ANÁLISIS FLUIDODINÁMICO Y TÉRMICO, DIFUSOR L-CL-4W

El siguiente documento engloba el análisis y evaluación del comportamiento fluidodinámico y térmico del producto Difusor cuadrada L-CL 4 vías, diseñado y fabricado por **Laminaire S.A.S**. Con el fin de evaluar las especificaciones de difusión y su desarrollo en la zona de operación para determinar un aproximado de las condiciones de confort alcanzadas con el producto y su eficiencia en el proceso.

Producto analizado.

Los resultados y análisis desarrollados en este informe hacen referencia a las especificaciones del modelo Difusor de techo L-CL cuadrado de 4 vías de difusión. Las dimensiones nominales del modelo a simular son 12 in x12 in.

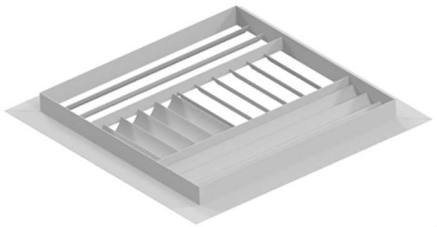

Ilustración 1. MODELO CAD DIFUSOR L-CL-4.

Dominio de simulación.

Para efectos de simulación se concibe un recinto cerrado con las siguientes especificaciones:

- Cuarto vacío de dimensiones 16.4 FT x 16.4 FT x 9.8 FT. (5x5x3 m de altura), con una Difusor de extracción.

Se hacen dos planos de corte según el sistema de ejes cartesianos X, Y, Z, en el plano horizontal paralelo al piso XZ a 6 ft de altura, y en el plano vertical YZ haciendo un corte en el centro del cuarto y la Difusor superior.
Para temas de unidades de medidas hacemos referencia a la velocidad que 50 FPM equivalen en los gráficos al valor de 0.833 ft/s y 100 FPM son 1.667 ft/s. La unidad de medida para la temperatura serán grados Celsius (ºC). Se considera aire entrando a la habitación a 14 ºC y las paredes a 28 ºC como carga térmica, igualmente se consideran coeficientes de convección forzada según la velocidad sobre las paredes. Para este modelamiento se analizó un modelo de Difusor con modificaciones en sus aletas con inclinaciones a **30º**, **45º** y **60º**.

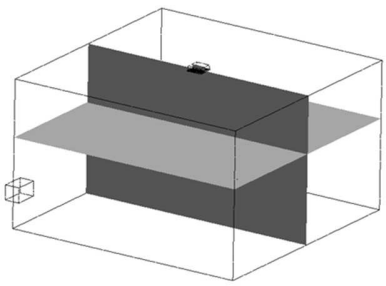

Ilustración 2. PLANOS DE CORTE EN CUARTO.

Condiciones iniciales del fluido.

Se estima una temperatura de salida de 28°C a partir de la simulación realizada. Las condiciones de frontera y de flujo que se evaluaron son las siguientes:

Fluido:	AIRE AMBIENTE
Caudal:	550 CFM
Temperatura Entrada:	14 ºC
Temperatura Salida:	21 ºC
Temperatura Paredes:	28 ºC

