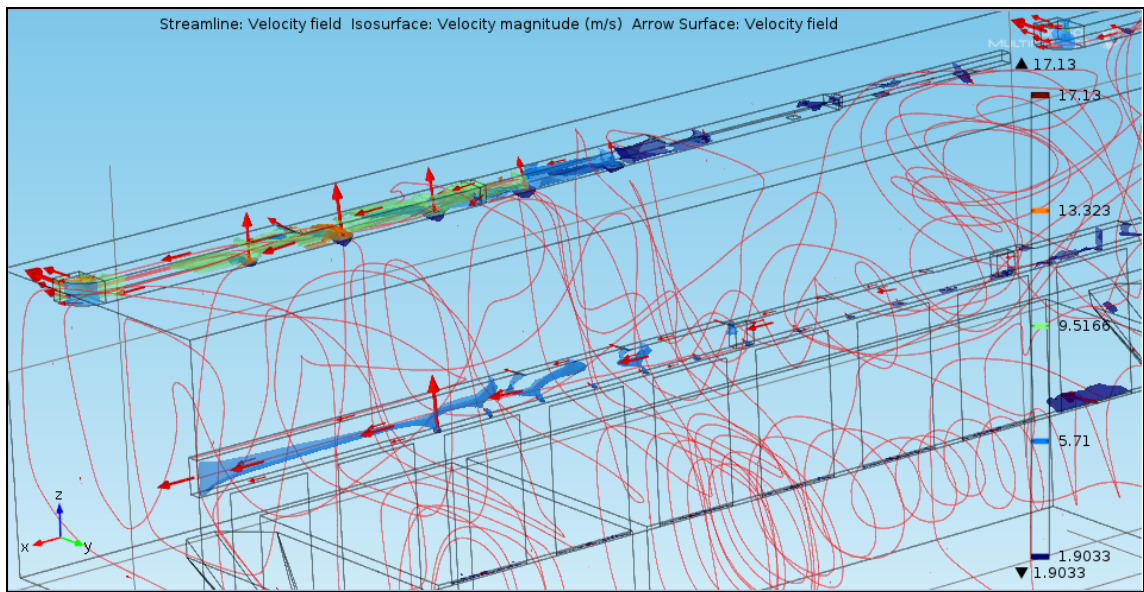


Figura 42b. Isosuperfícies de velocitat per portes y conductos

Las presiones en diferentes puntos de la nave según la figura 42, son las dadas en la tabla 12

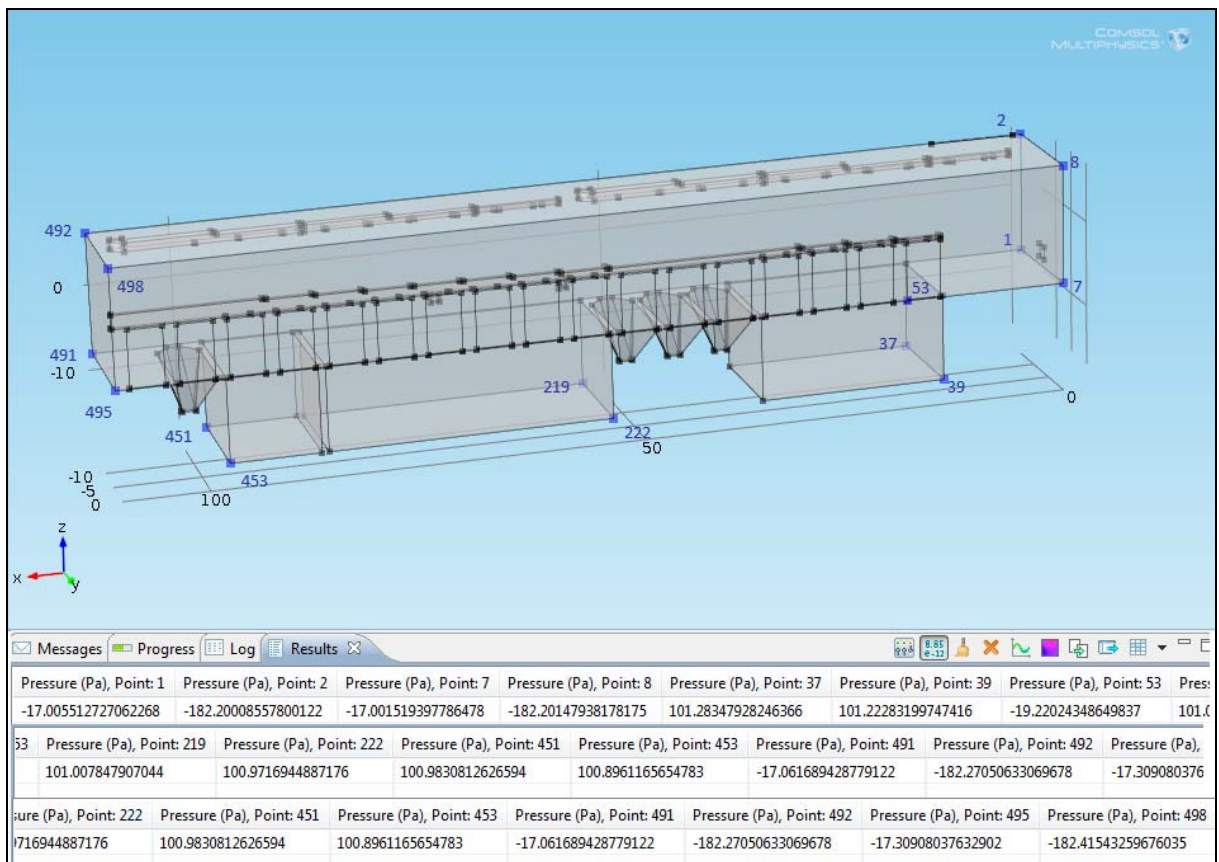


Figura 43. Puntos donde se ha tomado presión.

Tabla12. Presiones en diferentes puntos de la nave para el caso de 8 aperturas inferiores de 10 cm en puertas F3 a F10.

Puntos interior nave	Presión (Pascal)
1	-17,01
2	-182,20
7	-17,00
8	-182,20
37	+101,28
39	+101,22
53	-19,22
219	+101,01
222	+100,97
451	+100,98
453	+100,90
491	-17,06
492	-188,27
495	-17,31
498	-182,42

A nivel de suelo de descarga de camiones, en el interior de la nave, existiría por tanto depresión, calculada en unos -17 Pascal para este caso de todas las puertas cerradas y entrada de aire únicamente por pequeñas aberturas bajo 8 puertas.

En la figura 44 se muestra el perfil vertical de presiones que se establecería en el interior.

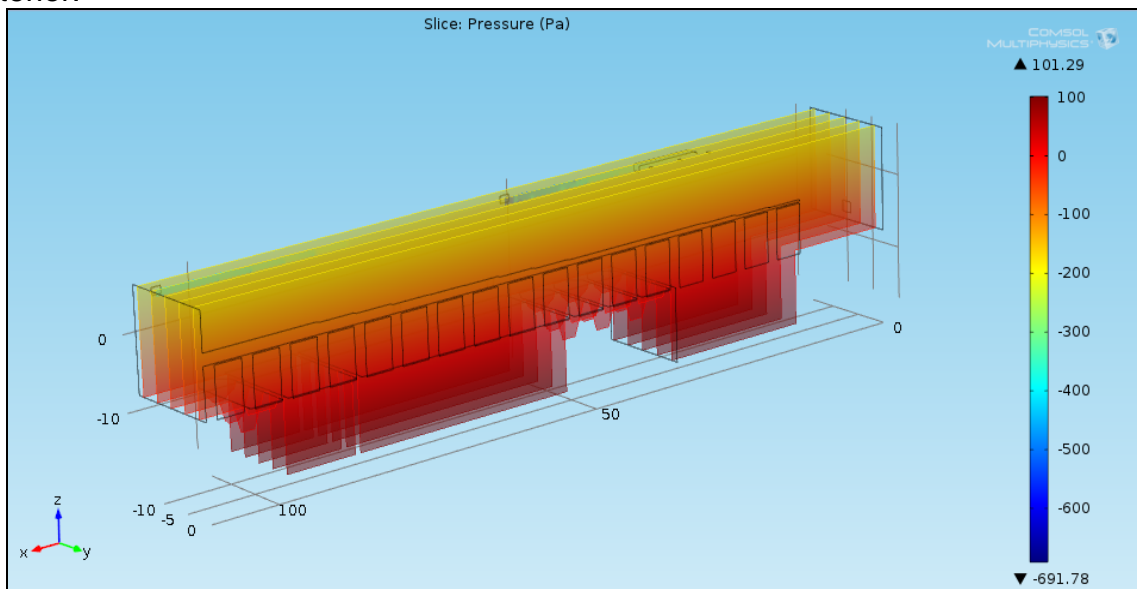


Figura 44. Presiones en el interior de la nave de descarga para el caso de entrada de aire por pequeñas aberturas en la parte inferior de 8 puertas.

**ESCENARIO PUERTAS CERRADAS Y RENDIJAS EN LA PARTE INFERIOR DE LAS MISMAS: 17 PUERTAS.**

El resultado principal de este escenario es que la presión a nivel de suelo estaría alrededor de -4.6 Pascal, es decir continuaría habiendo depresión en la nave respecto del exterior.

