icemm
SIMULATION ENGINEERING

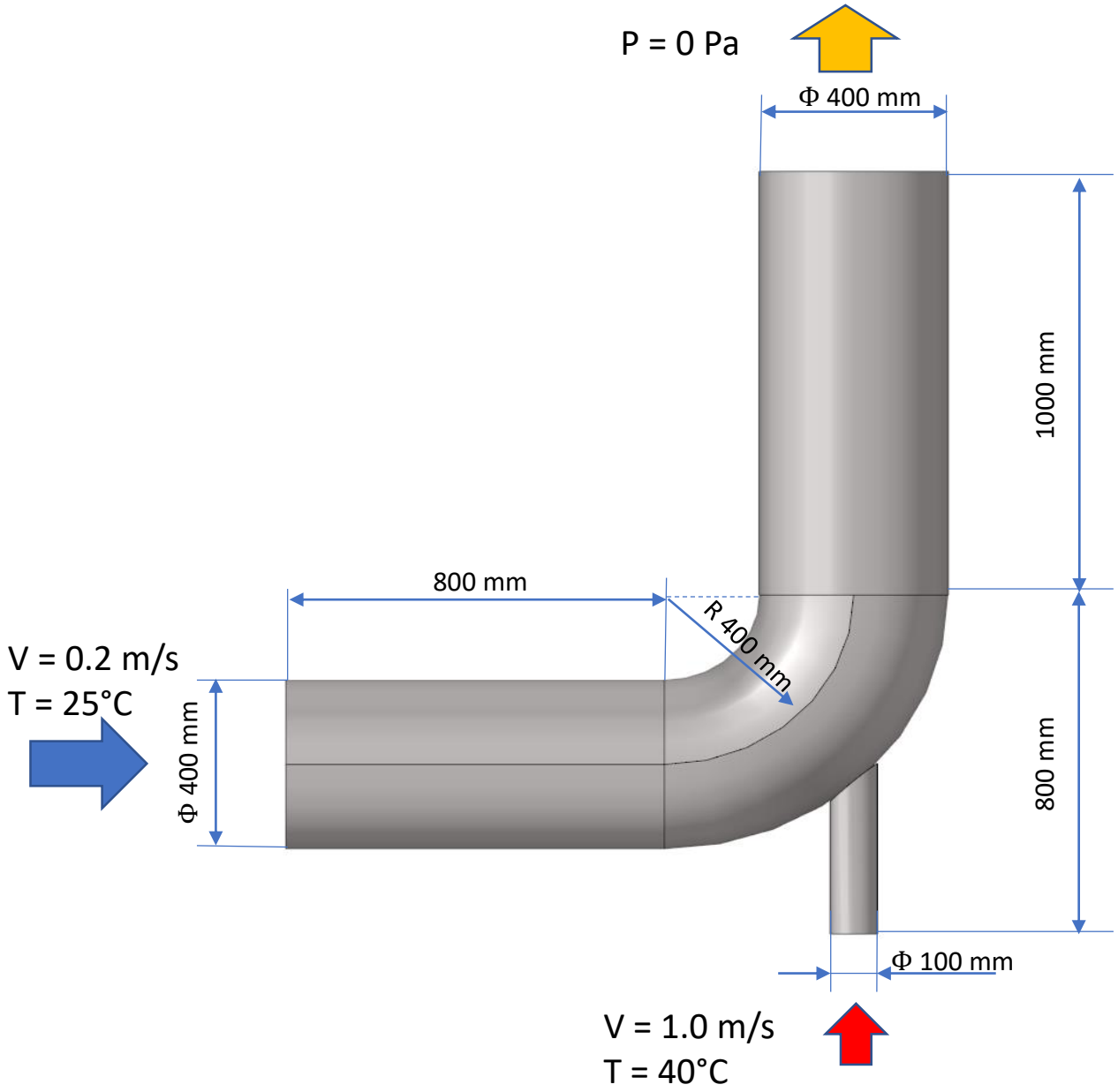
Tutorial CFD 01

Codo de mezcla: Tutorial básico. Interfaz.