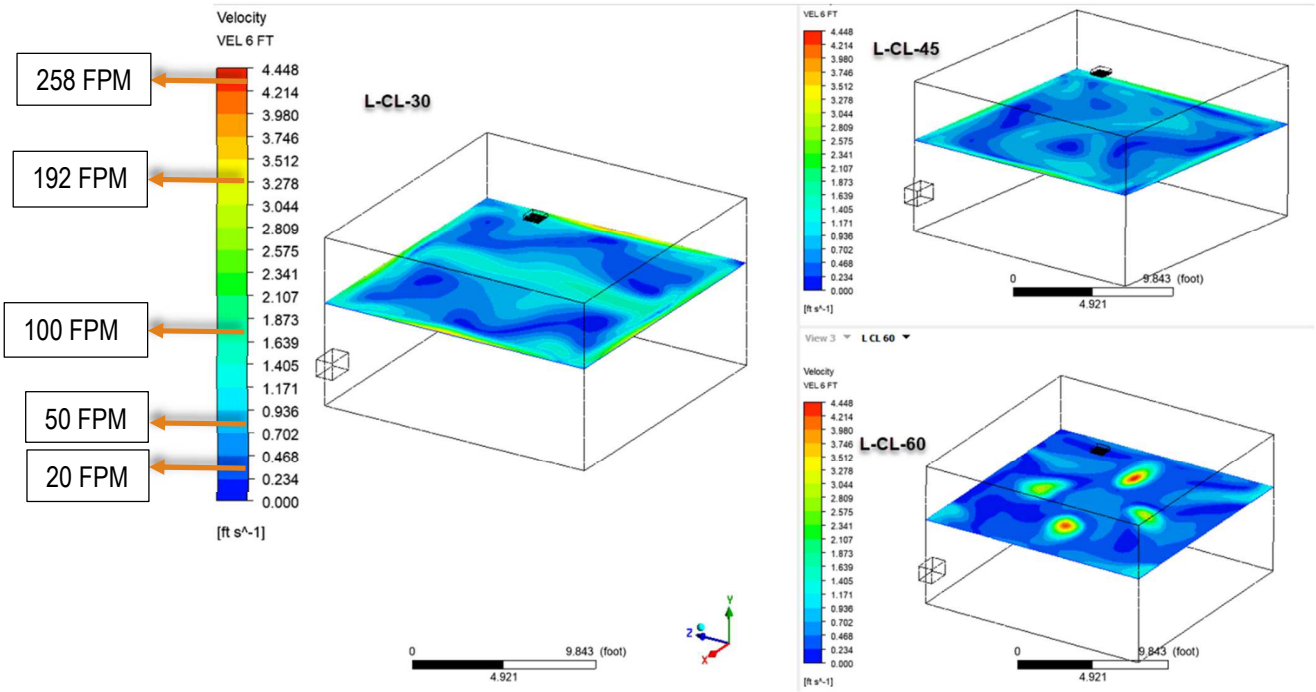

Ilustración 3.VELOCIDAD DEL AIRE EN PLANO XZ, 6 FT DE ALTURA.

Sobre la altura de la zona de ocupación (**1.80 m**), el modelo de Difusor con inclinación a **30°** registró en gran parte del plano que el aire a baja velocidad obtiene una velocidad residual inferior a **50 FPM** al entrar en la zona de operación. Se visualiza una cierta homogeneidad en la velocidad que no sobrepasa este límite de velocidad, las velocidades mayores están en la zona media de las paredes debido a que la vena adherente sigue esta trayectoria. No se evidencian velocidades altas **(>100 FPM)** a la altura de la zona de ocupación solamente en las paredes donde no representan incomodidad en el usuario. Caso similar se observa en la Difusor con inclinación a 45°, donde en la mayor parte del plano se obtuvieron velocidades inferiores a **50 FPM** y se registra una mayor homogeneidad en torno a esta velocidad. Por otro lado, en el modelo de Difusor con inclinación a 60° se presentan 4 patrones, referentes a las 4 vías de difusión, con velocidades altas **(>100 FPM)** sobre la altura de la zona de ocupación, tampoco se registran velocidades altas en las paredes lo que indica que no existe efecto Coanda y la vena de aire se desplaza directamente sobre los usuarios, no obstantes las zonas circundantes a esta vena se registran velocidades inferiores a **50 FPM.**