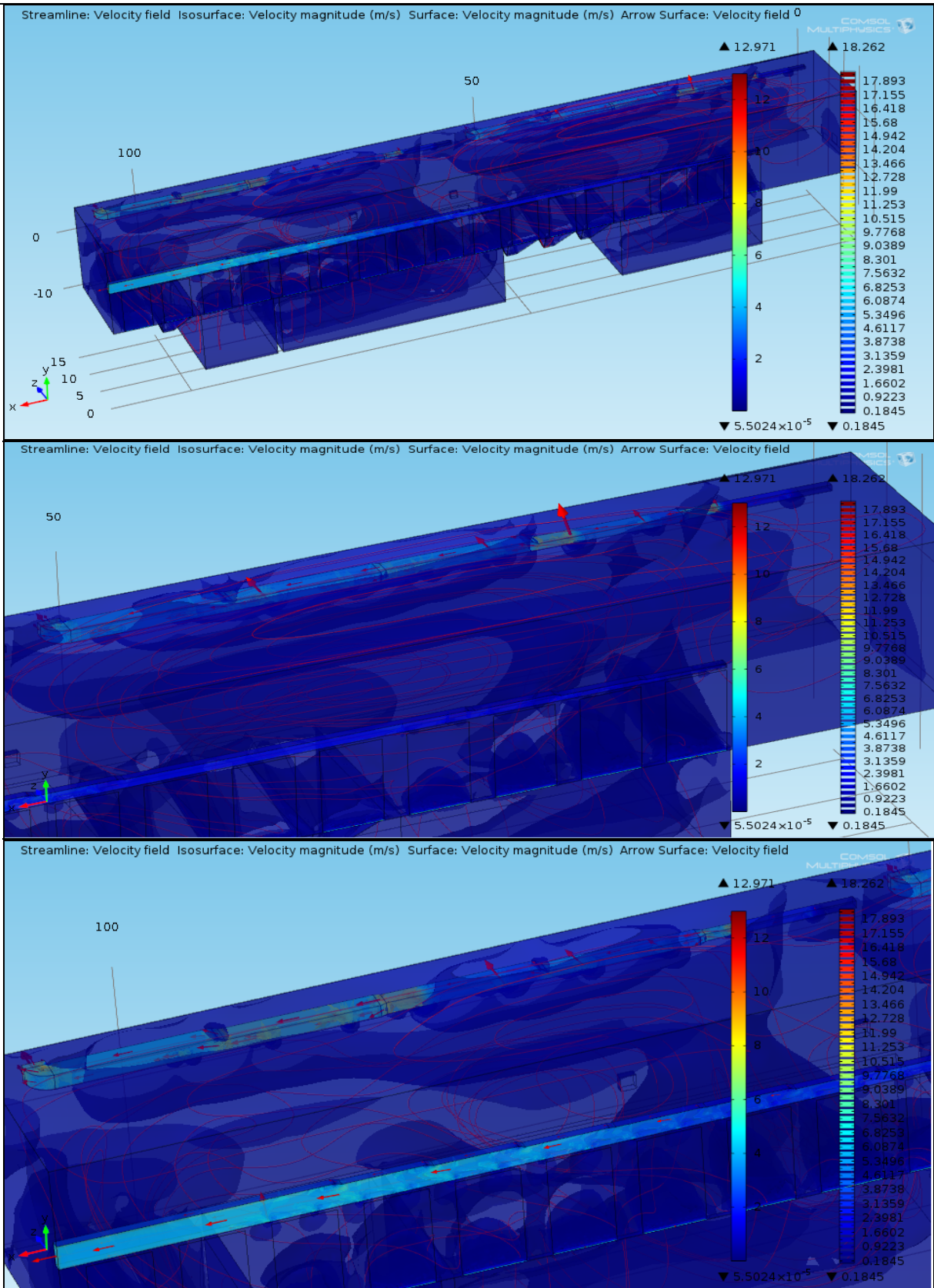


Figura 45. Representación de la velocidad de aire en el interior de la nave para el escenario de rendijas de 10 cm en 17 puertas, con detalle de la circulación en los conductos. Velocidad representada por líneas de corriente, isosuperficies de velocidad y vectores

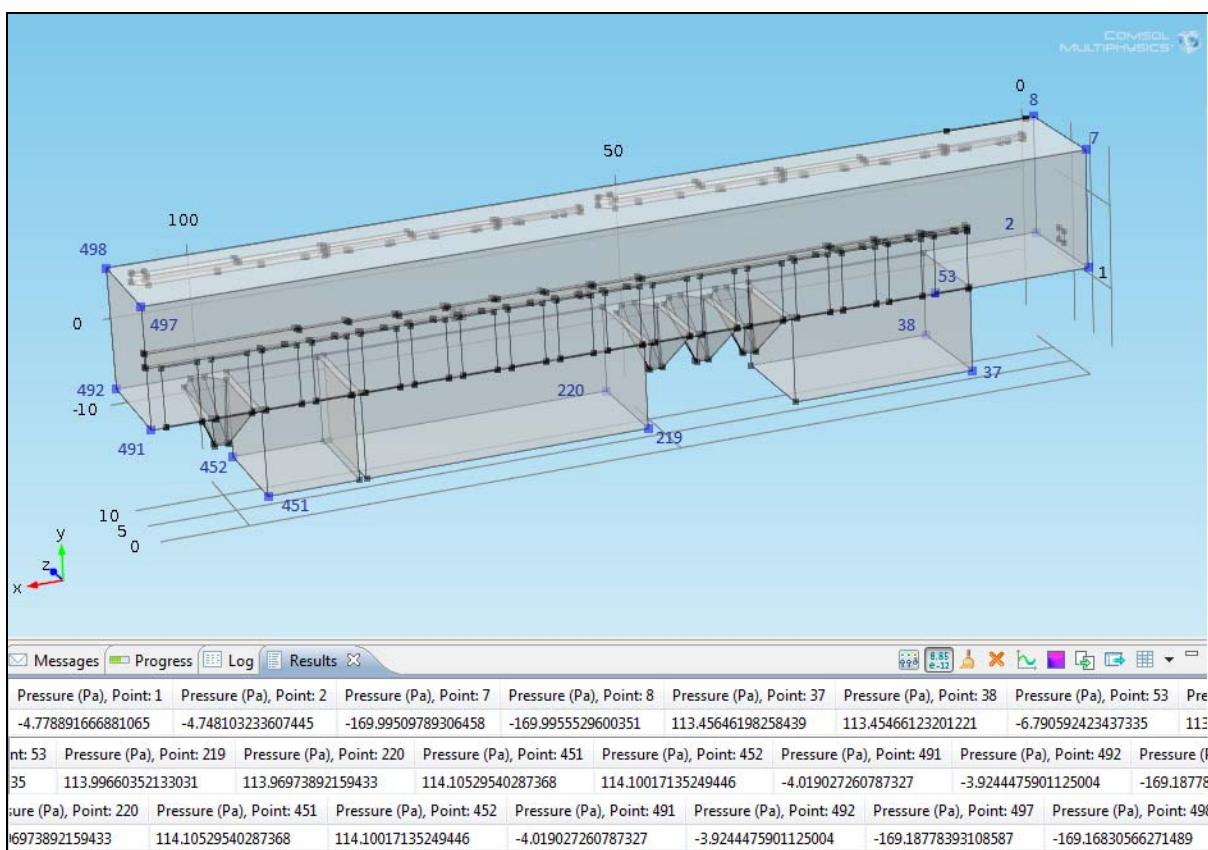


Figura 46. Presión en interior de la nave para el caso de rendijas en 17 puertas

Tabla 13. Presiones en los puntos indicados en la figura 46.

Puntos interior nave	Presión (Pascal)
1	-4,78
2	-4,75
7	-170,00
8	-170,00
37	+113,46
38	+113,45
53	-6,79
219	+114,00
220	+113,97
451	+114,11
452	+114,10
491	-4,02
492	-3,92
497	-169,19
498	-169,17

### ESCENARIO 1 PUERTA ABIERTA.

En este caso la depresión a nivel de suelo se reduce hasta casi igualar la presión exterior. Pero el sistema de extracción conseguiría mantener una depresión aproximada de -1Pascal en zonas alejadas de la puerta abierta.

