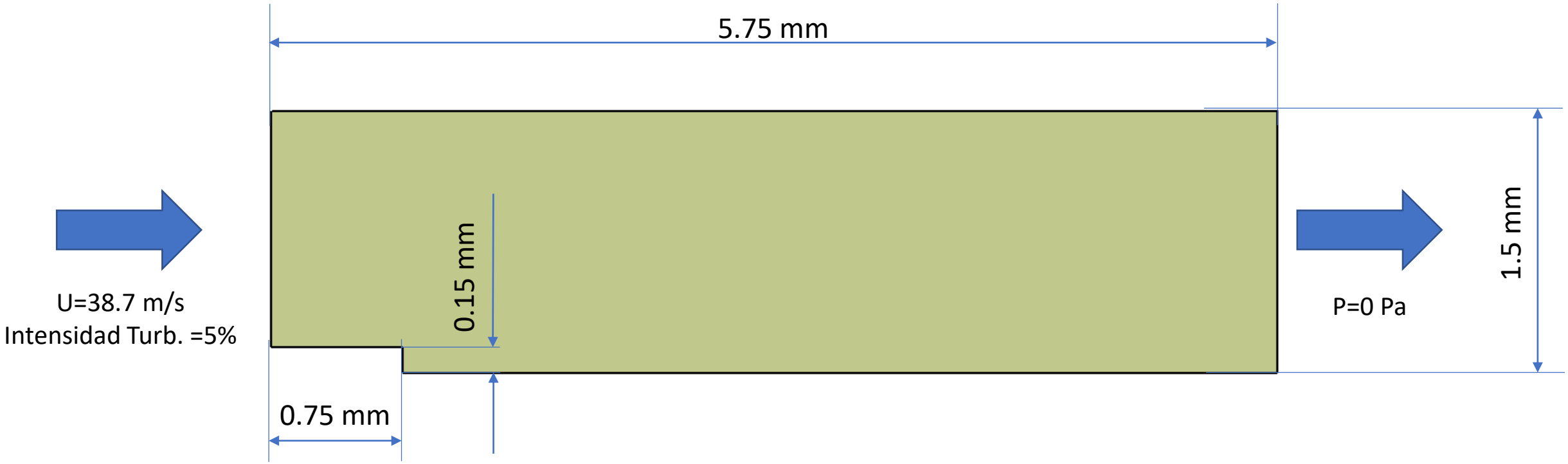
icemm
SIMULATION ENGINEERING

Tutorial CFD 04

Backward Step: Análisis de turbulencia

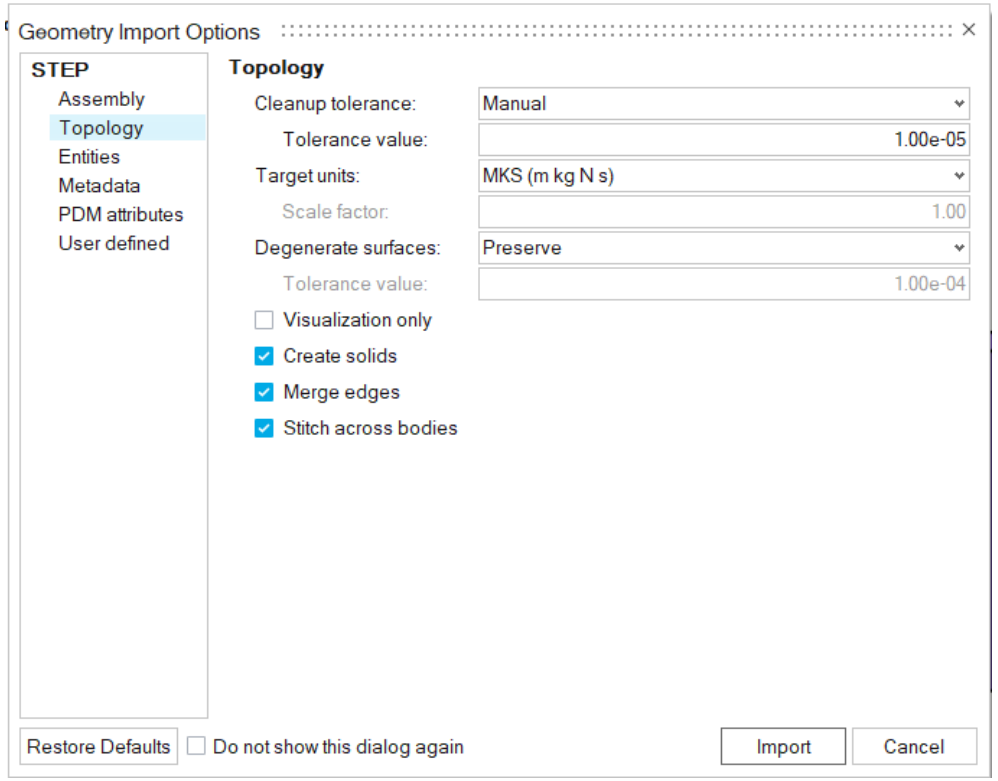
CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD
DNV·GL
ISO 9001
PYME INNOVADORA

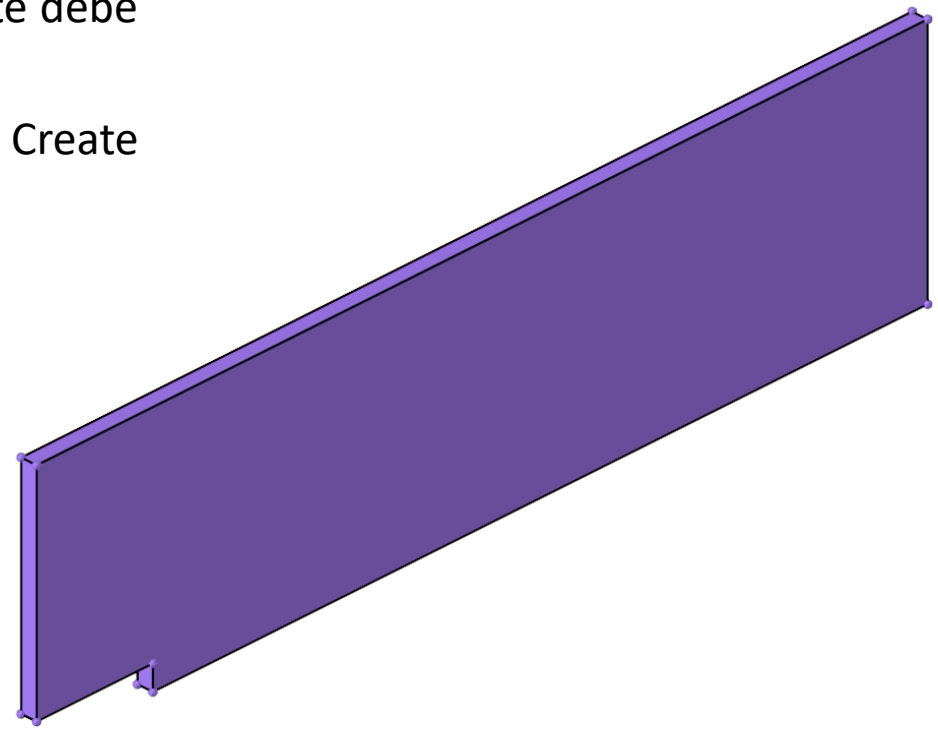
- En este ejemplo se busca obtener la zona de flujo invertido que se produce por la presencia del escalón de 0.15 m presente en el canal de la imagen.
- La geometría y las condiciones del flujo a la entrada se muestran en la imagen. Para trabajar en Acusolve con un volumen 3D se da un espesor de 0.1 mm al dominio.