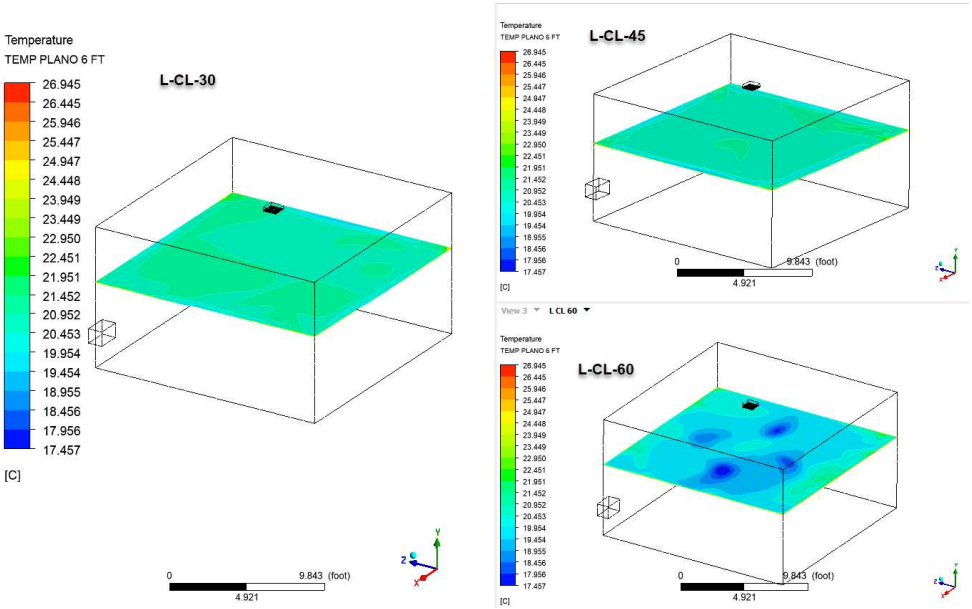

Ilustración 4.TEMPERATURA DEL AIRE EN PLANO XZ, 6 FT DE ALTURA.

En Difusores con inclinación de **30°** y **40°** la temperatura a la altura de la zona de ocupación (**1.80 m**) es altamente homogénea con una variación entre los **20-21°** en todo el plano, se visualiza mayor homogeneidad de temperatura en inclinación a 40° en comparación con inclinación a 30°. La Difusor con inclinación a 60° presenta, a la altura de la zona de ocupación (**1.80 m**), 4 focos de baja temperatura cercana a los **17°C** y en las zonas circundantes a estos focos la temperatura es homogénea alrededor de los **20°C,** en estas zonas de alta velocidad y baja temperatura el usuario podría percibir flujos térmicos.

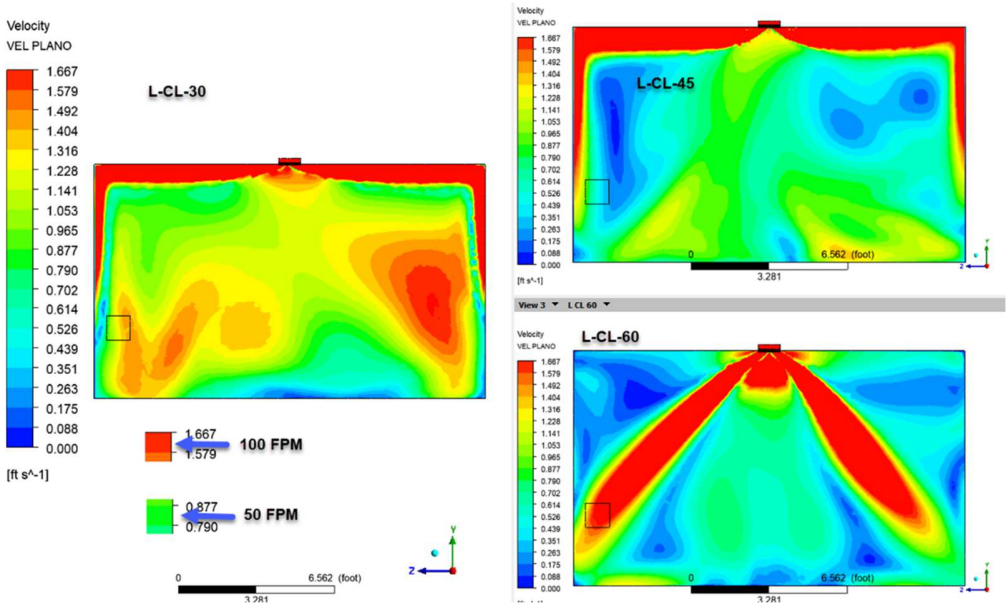

Ilustración 5.VELOCIDAD EN EL PLANO YZ.