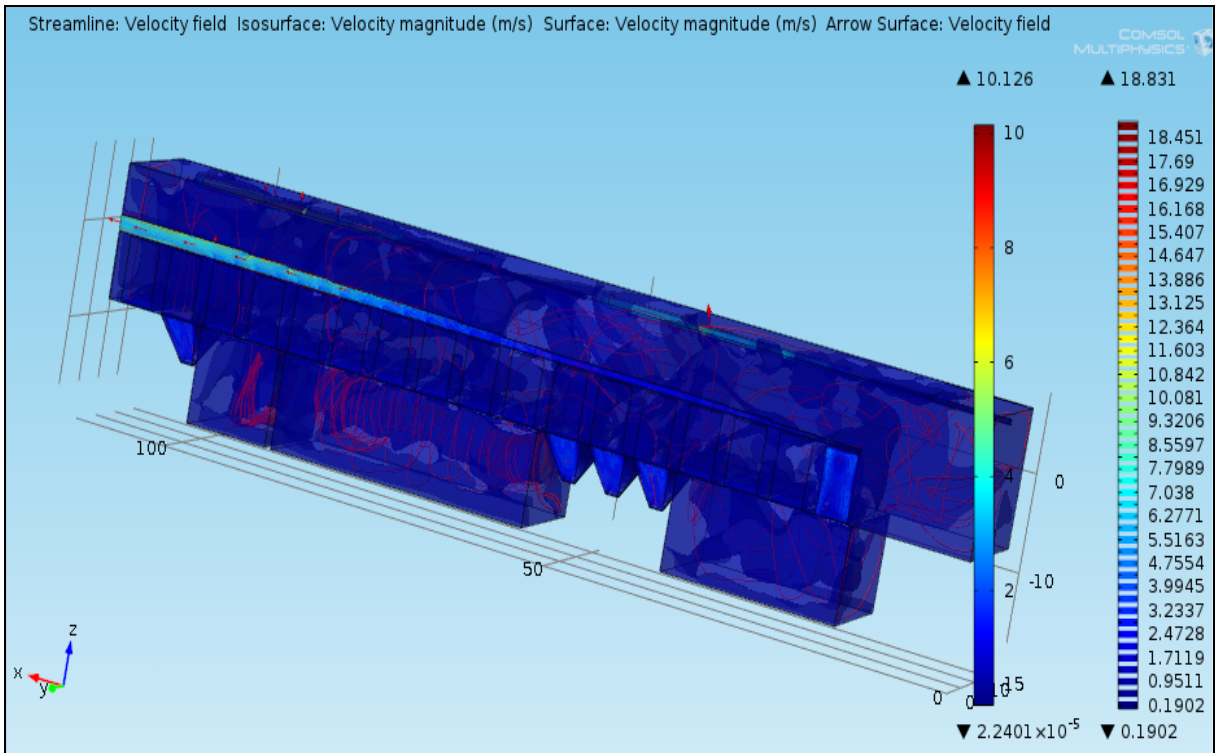


Figura 47. Velocidades de aire en el escenario 1 puerta abierta

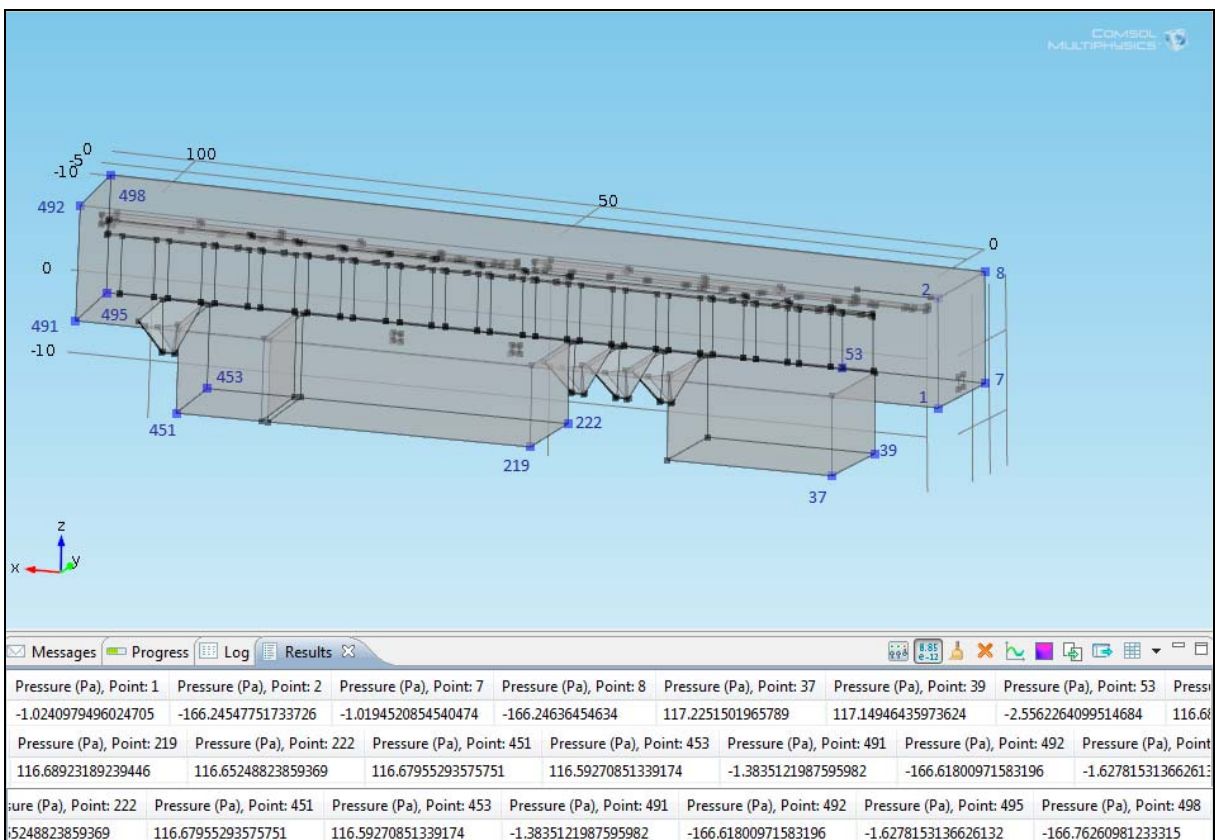


Figura 48. Puntos de toma de presión en el escenario 1 puerta abierta

Tabla 14. Presiones en los puntos indicados en la figura 48

Puntos interior nave	Presión (Pascal)
1	-1.02
2	-166.24
7	-1.02
8	-166.25
37	+117.23
39	+117.15
53	-2.56
219	+116.69
222	+116.65
451	+116.68
453	+116.59
491	-1.38
492	-166.62
495	-1.63
498	-166.76

### **SOBREPRESIÓN INTERIOR-EXTERIOR.**

Se presentan a continuación las sobrepresiones del interior respecto del exterior (Pin-Pout) a nivel del techo del edificio para los casos estudiados. Incluyen los resultados del modelo externo del conjunto de edificios del Ecoparc de Can Mata, con velocidades de módulo  $1\text{ms}^{-1}$ , como de  $4\text{ms}^{-1}$ . Y los del modelo del interior de la nave para los casos de sistema estanco sin circulación de aire, rendijas en parte inferior de 8 puertas, rendijas en parte inferior de 17 puertas y caso 1 puerta abierta. Se dan los valores de sobrepresión que resultan tomando como referencia dos posibilidades:

- a) los valores de presión exteriores medios en el techo calculados con COMSOL
- b) los valores de presión exteriores mínimos del techo calculados con COMSOL

En las tablas 15 a 18 se muestran los valores de presiones interior-exterior a nivel de techo de la nave para los diferentes casos.

Tabla 15. Comparativa de valores de sobrepresión interior-exterior tomando los valores de presión exteriores **MEDIOS** en techo para velocidad  $1\text{ms}^{-1}$ . (Valores positivos indican que la parte superior del interior de la nave está a mayor presión que el exterior de la nave para esa misma altura)

Procedencia viento $1\text{ms}^{-1}$	Caso extractores parados. Estanca	Caso 8 rendijas	Caso 17 rendijas	Caso 1 puerta abierta
Norte	0,5	-16,4	-3,0	0,0
Sur	-0,1	-17,0	-3,6	-0,6
Este	1,5	-15,4	-2,0	1,0
Oeste	0,0	-16,9	-3,5	-0,5



Tabla 16. Comparativa de valores de sobrepresión interior-externo tomando los valores de presión exteriores **MÍNIMOS** en techo para velocidad  $1\text{ms}^{-1}$ . (Valores positivos indican que la parte superior del interior de la nave está a mayor presión que el exterior de la nave para esa misma altura)

Procedencia viento $1\text{ms}^{-1}$	Caso extractores parados. Estanca	Caso 8 rendijas	Caso 17 rendijas	Caso 1 puerta abierta
Norte	1,5	-15,4	-2,0	1,0
Sur	0,6	-16,3	-2,9	0,1
Este	3,4	-13,5	-0,1	2,9
Oeste	1,2	-15,7	-2,3	0,7

Tabla 17. Comparativa de valores de sobrepresión interior-externo tomando los valores de presión exteriores **MEDIOS** en techo para velocidad  $4\text{ms}^{-1}$ . (Valores positivos indican que la parte superior del interior de la nave está a mayor presión que el exterior de la nave para esa misma altura)

Procedencia viento $1\text{ms}^{-1}$	Caso extractores parados. Estanca	Caso 8 rendijas	Caso 17 rendijas	Caso 1 puerta abierta
Norte	17.6	0.8	14.2	17.2
Sur	5.4	-11.5	1.9	4.9
Este	26.8	9.9	23.3	26.3
Oeste	15.6	-1.3	12.1	15.1

Tabla 18. Comparativa de valores de sobrepresión interior-externo tomando los valores de presión exteriores **MÍNIMOS** en techo para velocidad  $4\text{ms}^{-1}$ . (Valores positivos indican que la parte superior del interior de la nave está a mayor presión que el exterior de la nave para esa misma altura)

Procedencia viento $1\text{ms}^{-1}$	Caso extractores parados. Estanca	Caso 8 rendijas	Caso 17 rendijas	Caso 1 puerta abierta
Norte	35.7	18.9	32.3	35.3
Sur	19.3	2.5	15.9	18.9
Este	60.0	43.2	56.6	59.6
Oeste	37.2	20.4	33.8	36.8

## PERFIL DE TEMPERATURA

Se ha estudiado el caso no isotérmico simplificado, suponiendo simultáneamente:

- Generación de calor en los fosos de descarga por la descomposición de la materia orgánica
- Radiación solar en el exterior del edificio.