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

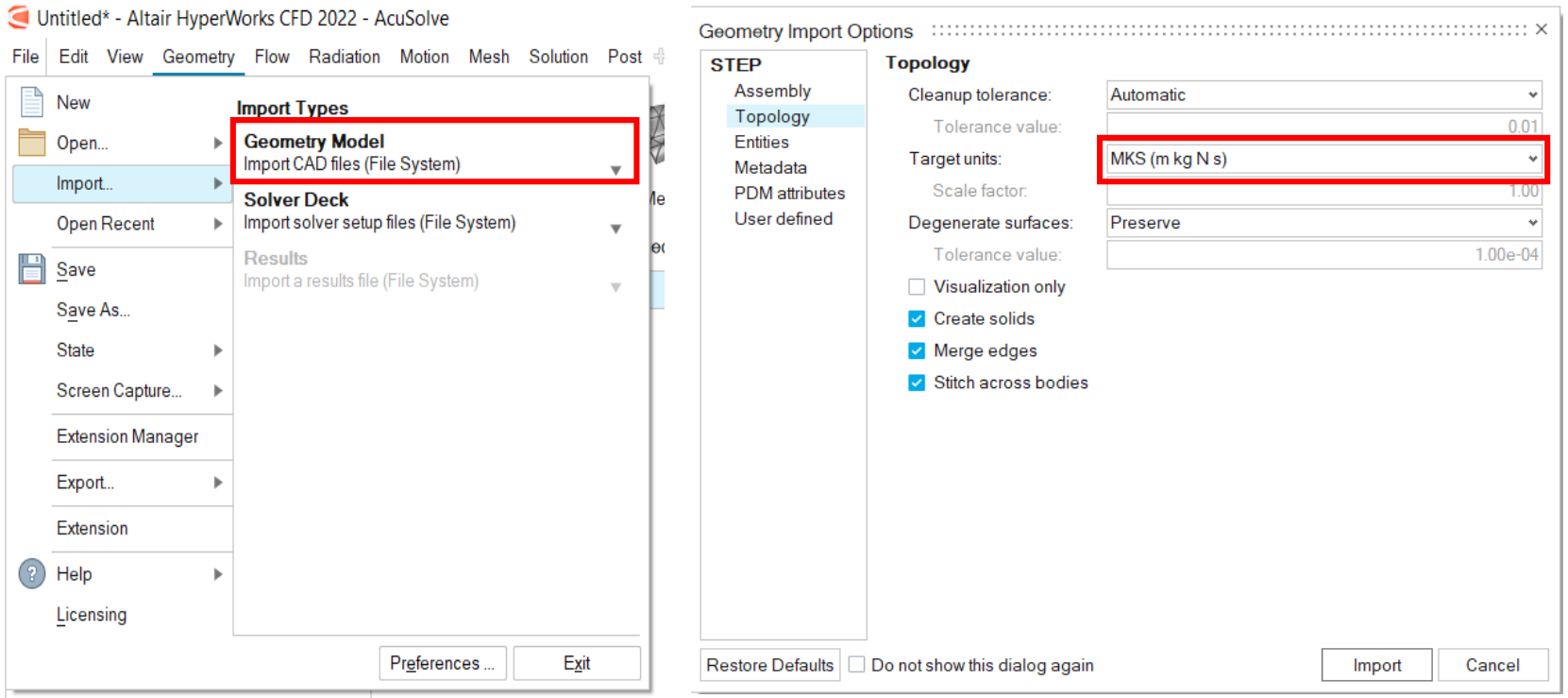
Codo de Mezcla

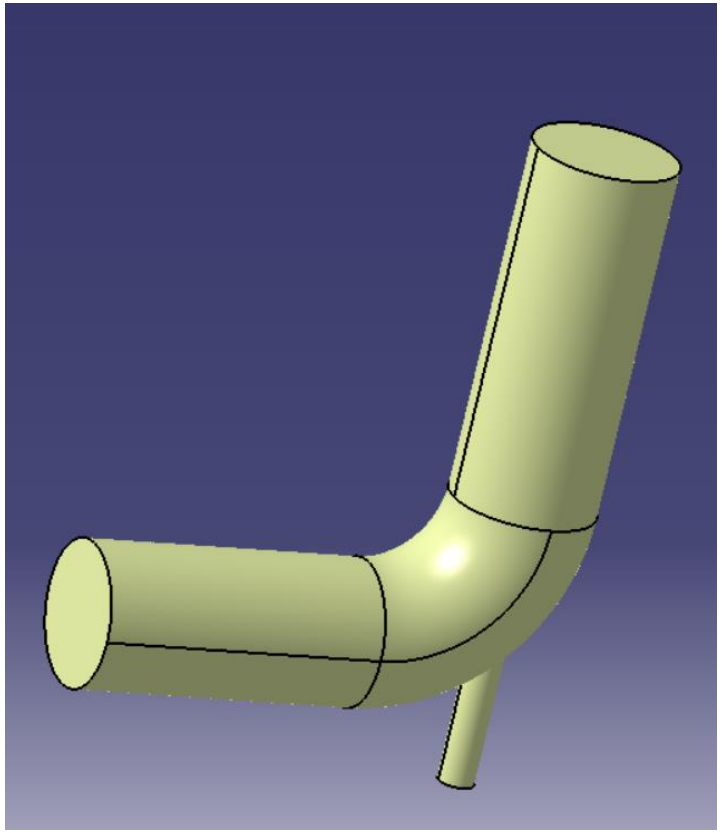
- Se busca simular el comportamiento dinámico y térmico de un codo de mezcla.
- Se junta un flujo frío con una entrada a alta temperatura según el esquema de la derecha.
- Se usa este ejemplo para ver el Workflow básico de Hyperworks CFD y el manejo de su interfaz.



Geometría: Importar