Las velocidades en el plano transversal medio revelan que la difusión en la Difusor con inclinación a 30 ° forma una vena adherente que se desplaza en línea recta por la superficie de la pared y desciende por la pared contigua hasta casi la mitad de la altura del recinto. También es visible la línea de Iso-Velocidad que forma la vena al desplazarse por la pared. El aire de baja velocidad (**50 FPM**) desciende por el recinto, pero la formación de algunas corrientes de aire a altas velocidades en zonas cercanas a las paredes genera la aparición de zonas con velocidades cercanas a los **70 FPM,** pero no representa alguna inconformidad para el usuario.

La inclinación a 45° forma una vena adherente de mayor tamaño que se desplaza en línea recta por la superficie de la pared y desciende por la pared contigua a más de la mitad de la altura del recinto (**mayor tiro**), esto proporciona una mejor homogeneidad de velocidades cercanas o inferiores a los **50 FPM** en la zona de ocupación y solo unas pocas zonas con velocidades superiores a **70 FPM** cercanas al piso. Finalmente, en la inclinación a 60° no se presenta efecto Coanda y la vena se desplaza directamente sobre la zona de operación, es por ello que se presentan velocidades altas que atraviesan esta zona, aunque se presente esta situación las velocidades en las zonas contiguas a las venas de aire poseen cierta homogeneidad en torno a los **30 FPM** y se forma una especie de cortina de aire que mantienen aislado a los usuarios ubicados en la zona central.

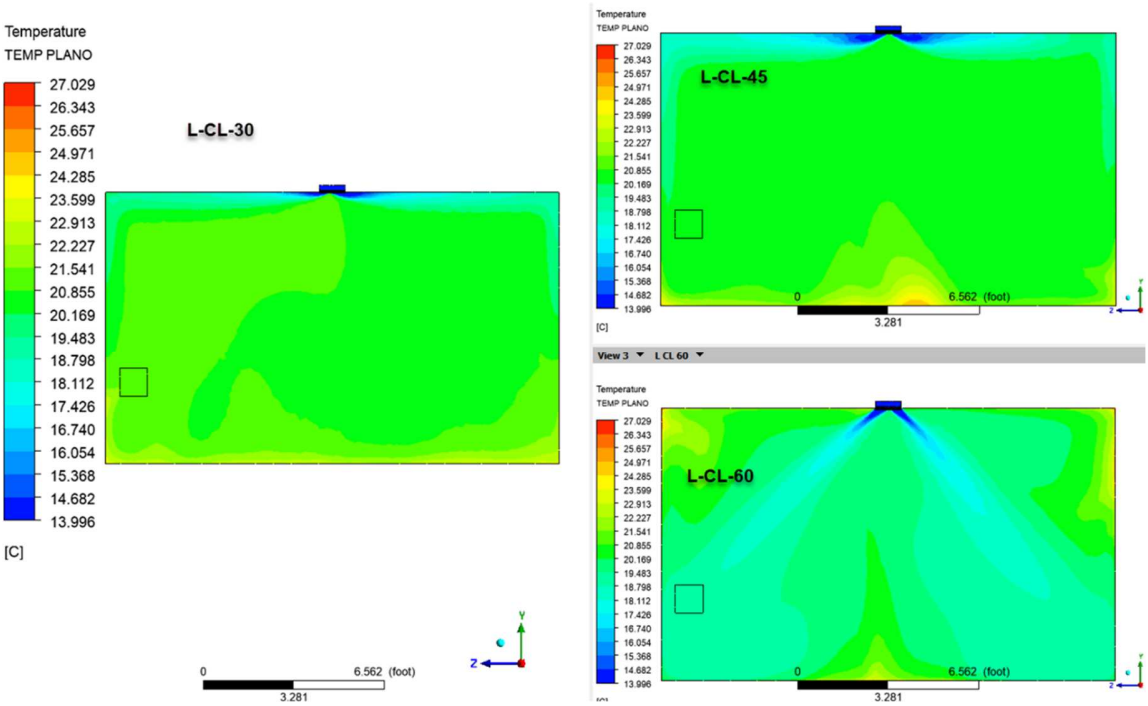

Ilustración 6.TEMPERATURA EN EL PLANO YZ.