Se ha supuesto incidencia sólo en el techo de la nave de descarga, considerando una conductividad térmica global del panel sándwich de  $0.024\text{ W/mK}$  y un espesor de  $7\text{ cm}$ . Para una potencia transmitida efectiva de  $50\text{ W/m}^2$  de superficie de techo y las condiciones nominales de funcionamiento del sistema de ventilación, caso de aperturas de  $10\text{ cm}$  en la parte inferior de  $17$  puertas de entrada, la distribución interna de temperatura es la que puede apreciarse en la figura 49.

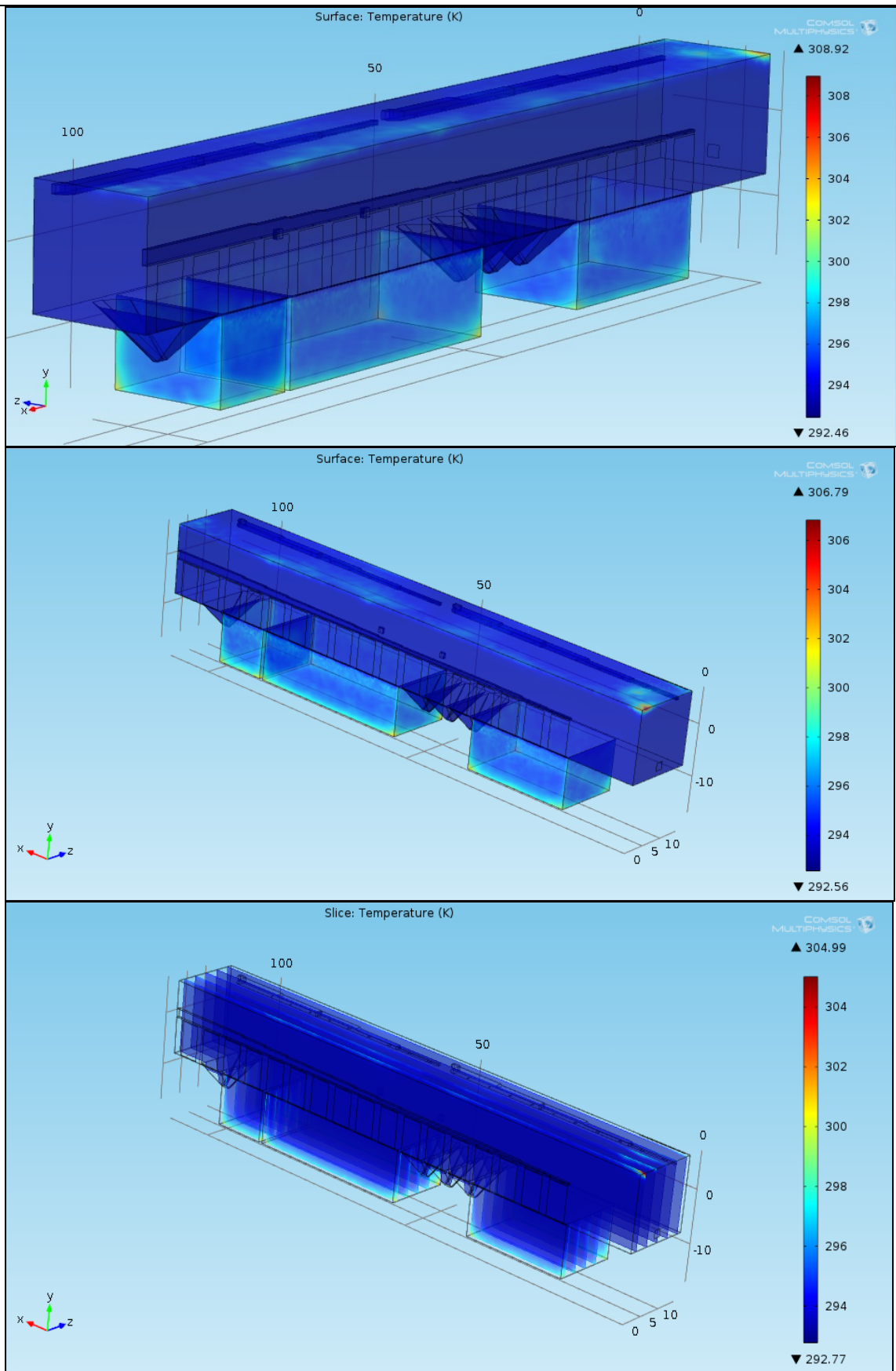


Figura 49a. Temperatura en interior de la nave

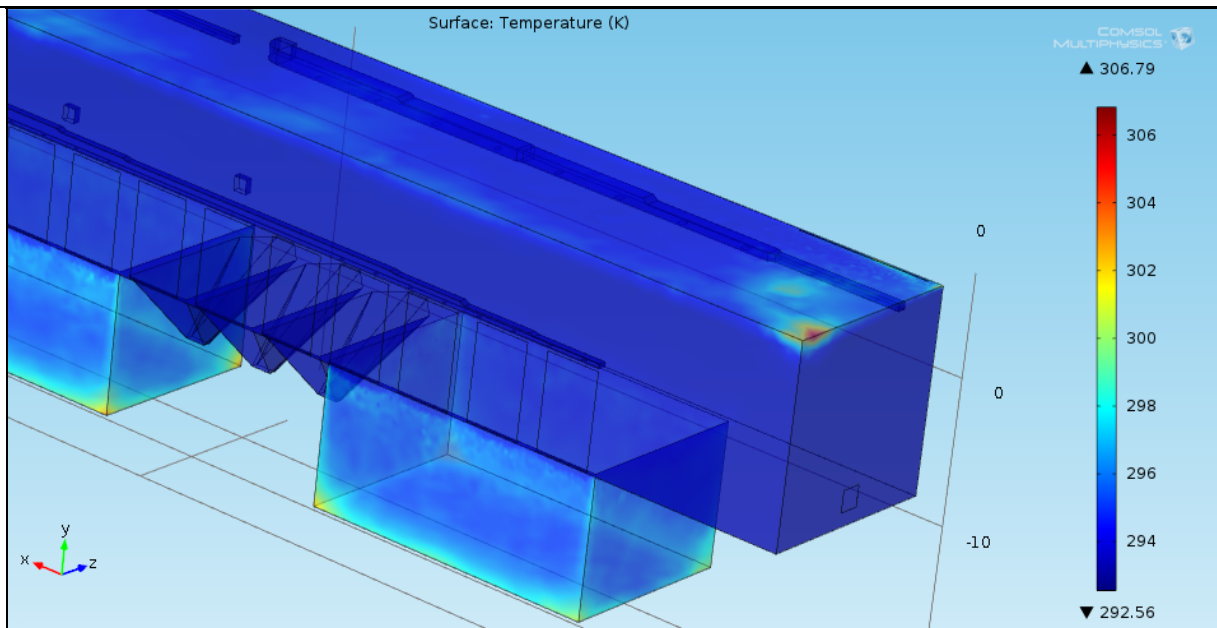


Figura 49b. Temperatura en interior de la nave. Esquina superior

Se puede apreciar en la figura 45 que existe bastante uniformidad de temperatura, con una variación máxima de unos 15°K en el punto más caliente (temperatura ambiente supuesta de 293°K) dándose en la esquina NW del edificio, zona en la que parece darse menos movimiento del aire, ya que esta esquina está alejada de las entradas de aire por las puertas y de las salidas por los conductos de extracción de aire.

El incremento de temperatura que sufriría el aire de ventilación a su paso por esta nave de recepción sería en todo caso de unas décimas de grado con el aporte de calor por radiación supuesto.

## 6. RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Este proyecto se ha abordado y resuelto teniendo en cuenta todos aquellos aspectos que desde el inicio se han considerado relevantes por su influencia en el funcionamiento de las instalaciones de movimiento de aire interior en la nave de recepción. Por ello, se ha dividido en diferentes fases que se han llevado a término hasta obtener los resultados numéricos necesarios para el desarrollo de las diferentes fases.

### Resultados del estudio de dispersión de contaminantes:

- 1- Utilizando el programa de dispersión atmosférica TAPM, se han determinado todos los episodios teóricos que se habrían podido dar en los receptores urbanos más cercanos, situados en orientaciones Norte, Sur, Este y Oeste, bajo el supuesto de emisiones continuas y uniformes con origen únicamente en la nave de recepción, durante los años 2011 a 2016 (seis años). Ver figura 13.
- 2- Se ha seleccionado para cada receptor urbano el episodio de mayor intensidad en ese período de seis años.



- 3- Tomando como bases estos episodios, se han tomado las condiciones meteorológicas que los originarían para establecerlas como condiciones de contorno en el modelo exterior CFD, COMSOL, del conjunto de instalaciones del ecoparque, que incluye todos los edificios del mismo. Tablas 1, 2.

Se han obtenido de las bases de datos más detalladas, tanto la topografía como las dimensiones de los edificios. Estos últimos se han completado con la información procedente de los planos constructivos.