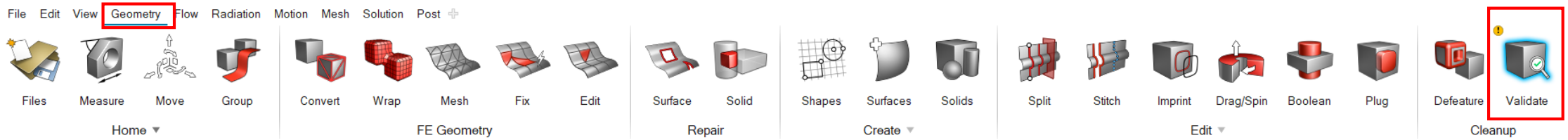
- En primer lugar se genera la geometría en un software CAD.
- Se exporta como .stp para después importarla en Hyperworks CFD: File>>Import>>Geometry Model
- En la ventana de importación, comprobar que Topology>>Target Units se encuentre en las unidades del análisis (MKS por defecto en Acusolve)





Geometría: Arreglar y Validar

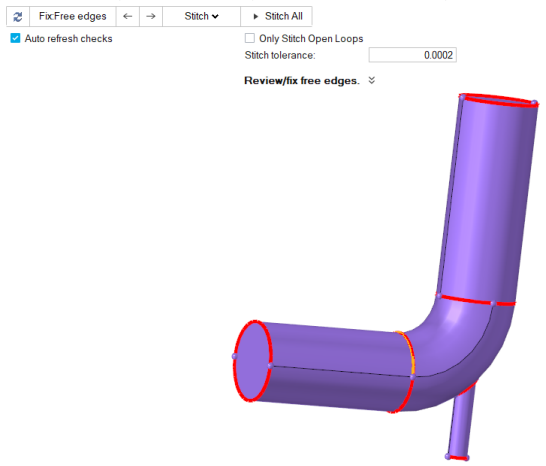
- En la cinta Geometry, seleccionar CleanUp>>Validate