Geometría: Importar y Arreglar

- Para importar la geometría con aristas de un tamaño tan reducido debe reducirse el valor de Cleanup Tolerance a 10^{-5} en el menú de importación.
- Igualmente para validar la geometría desde las opciones de Validate debe escogerse un Sliver Surface Threshold de 10^{-5}.
- Tras ello las opciones habituales de Stitch All en Free Edges y Create desde Closed Shells permiten obtener un volumen y validarlo.

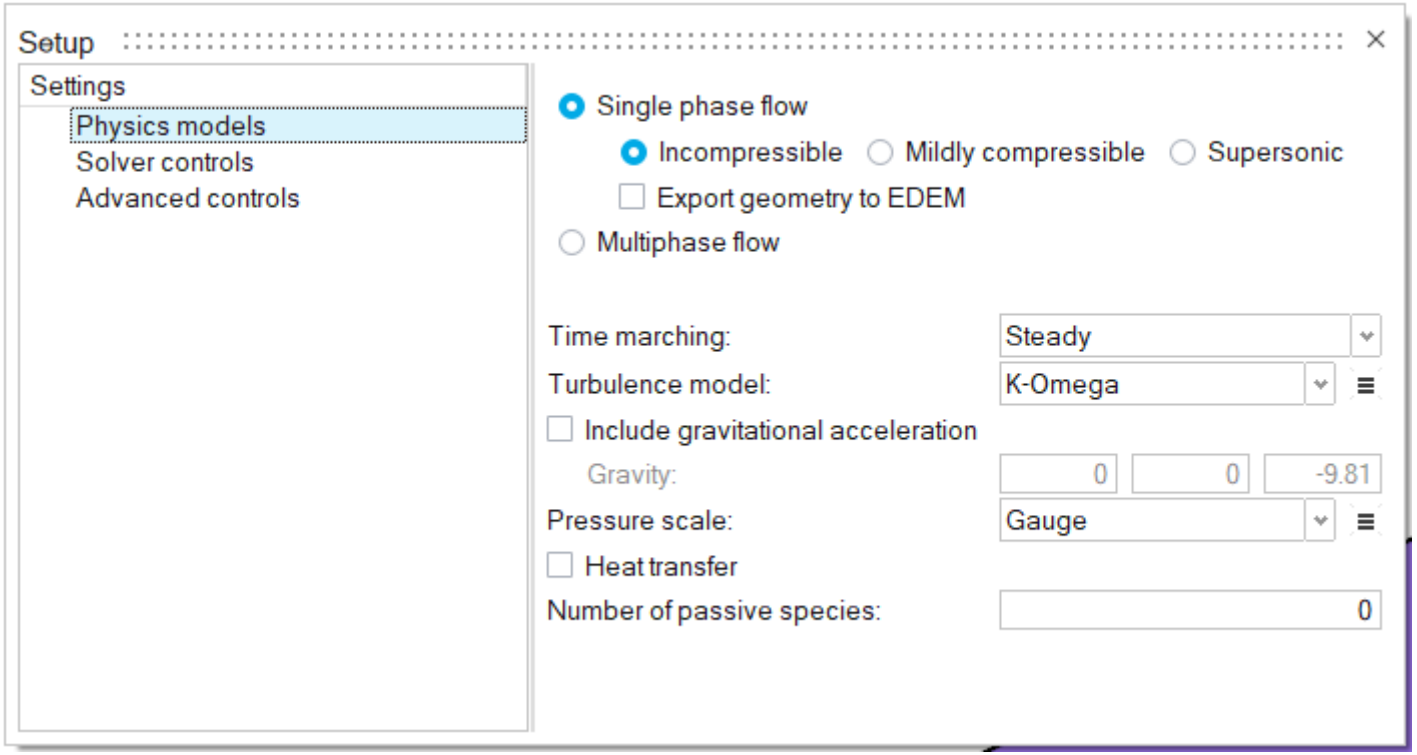






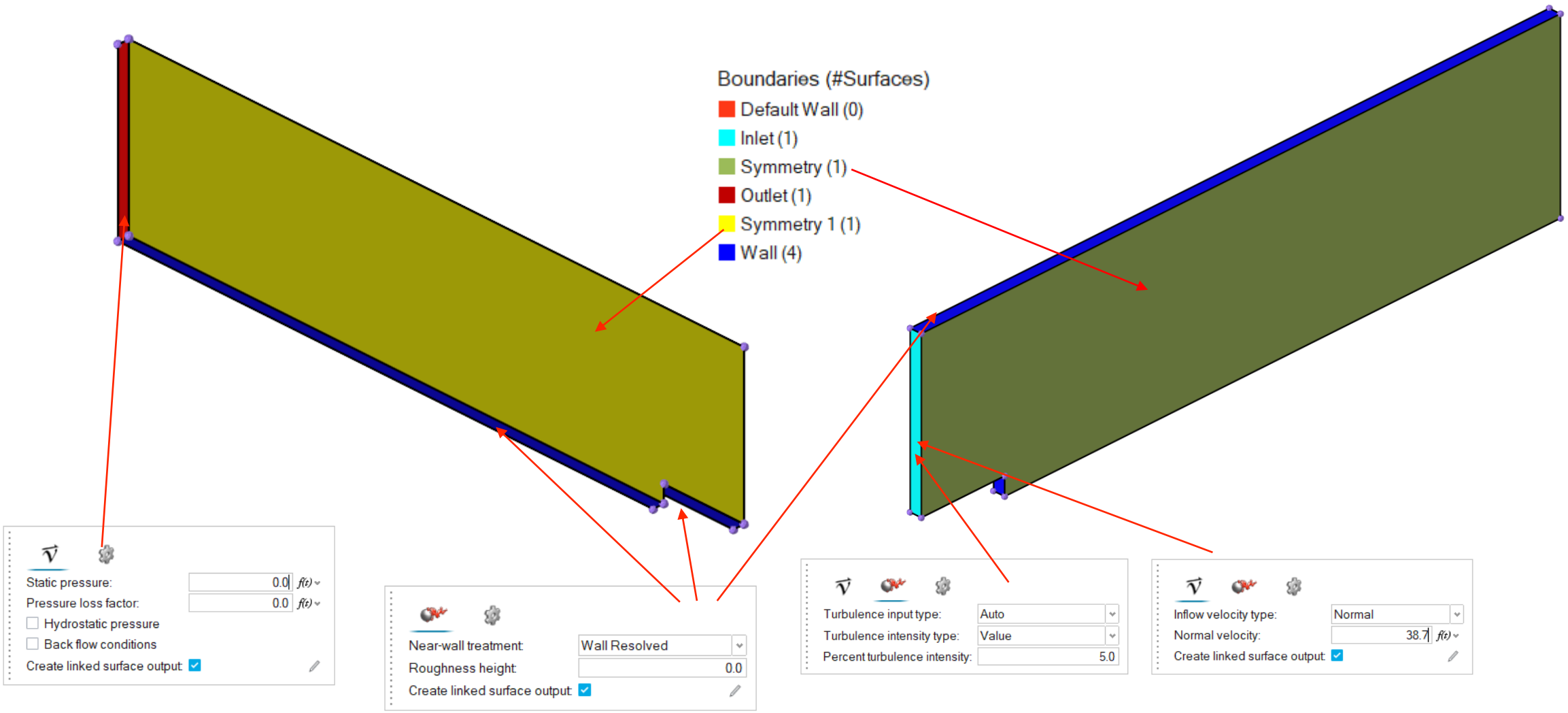
Flow: Physics: K-Omega

- El análisis a realizar es en estado estacionario, y será fundamental seleccionar un modelo de turbulencia adecuado.
- Esto influye en los resultados y en la convergencia del modelo.
- Para este primer análisis se escoge el modelo K-Omega.