### **Resultados del modelo exterior de los edificios obtenidos con el programa de computación fluidodinámica COMSOL:**

- 1- Se ha determinado el perfil de presiones estáticas relativas en el exterior de los edificios. Figuras 14a,b.
- 2- Se ha obtenido la distribución de presiones dinámicas exteriores promedio y mínimas sobre las superficies externas de los edificios del ecoparque, cubriendo las cuatro orientaciones de viento: Norte, Sur, Este, Oeste, para las condiciones de contorno meteorológicas que habrían originado los episodios de mayor intensidad en los receptores urbanos. La velocidad de aire exterior es en todos los casos de módulo  $1 \text{ ms}^{-1}$ , dado que dichos episodios se producirían con velocidades en la gama  $[0.7, 1.6] \text{ ms}^{-1}$ . Figuras 15 a 19. Tabla 6.
- 3- Se ha estudiado la sensibilidad del modelo externo respecto a la velocidad del aire exterior. Para ello se han obtenido las presiones externas promedio y mínimas sobre los edificios para velocidades de aire de módulo  $4 \text{ ms}^{-1}$ . Figuras 21 a 24. Tabla 7.
- 4- Se ha constatado la existencia de presiones dinámicas negativas tanto en el techo como en las paredes laterales del edificio de recepción en los escenarios  $1 \text{ ms}^{-1}$  y  $4 \text{ ms}^{-1}$ . Tablas 6 y 7.

### **Resultados de los modelos de conducto individuales:**

- 1- Se han realizado y comprobado frente a sistemas de cálculo convencionales (Figs. 27 y 28) los modelos de conducto individuales por separado, tanto de los conductos de techo como del conducto sobre las puertas de descarga. Con la distribución de bocas de aspiración según los tamaños decrecientes de inicio a final de cada conducto existentes en la actualidad. Figuras 34 a 36.

### **Resultados del modelo interior de la nave de recepción:**

- 1- Se ha calculado el perfil de presiones estáticas en el interior de la nave, resultando una diferencia de presión fondo foso descarga-parte superior de la nave de 283 Pascal: De -165,35 Pascal en la parte superior de la nave a +118,11 Pascal en el fondo del foso de descarga (tomando como referencia la presión a nivel de parte inferior de las puertas de descarga). Ver figura 39.
- 2- Se han simulado diferentes escenarios con diferentes aberturas para obtener las presiones interiores de la nave:



- a. Escenario de entrada de aire por rendijas situadas en la parte inferior de 8 puertas, con una abertura vertical de 10 cm. Presión en el interior de la nave, a nivel de suelo (parte inferior de puertas de descarga) de -17 Pascal.
  - b. Escenario con rendijas en 17 puertas de 10 cm de altura. Presión de -4.6 Pascal.
  - c. Escenario de 1 puerta abierta totalmente. Presión interior de -1 Pascal.
- 3- Escenario no isotérmico. Se ha considerado tanto la radiación solar incidente en el techo de la nave, como la generación de calor por la degradación de la materia orgánica en los fosos de descarga. Para una transmisión de 50 W/m<sup>2</sup> por radiación en el techo de la nave, una temperatura del material dentro de los fosos de unos 313°K, y una temperatura ambiente de 293°K, el máximo incremento de temperatura alcanzada por el aire interior se cifra en unos 15°K. Ver figura 45.

### Presiones interior-exterior de la nave de recepción:

De los resultados obtenidos con los modelos del exterior de las instalaciones y del interior de la nave de recepción, se han obtenido los valores de las tablas 13 a 16, en las que se especifican los valores numéricos de sobrepresión interior-exterior para los diferentes escenarios estudiados. Se han remarcado en color rojo los casos en que habría mayor presión en el interior de la nave que en el exterior.

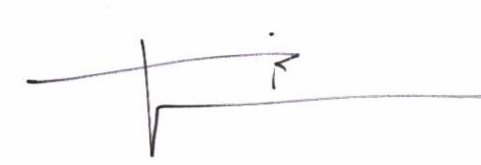
## CONCLUSIONES

- a) Atendiendo a las líneas de corriente obtenidas en los diferentes escenarios, no parece haber volúmenes internos de la nave con defecto de movimiento de aire, existiendo una buena mezcla del aire interior antes de su extracción por los conductos de ventilación existentes. Por tanto la ubicación de los conductos no es inadecuada.
- b) Los caudales de extracción de aire actuales parecen suficientes para mantener la nave en depresión respecto del exterior si no se considera el efecto del viento exterior sobre el edificio.
- c) Se ha comprobado que la radiación solar y el efecto térmico de la degradación de la materia orgánica provocan un incremento de temperatura del aire, pero dada la buena agitación interna del aire, la temperatura es bastante uniforme en todo el volumen interno de la misma, excepto en la zona limitada de la arista superior del frontal de la nave.
- d) Teniendo en cuenta el efecto del aire exterior, incluso para las bajas velocidades de aire exterior considerado (1ms<sup>-1</sup> y 4 ms<sup>-1</sup>), existen situaciones con presión positiva del interior de la nave respecto del exterior, especialmente en el techo de la nave.
- e) Dado que la presión en el exterior del edificio originada por el viento no es uniforme sobre toda la superficie del techo o paredes laterales, existirían zonas de estas superficies exteriores con mínimos de presión. Estos mínimos de presión no están localizados de forma permanente en un lugar concreto, sino que varían en función de la dirección del viento, haciéndolo asimismo el



**LABORATORI DEL CENTRE DE MEDI AMBIENT**  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

lugar por donde saldría el aire interior hacia el exterior, caso de no hallar un buen cerramiento.



José Francisco Perales  
Dr. Ingeniería Industrial UPC



Fco. Javier Roca  
Dr. Ingeniería Industrial UPC



**LABORATORI DEL CENTRE DE MEDI AMBIENT**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

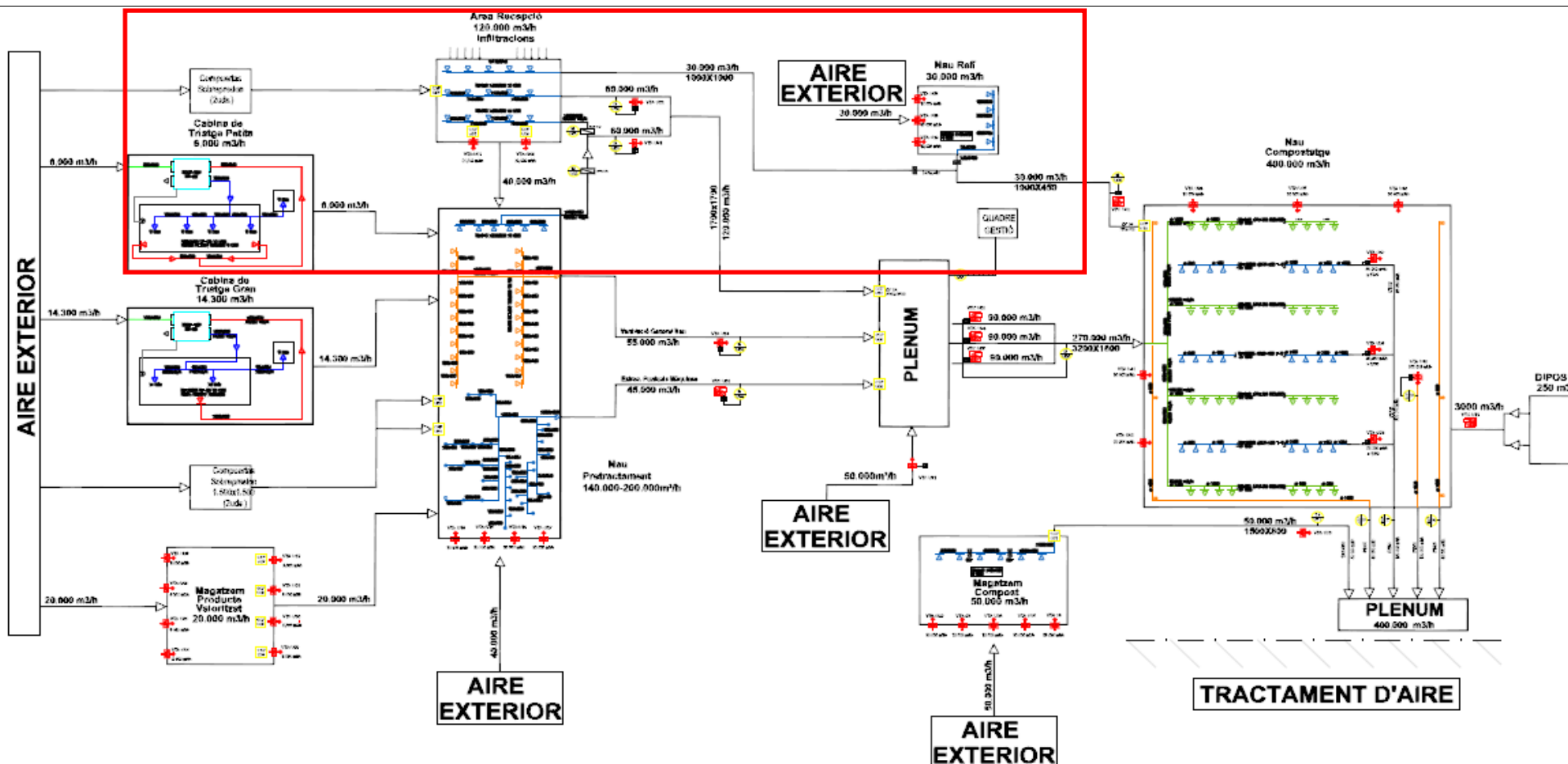
**ANEXO I: Plano sinòptico del sistema de ventilación del Ecoparc de Can Mata**