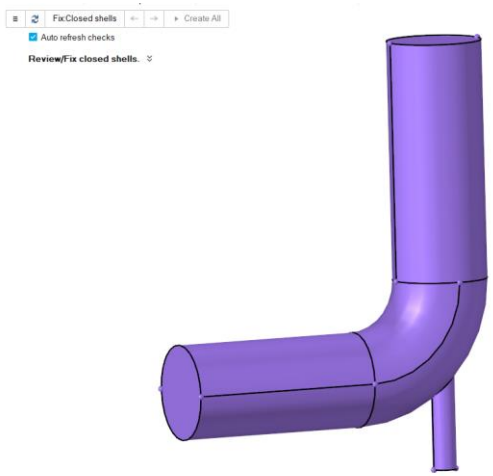


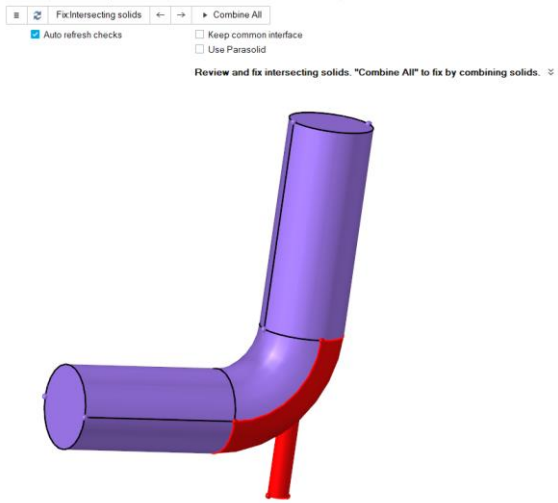
- Desde este menú se pueden solucionar los problemas habituales de la geometría hasta generar los volúmenes de los sólidos y fluidos presentes en el problema



- Para geometrías sencillas basadas en superficies, como la del codo de mezcla, suele bastar con utilizar Stitich All en el apartado Free Edges, Create All en el apartado Closed shells y si se requiere Combine en el apartado Intersecting solids.

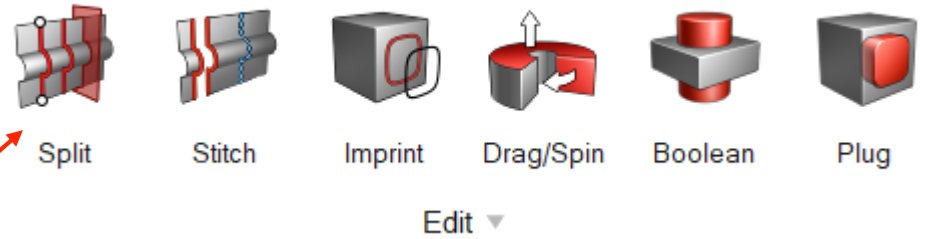


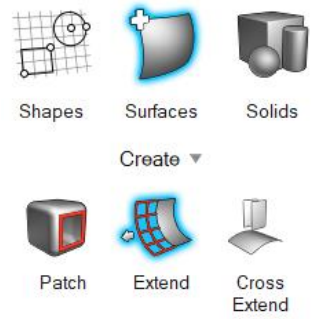




Geometría: Arreglar y Validar

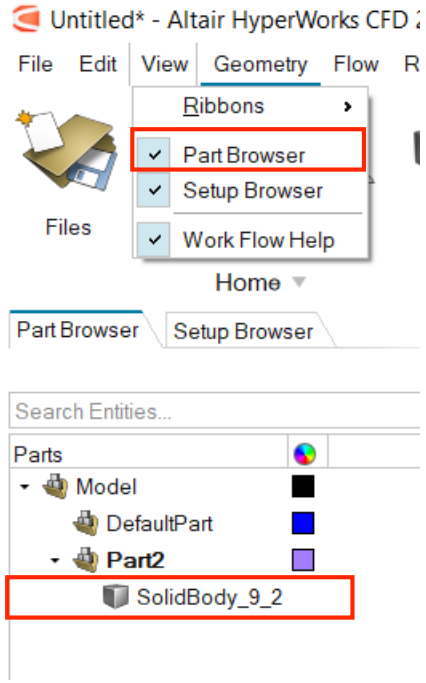
- En la cinta Geometry hay varias otras herramientas para arreglar la geometría o realizar modificaciones.





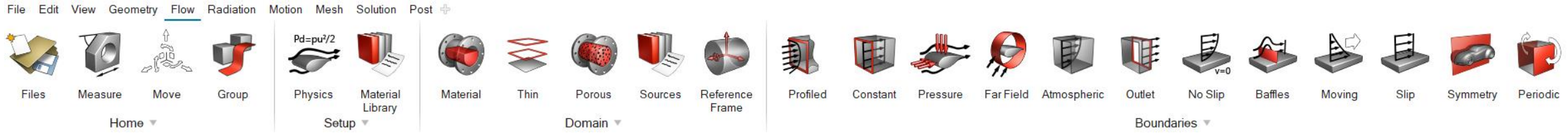
- La herramienta Split empleando planos para la partición permite crear superficies internas con nodos, útiles si se van a sacar resultados en planos interiores.
- Comprobar finalmente que la geometría sea válida para mallar (Tick azul sobre Validate) y que los sólidos del modelo sean los adecuados (View>>Part Browser (Tick activado) y comprobarlos en él)