- Como material del volumen se escoge aire, que viene seleccionado por defecto.



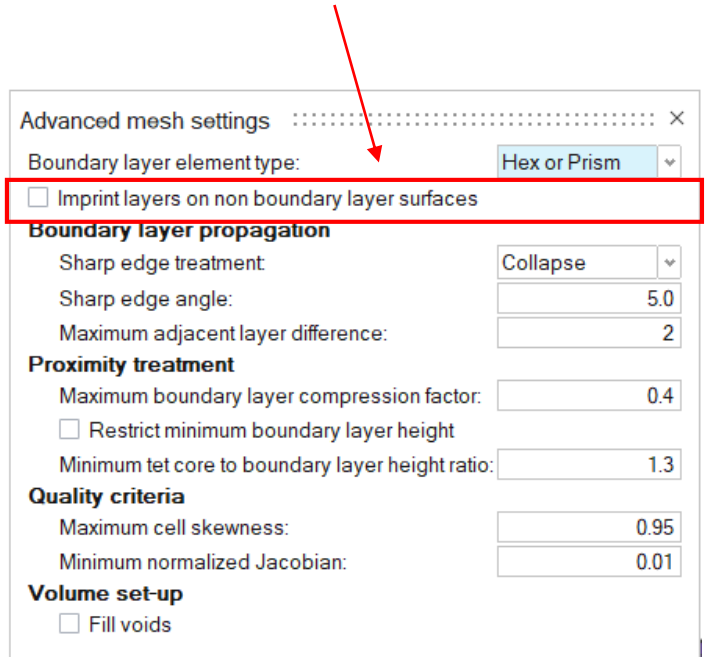
Flow: Boundary Conditions

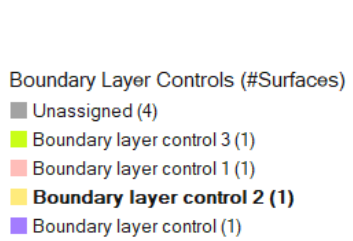
- Como condiciones de contorno se colocan el inlet y el outlet descritos, simetrías en las paredes laterales y condiciones de No-Slip Wall en las zonas superior, inferior y en la pared vertical del escalón. Esto se muestra en la imagen.

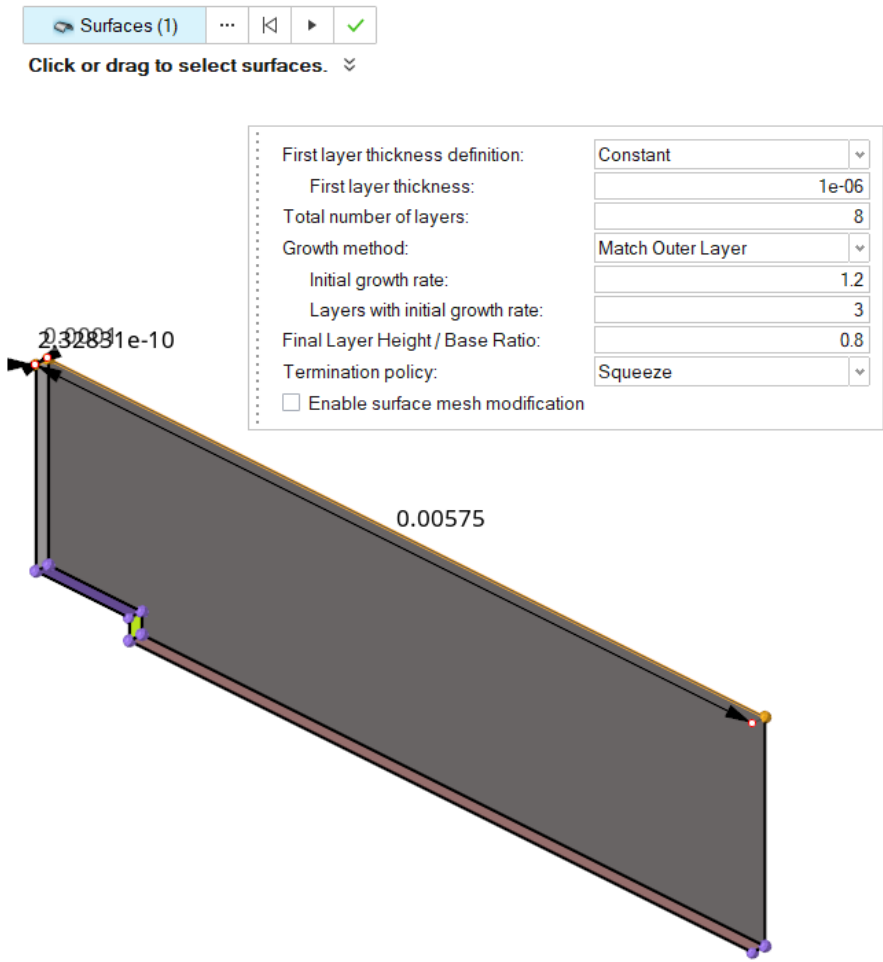


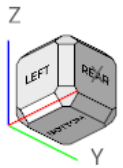
Mesh: Boundary layers

- En Mesh Controls se colocan Boundary layers en las paredes con condición de tipo No-Slip Wall.
- Las opciones escogidas en el menú de creación son las que propone por defecto Hyperworks CFD.
- Si la creación de malla falla después, una posible solución es desactivar la siguiente opción desde Advanced mesh settings.