# LABORATORI DE MEDI AMBIENT

## UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

### BARCELONATECH



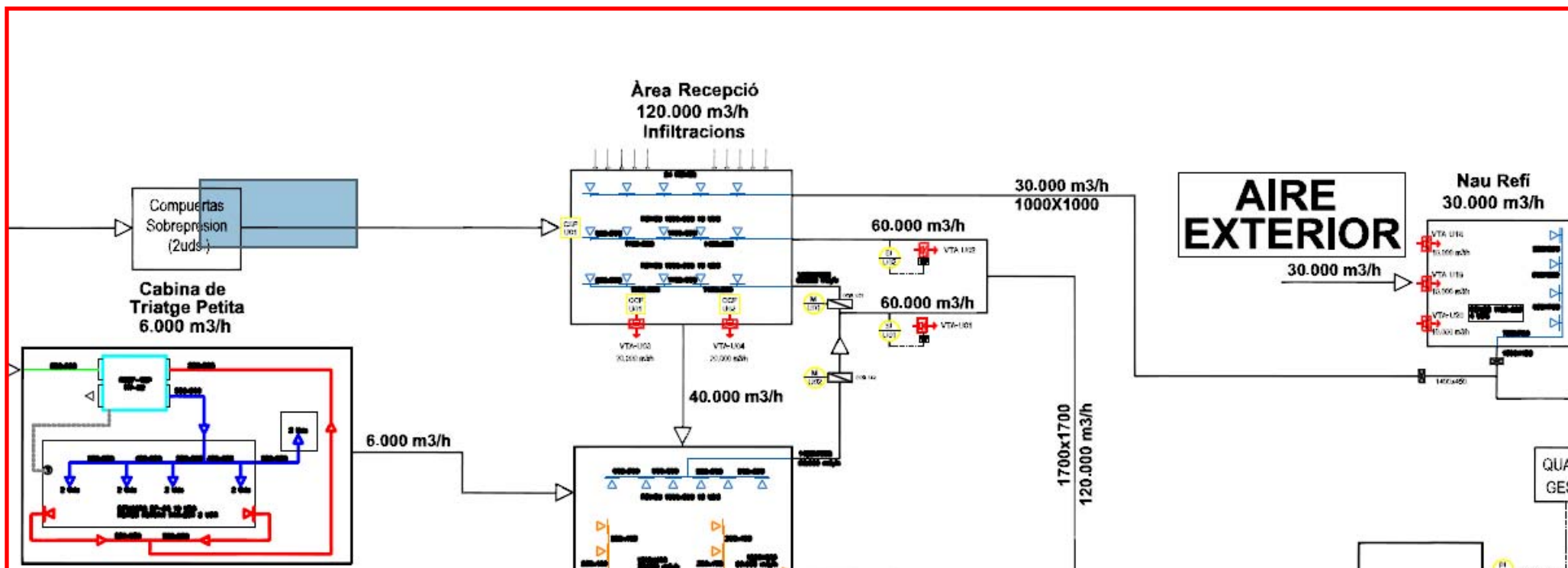
		SOL·LEI DE VENTILACIÓ								
IP VENT	ALA TRACTADA	TIPUS	LITR.	QVAT (h)	POT (W)	PRESS (Pa)	MODEL	FABRICANT		
VENTILACIÓ	NAU DE TRACTAMENT (MAGAZEM PRODUCTE)	AXIAL (V.F.)	2	50.000	260	20	AHEM 1000 ROTACIONAL			
VENTILACIÓ	NAU DE TRACTAMENT (MAGAZEM PRODUCTE)	AXIAL	3	50.000	50	1,5	AHEM 1000 ROTACIONAL			
VENTILACIÓ	MAGAZEM PRODUCTE	AXIAL (amb filtre)	3	5.000	10	0,25	AHEM 1000 COMPRESSIÓ			
VENTILACIÓ	MAGAZEM PRODUCTE	CENTRIFUG (V.F.)	1	45.000	400	30	DSB 50 II			
VENTILACIÓ	NAU DE TRACTAMENT (MAGAZEM PRODUCTE)	AXIAL (V.F.)	1	55.000	400	34	AHEM 1000 COMPRESSIÓ			
VENTILACIÓ	NAU DE TRACTAMENT (MAGAZEM PRODUCTE)	AXIAL (amb filtre)	4	10.000	10	1	AHEM 1000 COMPRESSIÓ			
VENTILACIÓ	NAU DE TRACTAMENT (MAGAZEM PRODUCTE)	CENTRIFUG (V.F.)	1	30.000	260	20	DSB 50 II			
VENTILACIÓ	NAU DE TRACTAMENT (MAGAZEM PRODUCTE)	AXIAL (amb filtre)	3	10.000	10	1	AHEM 1000 COMPRESSIÓ			
VENTILACIÓ	NAU DE TRACTAMENT (MAGAZEM PRODUCTE)	AXIAL	1	50.000	260	20	AHEM 1000 ROTACIONAL			
VENTILACIÓ	NAU DE TRACTAMENT (MAGAZEM PRODUCTE)	AXIAL (amb filtre)	5	10.000	10	1	AHEM 1000 COMPRESSIÓ			
VENTILACIÓ	NAU DE COMPOSTATGE	CENTRIFUG (V.F.)	5	140.000	900	60	DSB 50 II			
VENTILACIÓ	NAU DE COMPOSTATGE (MAGAZEM COMPOST)	AXIAL (V.F.)	2	60.000	260	20	AHEM 1000 ROTACIONAL			
VENTILACIÓ	NAU DE COMPOSTATGE (MAGAZEM COMPOST)	CENTRIFUG (V.F.)	4	50.000	500	30	AHEM 1000 ROTACIONAL			
VENTILACIÓ	NAU DE COMPOSTATGE (MAGAZEM COMPOST)	AXIAL (V.F.)	1	100.000	400	40	TOTUM 1000 600 1000 1000 1000			
VENTILACIÓ	PLENUM AIRE EXTERIOR	AXIAL (V.F.)	1	80.000	100	10	TOTUM 1000 600 1000 1000 1000			S & P
VENTILACIÓ	AIRE EXTERIOR COMPOSTATGE	AXIAL	3	10.000	10	1,2	AHEM 1000			
VENTILACIÓ	DIPÓSIT (250 m³)	TURBOELÈCTRIC	1	3.000	200	0,20	TECNOELÈCTRIC			
VENTILACIÓ	QUADRE GESTIÓ	A. DEFINIR PER EQUIP DE REGULACIÓ	3							AIR
VENTILACIÓ	CAMBRA DE INFLUÈNCIA	A. DEFINIR PER EQUIP DE REGULACIÓ	1							CLUSAN
VENTILACIÓ	CAMBRA DE INFLUÈNCIA	A. DEFINIR PER EQUIP DE REGULACIÓ	1							CLUSAN

- VENTILADOR CENTRIFUG
- VENTILADOR AXIAL
- COMPORTA TALLAFUGS
- COMPORTA SOBREPRESIÓ
- SONDA VELOCITAT
- SONDA FREDD
- COMPORTA AMB SERVO PROPORCIONAL
- COMPORTA AMB SERVO TIN



# LABORATORI DEL CENTRE DE MEDI AMBIENT

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH





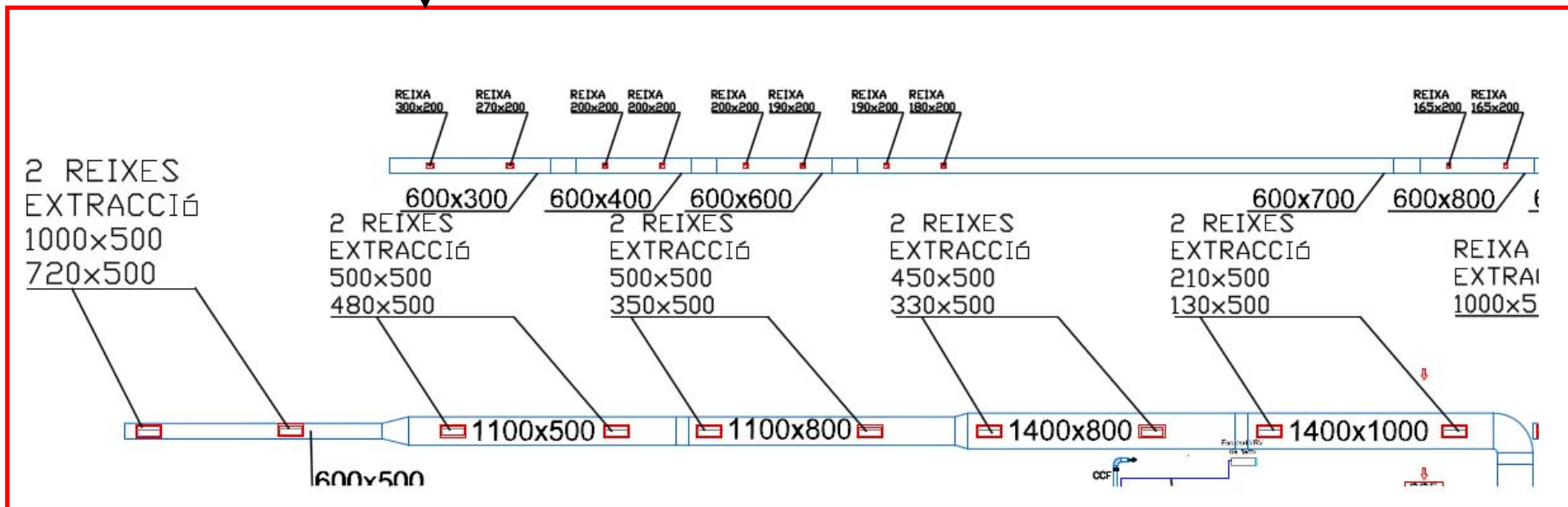
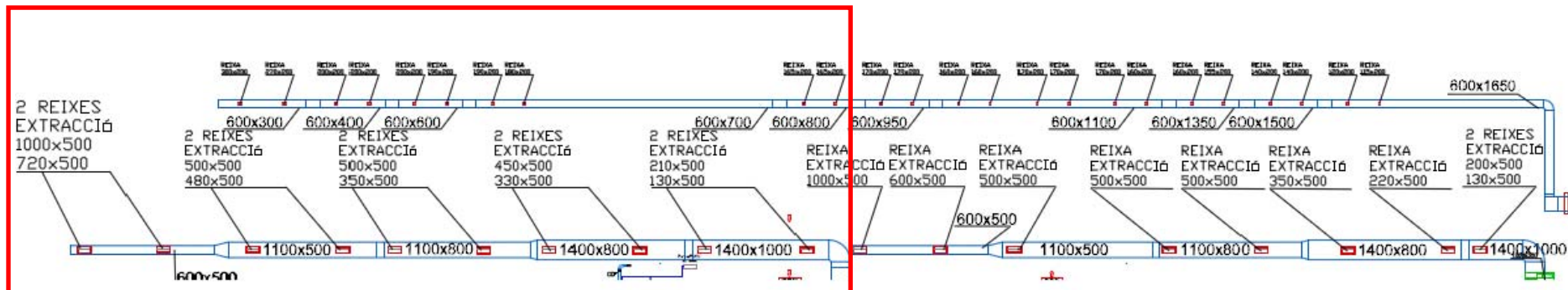
**LABORATORI DEL CENTRE DE MEDI AMBIENT**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