La temperatura en el plano medio revela una alta homogeneidad en Difusors a **30° y 45°**, donde la temperatura se mantiene casi constante en valores de **20°-22°** en todo el volumen del recinto, la temperatura menor se ubica en la salida del difusor y se observa que a medida que se desplaza por la superficie del techo y se mezcla el aire principal y el secundario la temperatura aumenta hasta un equilibrio en toda la zona. En inclinación a 60° se hacen evidentes las venas de aire a baja temperatura y alta velocidad que ingresan en la zona de operación y una temperatura cercana a los **20°-21°** en las zonas contiguas a estas venas de aire. No se evidencia el efecto de la radiación proveniente de las paredes lo que indica una buena difusión de aire en estas zonas.

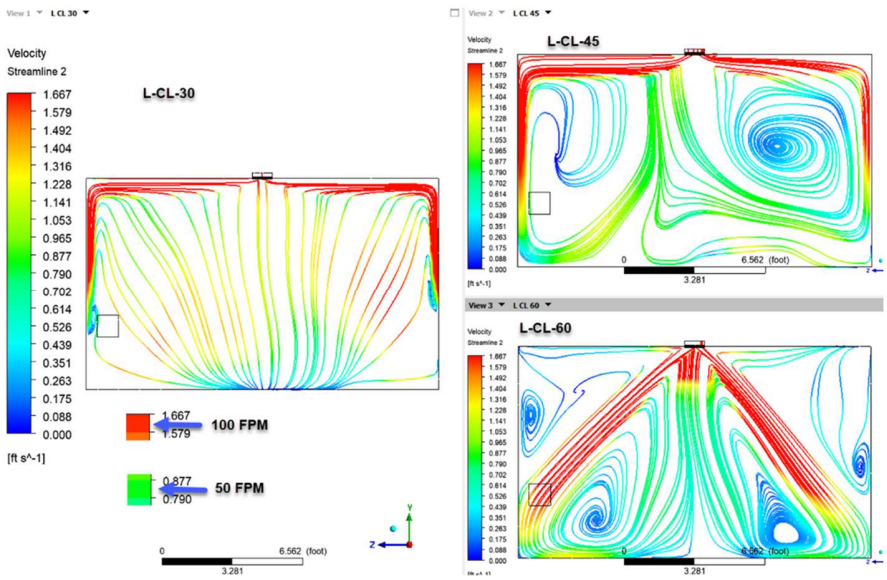

Ilustración 7.LINEAS DE CORRIENTE DEL AIRE EN PLANO YZ.