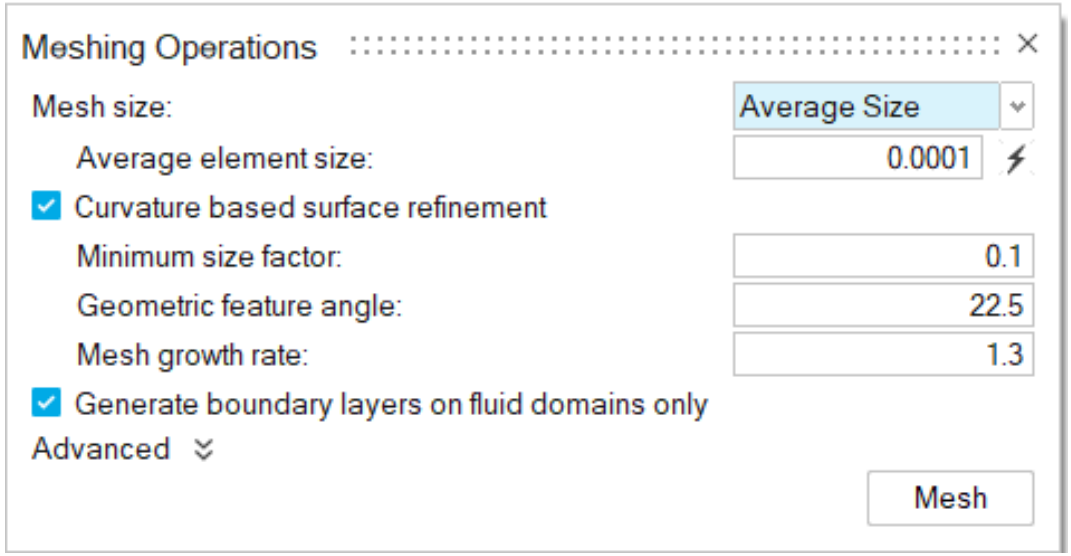


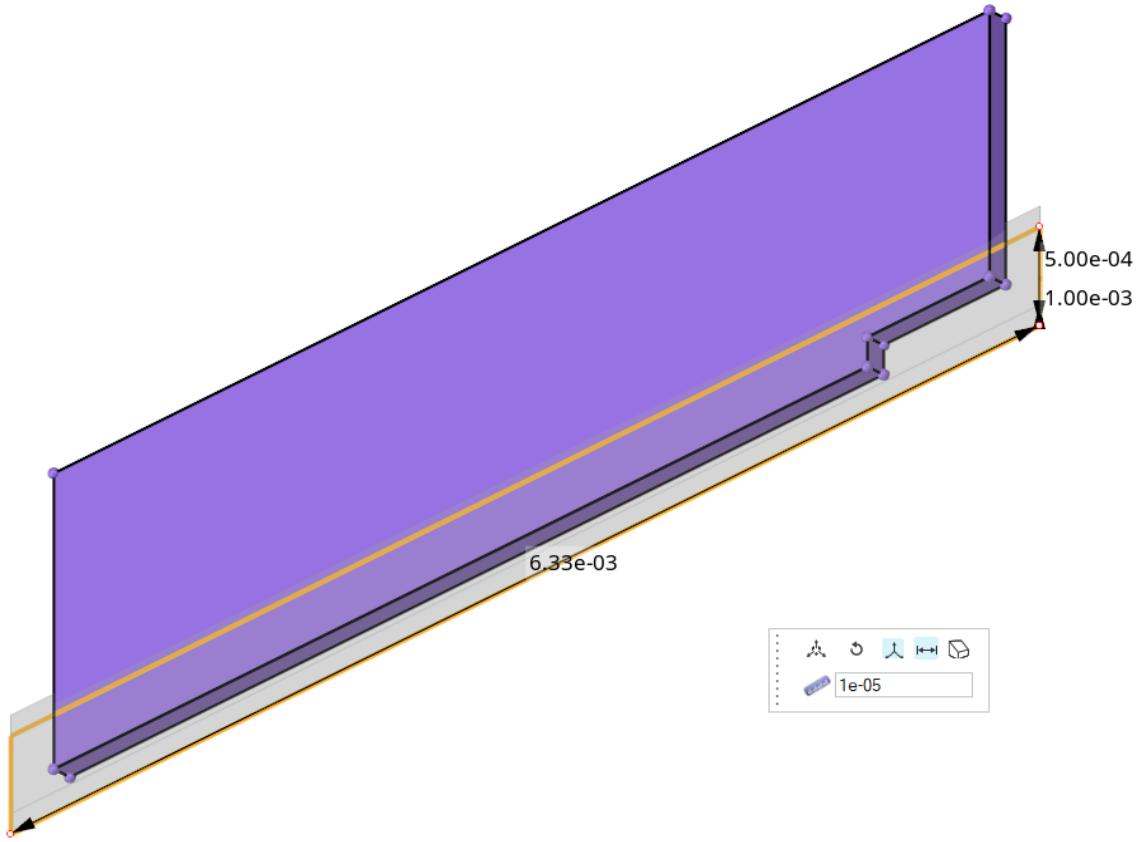




Mesh: Refinement

- Se define además una zona de refinado en la parte inferior del dominio con tamaño de malla de 10^{-5}.
- El resto del dominio se malla desde volumen mesh directamente con tamaño de elemento 10^{-4}.