## **ANEXO II: PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS Y VENTILACIÓN**



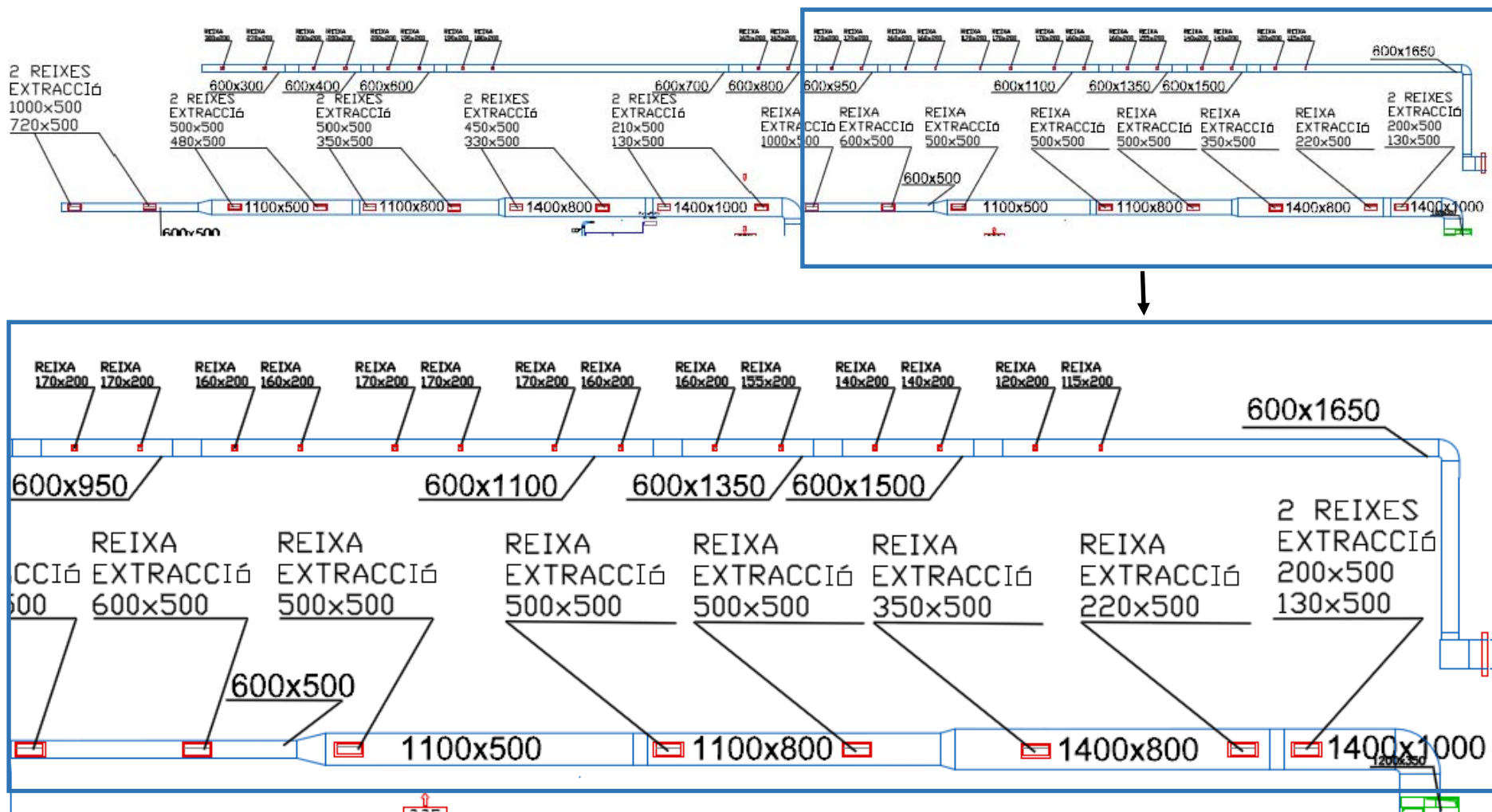
### CONDUCTOS ASPIRACIÓN FOSO





# LABORATORI DEL CENTRE DE MEDI AMBIENT

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH





## CAUDALES VENTILADORES

Sonda	Ventilador	Fecha	Hora	V <sub>media</sub>	Temp (°C)	Presión (KPa)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Caudal(Nm <sup>3</sup> /h)
SIU - 01	VTA_U02	31/01/2017	11:30	7,80	17,10	-0,28	39312,00	36995,94
SIU - 01	VTA_U02	23/02/2017	12:30	7,50	18,00	-0,26	37800,00	35463,06
SIU - 01	VTA_U02	17/03/2017	12:00	7,65	19,20	-0,25	38556,00	36048,50
SIU - 01	VTA_U02	18/04/2017	11:30	10,00	24,50	-0,34	50400,00	46034,98
SIU - 01	VTA_U02	19/05/2017	10:30	9,80	23,50	-0,33	49392,00	45540,67
SIU - 02	VTA_U01	31/01/2017	11:30	7,50	17,50	-0,38	48586,94	45583,11
SIU - 02	VTA_U01	23/02/2017	12:30	7,55	18,10	-0,40	48692,89	45370,85
SIU - 02	VTA_U01	17/03/2017	12:00	7,20	19,00	-0,37	49033,72	45610,63
SIU - 02	VTA_U01	18/04/2017	11:30	8,00	25,80	-0,45	40320,00	36827,98
SIU - 02	VTA_U01	19/05/2017	10:30	7,85	20,70	-0,39	39564,00	36664,65
SIU - 03	VTC_U02	31/01/2017	11:30	11,60	17,90	0,17	21924,00	20568,57
SIU - 03	VTC_U02	23/02/2017	12:30	11,00	18,20	0,19	20790,00	19477,92
SIU - 03	VTC_U02	17/03/2017	12:00	11,30	18,70	0,21	21357,00	19981,72
SIU - 03	VTC_U02	18/04/2017	11:30	12,35	26,50	0,11	23341,50	21171,28
SIU - 03	VTC_U02	19/05/2017	10:30	11,10	26,20	0,18	20979,00	19142,86

Tabla Anexo II a. Dimensiones de los tramos de los conductos de aspiración de techo

Número de tramo	Ancho (mm)	Alto (mm)
1	600	500
2	1100	500
3	1100	800
4	1400	800
5	1400	1000

Las uniones entre los diferentes tramos se hacen mediante superficies inclinadas para evitar cambios bruscos de sección, lo que se ha mimetizado en el modelo geométrico de los mismos mediante hexaedros de bases con diferentes dimensiones. Los finales de conducto son tramos curvos que unen los conductos con el exterior de la nave.