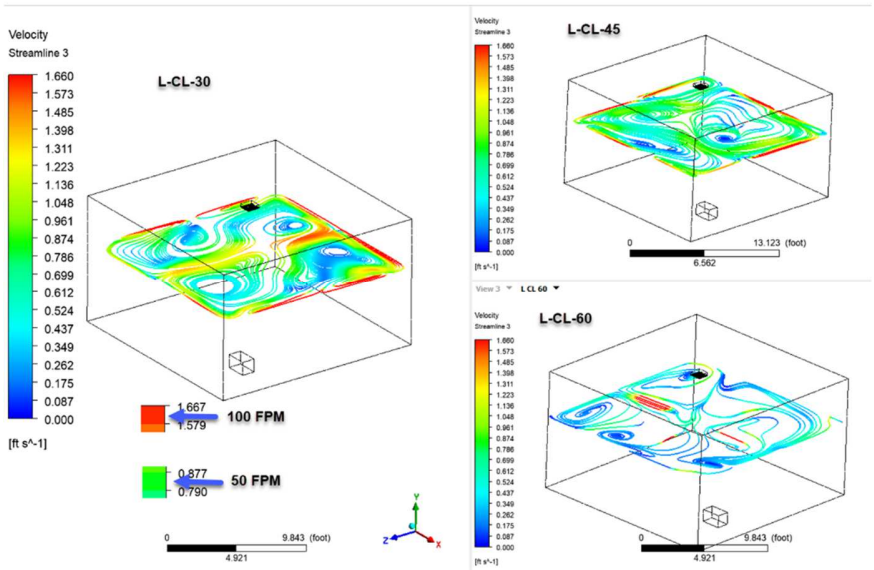

Ilustración 8.LINEAS DE CORRIENTE DEL AIRE EN PLANO XZ, 6 FT DE ALTURA.

Las líneas de corriente en Difusores con inclinación a 30° indican que el desplazamiento de la vena adherente se presenta sobre la superficie de las paredes. El aire a baja velocidad desciende por el recinto y se forman algunas corrientes de alta velocidad que a medida que desciende disminuye nuevamente su velocidad y forman algunas turbulencias de baja velocidad imperceptibles por los usuarios. La Difusor con inclinación a 45° se evidencia un mayor tiro alcanzado y el aire a baja velocidad entra en la zona de operación, también se evidencia la formación de turbulencias a bajas velocidades que serían imperceptibles. A inclinación de 60° se observan corrientes a altas velocidades en la dirección de inclinación de difusión, en la zona operación en aire entra a baja velocidad y se mantiene constante durante todo el recorrido.

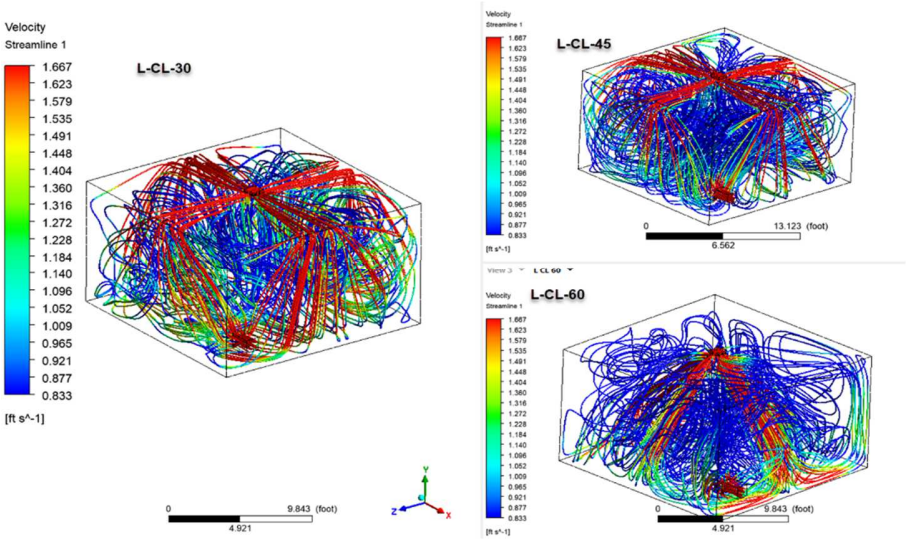

Ilustración 9.LINEAS DE CORRIENTE 3D.

La línea de corriente nos indica que a inclinación de **30° y 40°** se evidencia uniformidad de flujo en los 4 cuadrantes **(0°,90°,180°,270°**), y al llegar la vena a la pared esta se distribuye por toda la superficie, lo que genera un mayor volumen de aire mezclado, pero en inclinación a 30° se evidencian corrientes de aire a alta velocidad dentro de la zona de operación. Por otro lado, a 60° de inclinación hay 4 corrientes de aire a altas velocidades que ingresan a la zona de operación, pero la zona media de operación no presenta velocidades altas **(>50 FPM).**