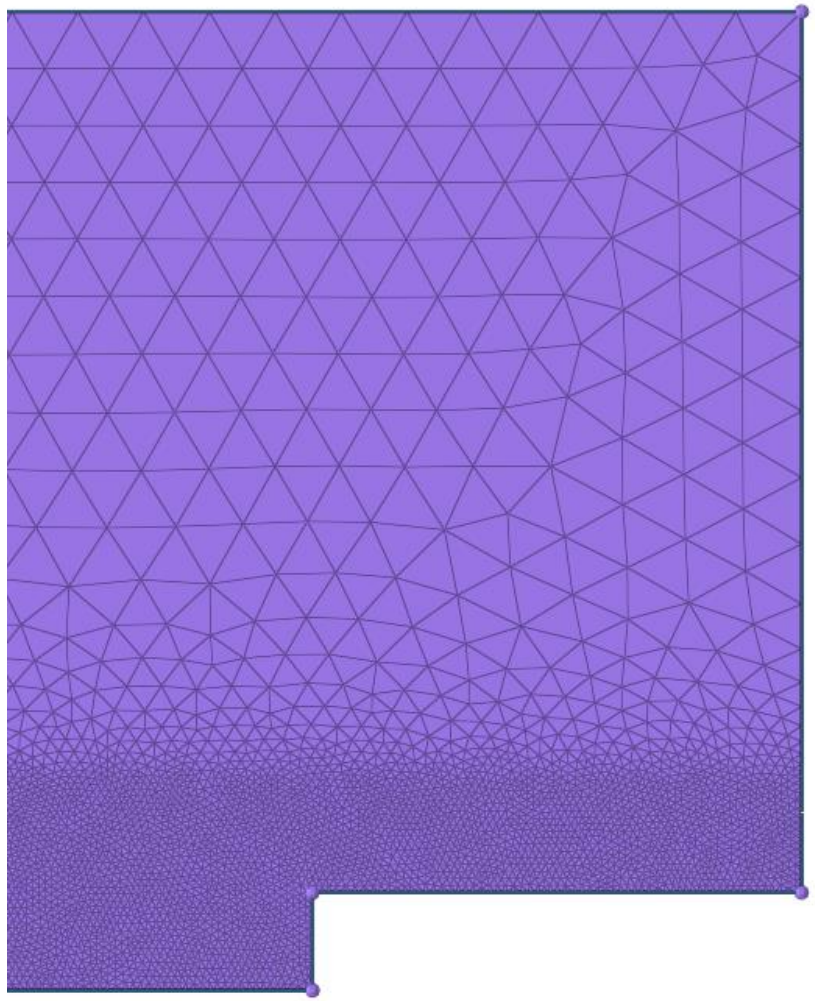




- La malla generada debería tener el siguiente aspecto y cuenta de elementos y nodos.
- Con la malla creada se puede simular el modelo desde la pestaña Solution>>Run.

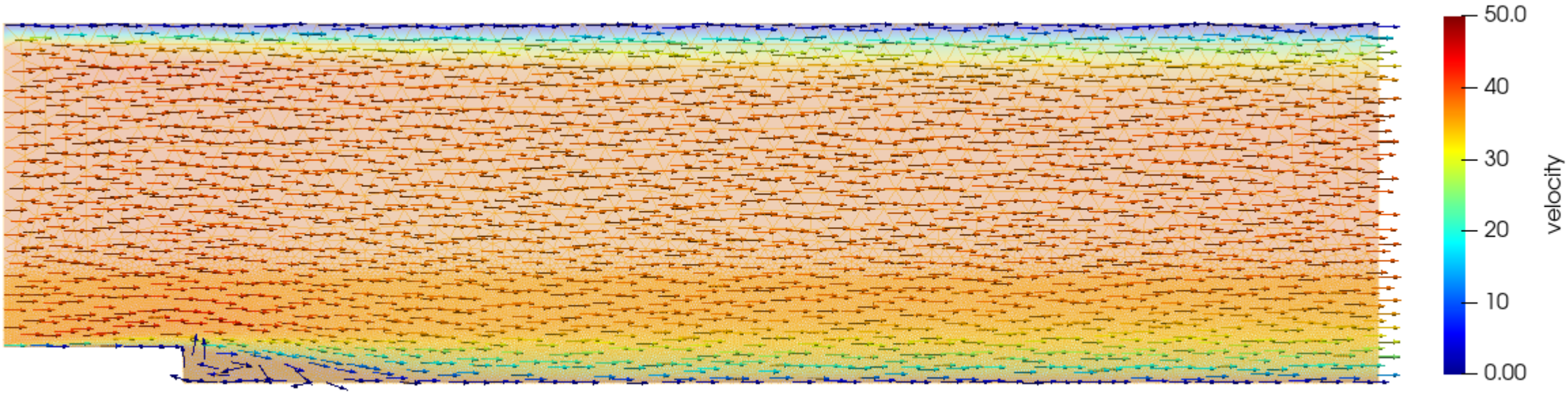
Entity Count

Entity	Count
Points	12
Lines	18
Surfaces	8
Solids	1
Parts	2
Nodes	404294
2d Elements	96286
3d Elements	2201753

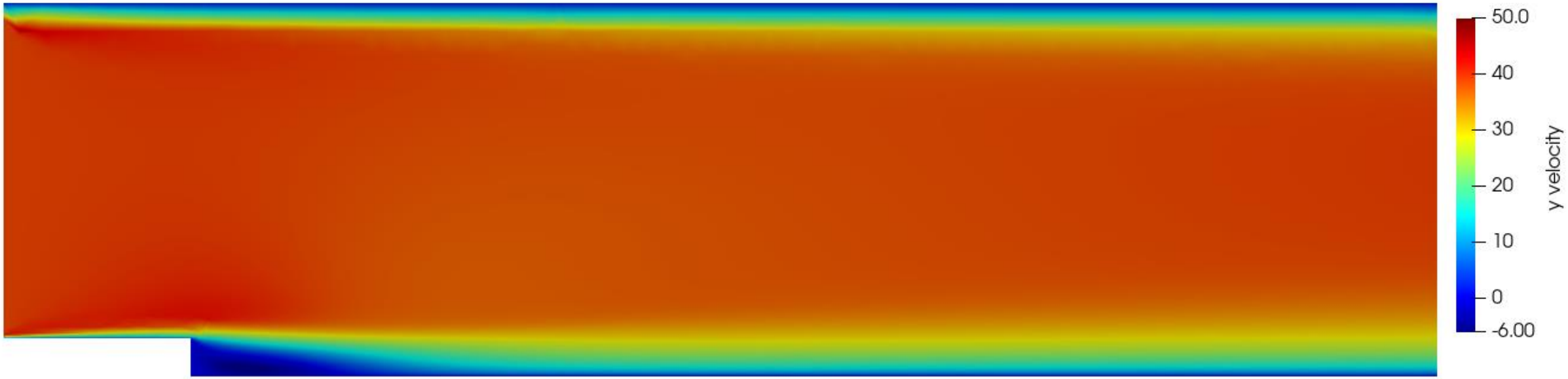


- Tras simular el modelo, una primera forma de ver el campo de velocidades es generando un Slice Plane central y comprobando las líneas de campo.
- **Importante**: La velocidad en este caso llega hasta los 40 m/s y el dominio es del orden de los pocos milímetros. Si se intenta pintar el campo de velocidades vectorial con las opciones predefinidas, es probable que la aplicación falle y se cierre. Antes de activar display, debe reducirse el tamaño de escala de visualización (a 10^{-5} aprox.) y preferiblemente activar la opción de subset con la barra cerca del cero.