Tabla Anexo II b. Dimensiones bocas de aspiración conducto de techo izquierdo (extraída del documento 'Informe caudales Foso Can Mata 16-05-2017.pdf', incluido en el Anexo II)

BOCA	Velocidad (m/s)	Cotas (mm)
Izq.1	14,90	130x500
Izq.2	16,20	200x500
Izq.3	15,00	220x500
Izq.4	13,00	350x500
Izq.5	9,20	500x500
Izq.6	8,90	500x500
Izq.7	5,90	500x500
Izq.8	4,50	600x500
Izq.9	1,30	1000x500

Tabla Anexo II c.. Dimensiones bocas de aspiración conducto de techo derecho (extraída del documento 'Informe caudales Foso Can Mata 16-05-2017.pdf', incluido en el Anexo II)

BOCA	Velocidad (m/s)	Cotas (mm)
Der.1	8,40	130x500
Der.2	10,30	210x500
Der.3	7,90	450x500
Der.4	8,00	330x500
Der.5	6,50	350x500
Der.6	4,70	500x500
Der.7	3,50	500x500
Der.8	3,40	480x500
Der.9	2,60	720x500
Der.10	4,00	1000x500

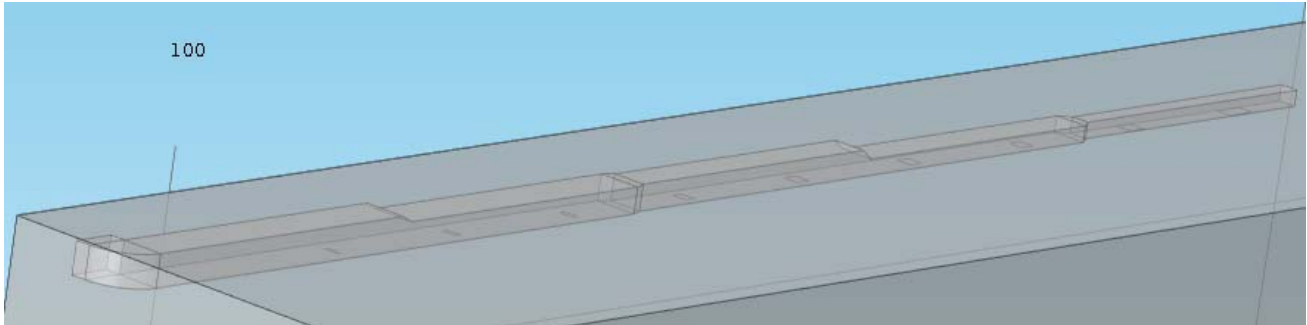


Figura Anexo II a. Detalle de la geometría del conducto de techo izquierdo, con las aberturas de entrada de aire de dimensiones no uniformes.

## GEOMETRÍA CONDUCTO DE PUERTAS

El conducto de aspiración situado sobre las puertas de descargas, dispone de aberturas de captación de aire de dimensiones no uniformes, tal como se recoge en la tabla Anexo II d, obtenida del documento facilitado por la dirección medioambiental del Ecoparc el 13 de Marzo de 2017, del informe de OPTICLIM de fecha 23 de Octubre de 2015 “Equilibrado del sistema de captación del Foso de descarga de Can Mata”.

Tabla Anexo II d. Dimensiones de los tramos del conducto sobre las puertas

Número de tramo	Ancho (mm)	Alto (mm)
1	600	300
2	600	400
3	600	600
4	600	700
5	600	800
6	600	950
7	600	1100
8	600	1350
9	600	1500
10	600	1650

Las uniones de los tramos de conducto se ha realizado con planos inclinados para evitar discontinuidades en la sección.

Tabla Anexo II e. Dimensiones de las entradas de aspiración del conducto situado sobre las puertas de descarga

BOCA	VELOCIDAD (m/s)	COTAS (mm)
1	12,2	115x200
2	11,0	120x200
3	10,8	140x200
4	10,1	140x200
5	8,6	155x200
6	8,2	160x200
7	8,4	160x200
8	8,0	170x200
9	8,2	170x200
10	8,9	170x200
11	8,9	160x200
12	7,7	160x200
13	8,1	170x200
14	7,5	170x200
15	7,4	165x200
16	7,9	165x200
17	7,1	180x200
18	6,5	190x200
19	6,3	190x200
20	6,2	200x200
21	6,4	200x200
22	6,3	200x200
23	4,6	270x200
24	4,1	300x200

## GEOMETRÍA DEL EDIFICIO DE RECEPCIÓN

Las dimensiones de esta nave y de los elementos que la componen, se han tomado de los planos suministrados por la dirección medioambiental del Ecoparc de Can Mata.

Las dimensiones principales de la nave son aproximadamente las siguientes: 110x14x14 metros. Las dimensiones exteriores son: Altura Norte: 14.28 m, Altura Sur: 15.65m, Anchura: 14.13m).

La disposición de los elementos internos tales como fosos de descarga, fosos donde se ubican las cintas transportadoras, puertas de descarga, conductos cortafuegos (CCF), conducto de sobrepresión (CSP), además de los conductos de aspiración de aire situados en la parte superior de la nave, izquierdo y derecho, y del conducto sobre las puertas de descarga, se muestra en la figura Anexo II b, según el modelo empleado para la simulación.

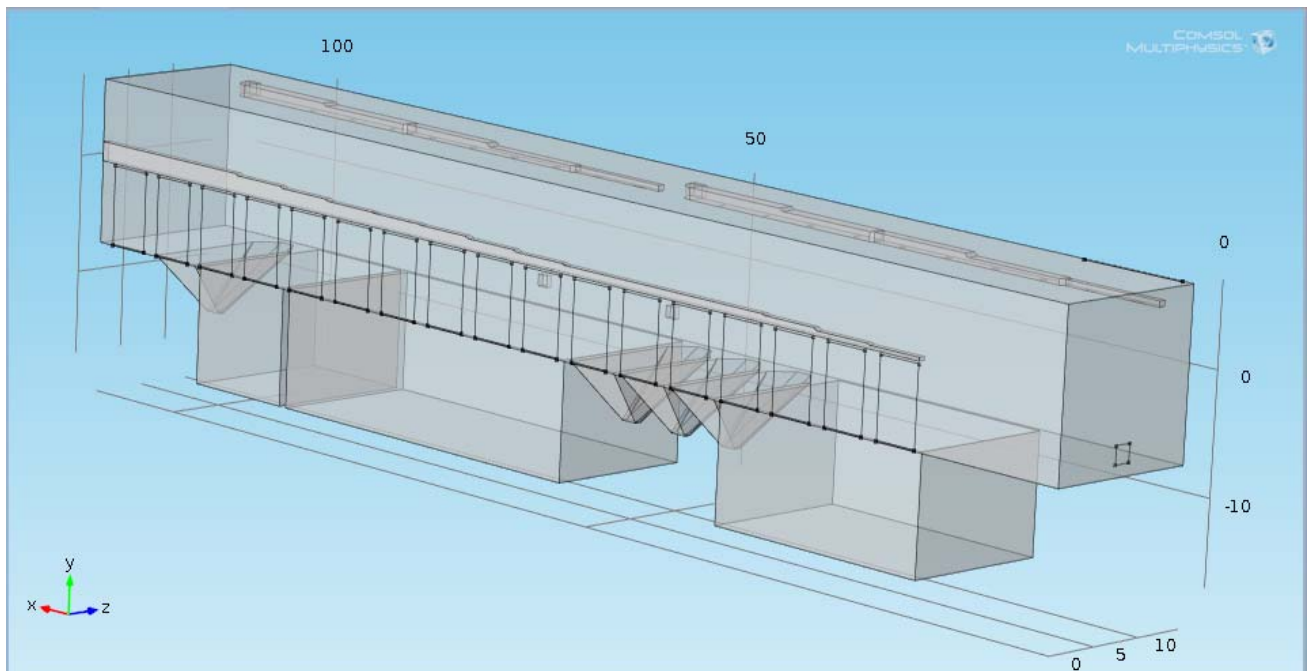


Figura Anexo II b. Geometría de la nave de recepción y de los elementos internos que la componen.

La denominación de las puertas de descarga se ha tomado del documento 'IT 05-05-04 TRAT ECOPARC 4 "Protocol d'obertura de portes" transmitido por la dirección ambiental del Ecoparc el 7 de Abril de 2017.

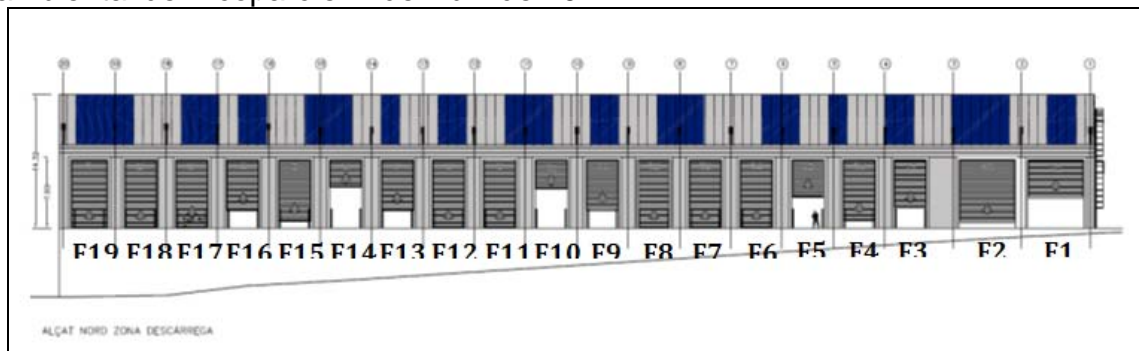


Figura Anexo II c. Esquema de situación y denominación de las puertas de la nave de recepción/descarga.

El uso de estas puertas de apertura rápida, según el citado documento, son:

- F1, F2: Zona de transferencia y descanso del pulpo
- F3, F4, F5, F6, F10, F11, F12, F13, F14 y F15: Fosos de la fracción resto
- F7, F8, F9: Alimentadores fracción resto.
- F16, F17: Foso de la fracción FORM
- F18: Alimentador fracción FORM
- F19: Zona de dosificador de la fracción vegetal y descanso del otro pulpo (sin uso en la actualidad según comunicación verbal)