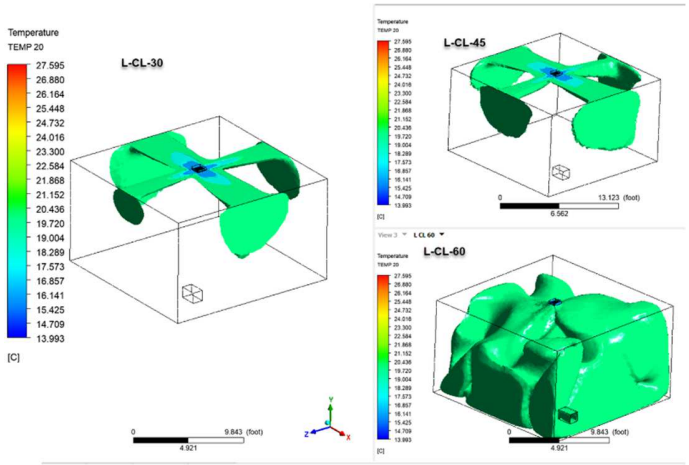

Ilustración 11. ISO SUPERFICIES DE TEMPERATURA 16 ºC,18 ºC, 20 ºC

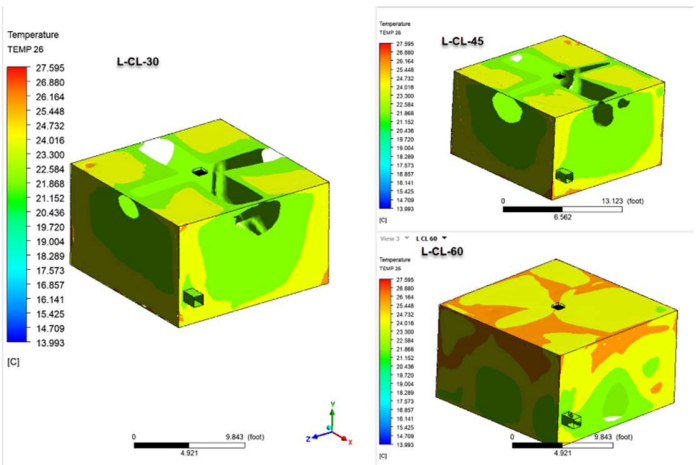

Ilustración 10. ISO SUPERFICIES DE TEMPERATURA 22 ºC,24 ºC, 26 ºC

Las Difusors a **30° y 45°** presenta similitudes en la vena de aire formada por consiguiente las superficies de Iso-Temperatura son similares, las menores temperaturas en estos dos casos están presentes justo en la salida del difusor y la superficie del techo, una gran parte de las paredes registran temperaturas 22°-24°C disminuyendo 4-6 grados respecto a la temperatura inicial (28°C). A 60° de inclinación, un gran volumen del aire en la zona de operación posee una temperatura de 20°C, se genera un aislamiento en las esquinas superiores del techo donde se registran temperaturas de 24°C – 26°C pero que no tienen impacto sobre la

temperatura al interior de la zona de operación. Eso revela que esta inclinación ofrece temperaturas equilibrio más bajas en comparación con sus dos inclinaciones anteriores pero la velocidad residual en la zona de operación es bastante considerable.

80DA62C3.mp4

Video 1. Planos de Temperatura a través del recinto. 30°,45° y 60° de inclinación.

14E3DC36.mp4

Video 2.Líneas de corriente 3D, difusor L-CL. 30°,45° y 60° de inclinación.

En el **Video 1** se indica la temperatura a lo largo del volumen de recinto, la cual se mantiene casi constante en las 3 inclinaciones simuladas, lo que indicia una buena difusión de aire en el recinto. A inclinaciones de 30° y 45° la temperatura es más homogénea en todo el recinto, pero a inclinación a 60° se puede alcanzar mayores ΔTemperatura entre el aire primario y el aire total mezclado. En el **video 2** muestra que a inclinaciones de 30° y 45° la difusión se desplaza por las superficiales del recinto y a 30° se presentan flujos con velocidades altas al interior de la zona de operación. A inclinación de 60° las venas de alta velocidad que bajan a la zona de operación forman una barrera entre la zona interior y exterior a la zona de operación, pero se logran mantener velocidades bajas en la zona media del recinto.