- Para ver mejor la zona de flujo invertido puede pintarse solo la componente de la velocidad en dirección de flujo.
- Los valores negativos marcan dicha zona.



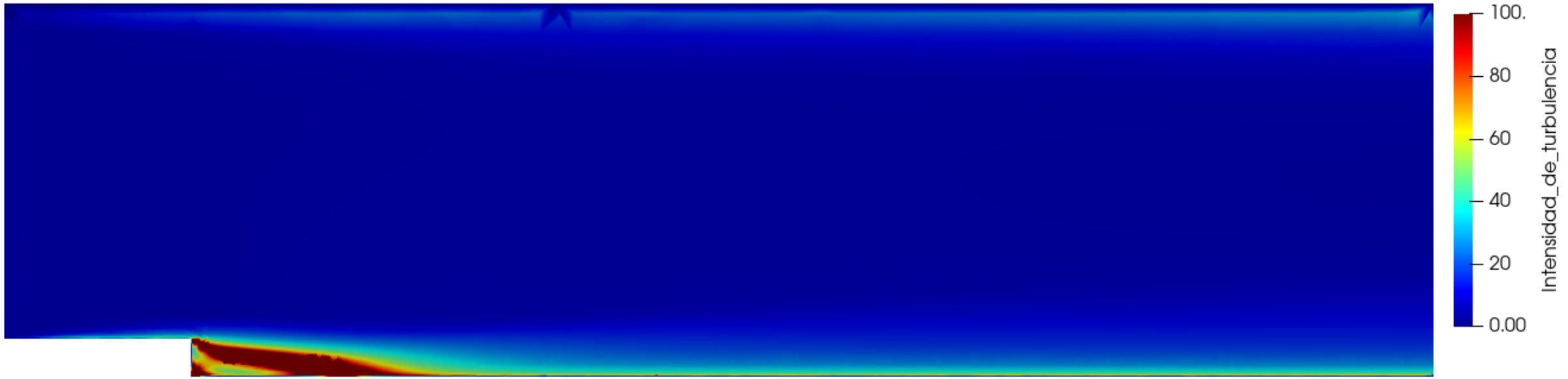
- Estableciendo el límite superior de visualización en 0 pueden verse los valores negativos con mucha más claridad, marcando claramente la zona de flujo invertido.



- Desde Calculate se puede definir la intensidad de turbulencia como magnitud derivada y visualizarla en el plano para ver donde se recupera el flujo sin perturbación.

Derived Data Calculator

	Name	Expression
1	up	sqrt(2*kinetic_energy/3)
2	Intensidad_de_turbulencia	100*up/(mag(velocity)+0.00001)

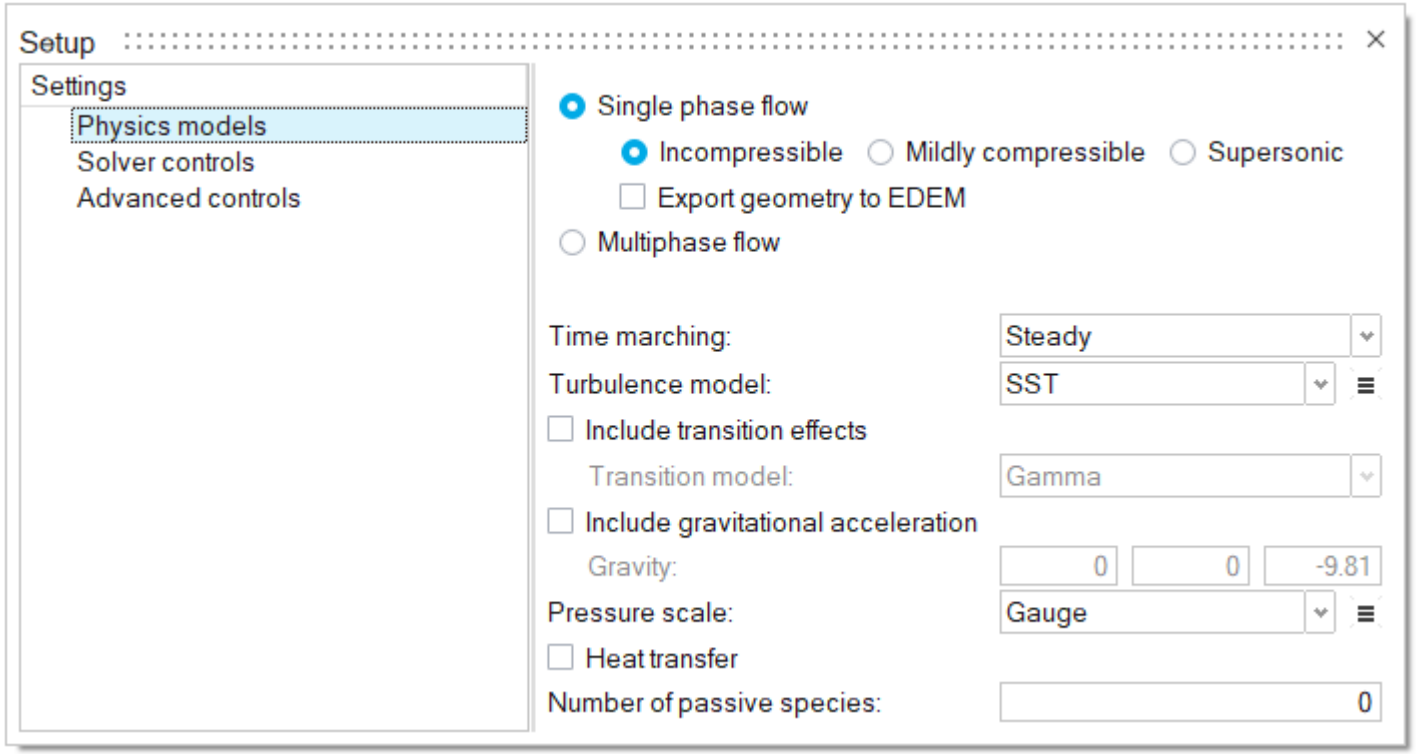


- A continuación se repite la misma simulación pero empleando como modelo de turbulencia el SST (Shear Stress Transport).

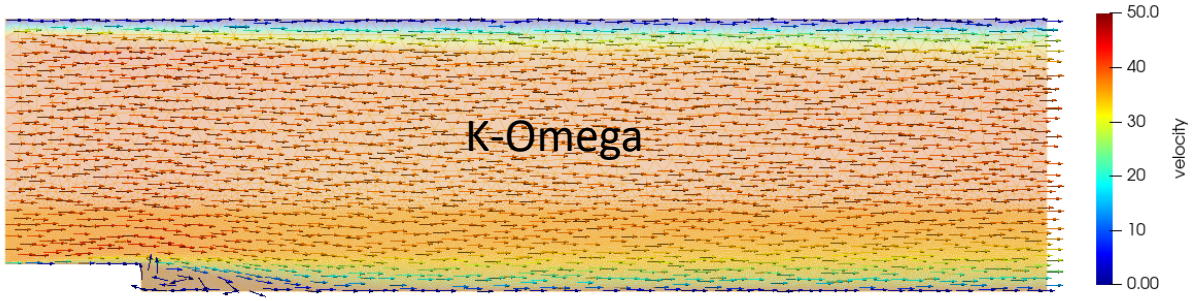
- Otro cambio que se podría hacer al modelo es simular el inlet con un perfil completamente desarrollado en lugar de constante.

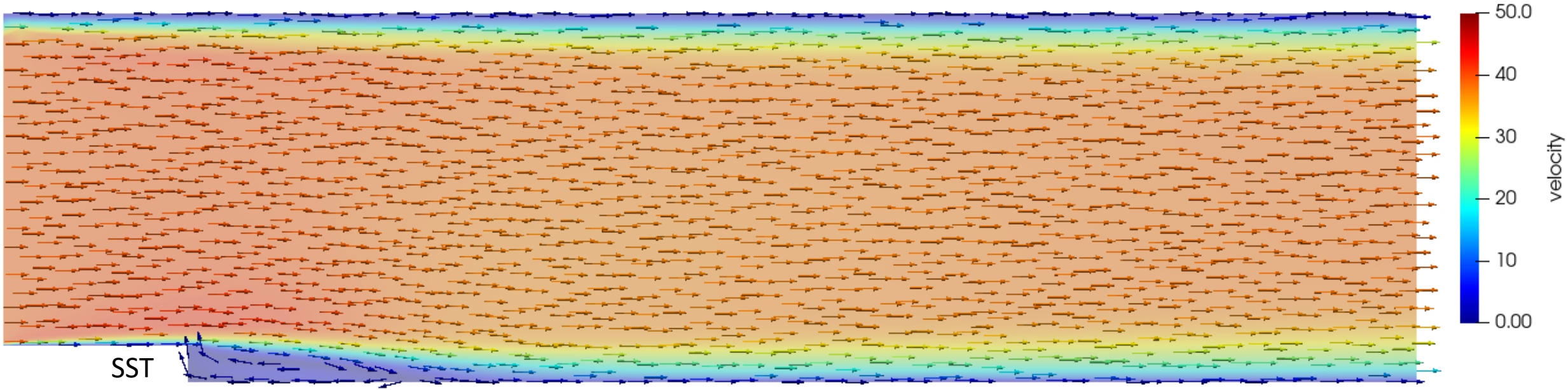


Profiled

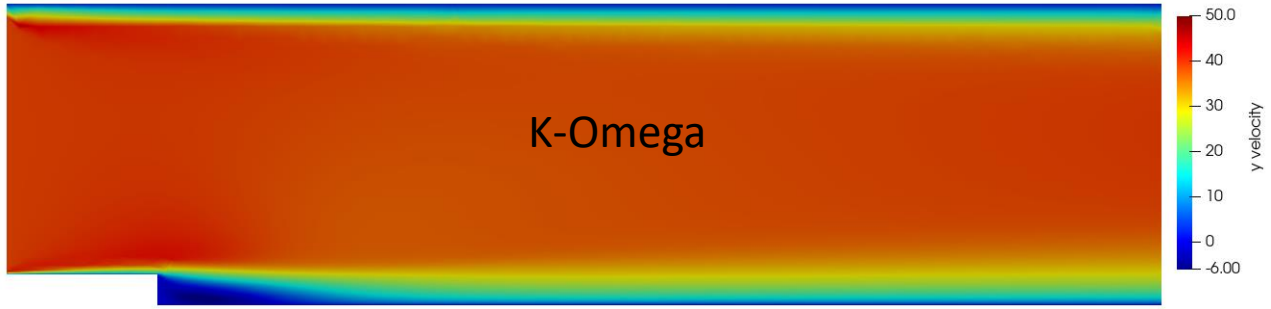


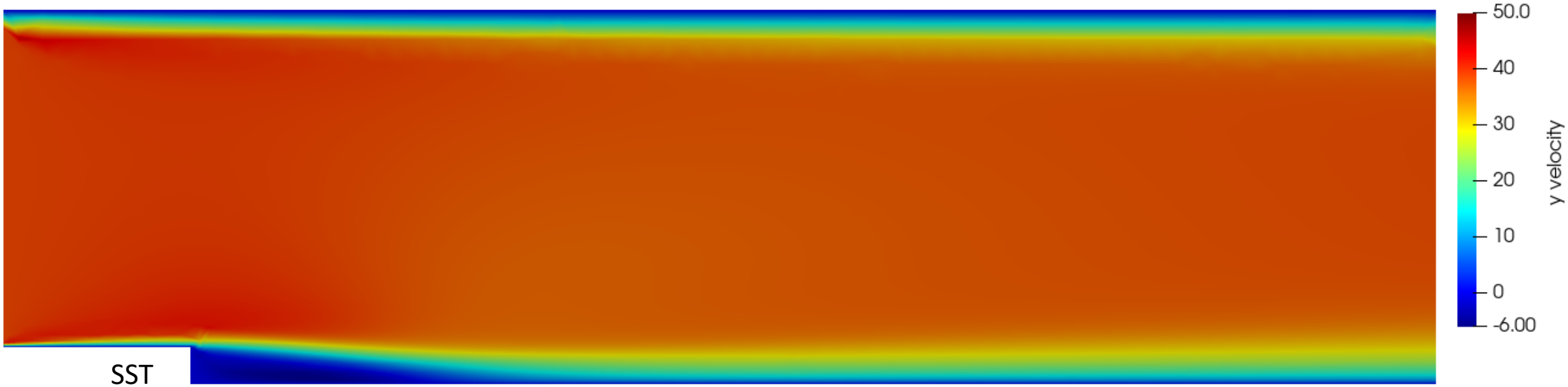
- Realizando el mismo post proceso a los resultados obtenidos se comprueba que son similares, aunque no idénticos.





- Realizando el mismo post proceso a los resultados obtenidos se comprueba que son similares, aunque no idénticos





- Realizando el mismo post proceso a los resultados obtenidos se comprueba que son similares, aunque no idénticos.
- La zona afectada por flujo invertido es mayor simulando el modelo con SST.





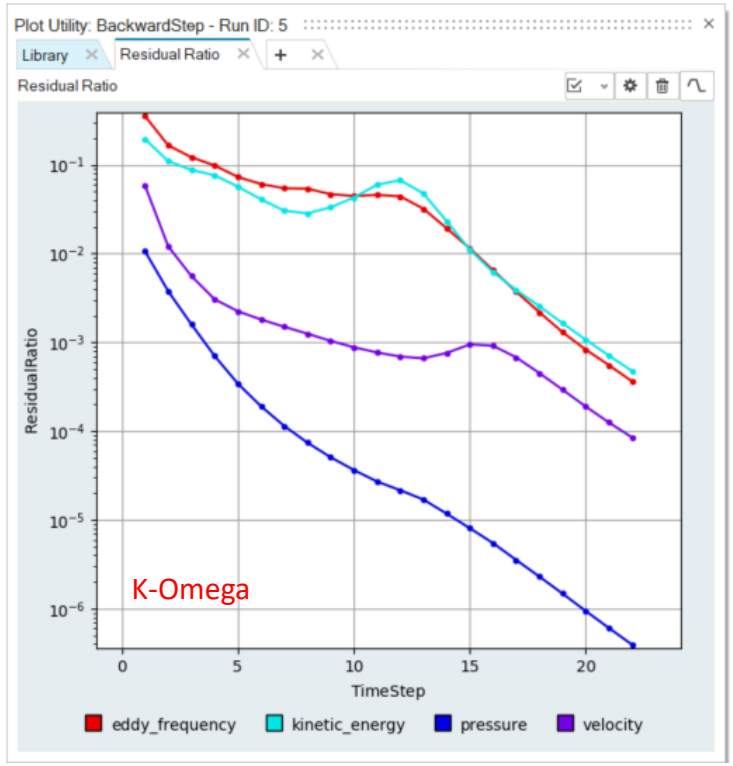
- Realizando el mismo post proceso a los resultados obtenidos se comprueba que son similares, aunque no idénticos.
- La zona afectada por flujo invertido es mayor simulando el modelo con SST.

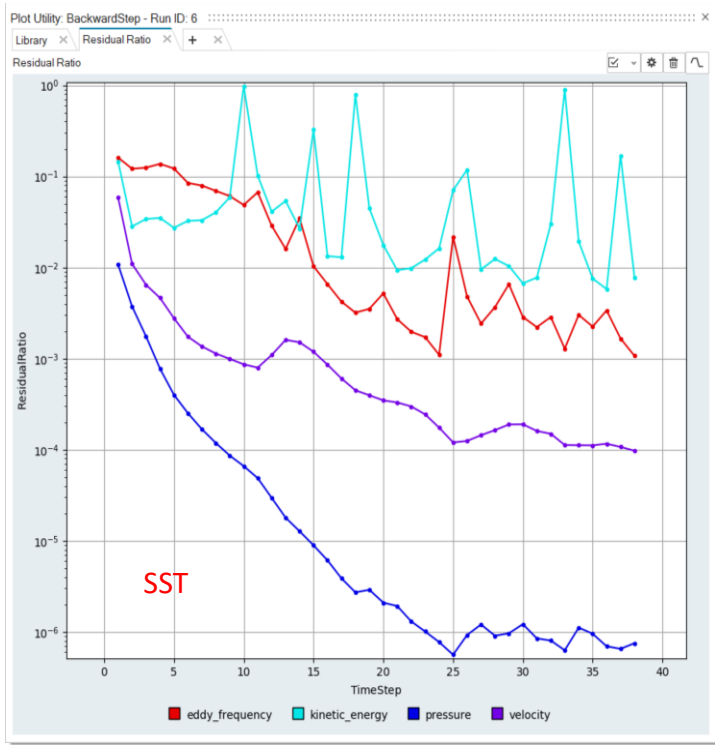




Convergencia

- Desde Solution>>Plot se puede comprobar el gráfico de Residual Ratio del modelo, que muestra la convergencia del problema con las iteraciones.
- El modelo de turbulencia empleado influye en la convergencia del modelo. En este caso la convergencia de K-Omega para los resultados de turbulencia es mucho mejor.
- Este mismo problema con modelo de turbulencia Realizable K-Epsilon directamente falla en converger.





Algunas ideas para escoger adecuadamente el modelo de turbulencia son:

- Spalart-Allmaras: Diseñado para aplicaciones aeroespaciales. Buena velocidad y convergencia. Limitaciones y posibles errores elevados en flujos tridimensionales o complejos.
- K-Epsilon: Buena relación entre precisión y velocidad. Más preciso para flujo lejano a las paredes. Tiene tres variantes:
  - ❑ Standard: Problemas de convergencia si las paredes tienen mucha influencia en el problema o alta curvatura.
  - ❑ Realizable: Es la elección recomendada para muchas aplicaciones. Menor precisión cerca de las paredes.
  - ❑ RNG: Mejor para flujos complejos con baja turbulencia. Peor convergencia.
- K-Omega: Mejor descripción del flujo cercano a las paredes. Útil cuando estas tienen gran relevancia en el flujo. Peores resultados lejos de las superficies. Mala convergencia en ciertos casos y mucha dependencia de las condiciones iniciales. No muy recomendado para problemas habituales de la industria.
- SST: Trata de combinar los modelos K-Omega cerca de las paredes con transición a K-Epsilon en las zonas alejadas. Útil en problemas de transferencia de calor con convección. Buena precisión pero puede tener problemas de convergencia.
- LES (En Acusolve solo disponible para análisis transitorio): Modelo más complejo. Útil en casos de flujo lento con importante componente térmica (Flotabilidad).

- Fundamentals and Application of CFD. AC05. Introduction to turbulence in Fluent. Master's Degree in Numerical Simulation in Engineering with Ansys. UPM.
- https://www.simscale.com/blog/turbulence-cfd-analysis/

EDIFICIO ANTARES

C/ INDUSTRIAS, 8

28923 – ALCORCÓN (Madrid) – España

Tel.(+ 34) 910 569 228 – (+ 34) 629 87 94 37

. . . . .

info@icemm.es

www.icemm.com