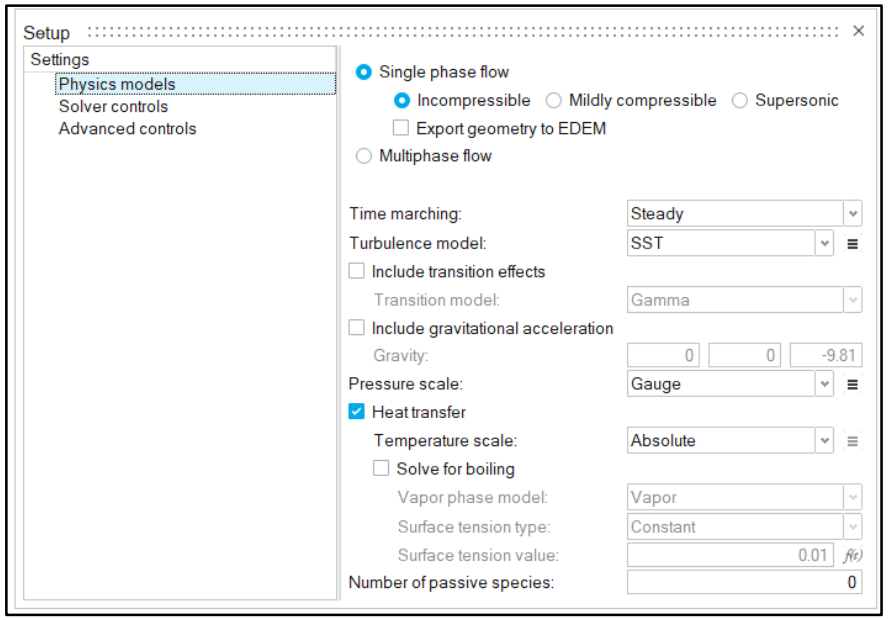


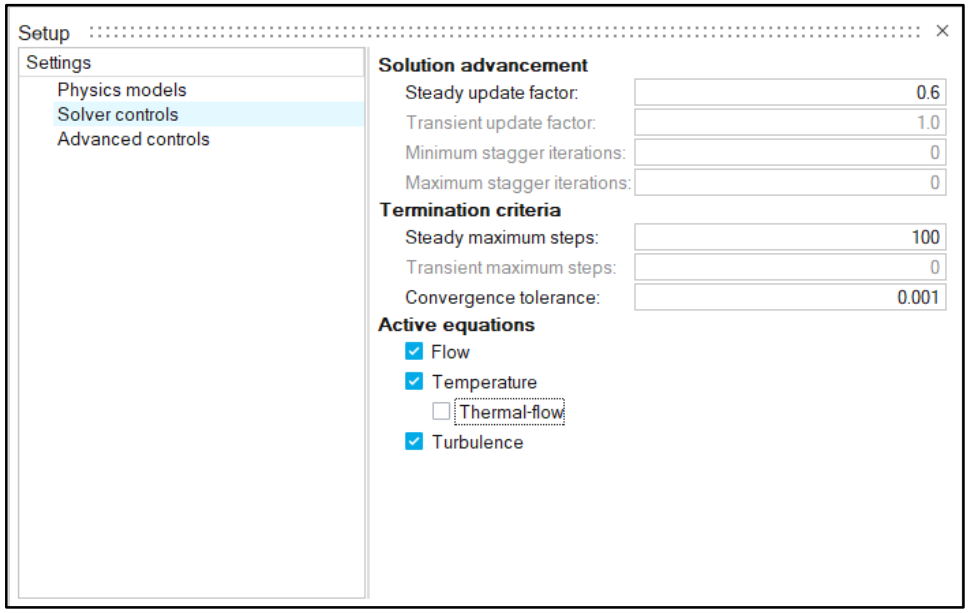
Flujo: Physics

- En la cinta Flow se crean y asignan los materiales y las condiciones de contorno.



- En Flow>>Physics, dentro del apartado Physics models, se selecciona el tipo de fluido (Incompresible, multifase…), tipo de análisis (Estacionario o transitorio), el modelo de turbulencia, si se busca calcular transferencia de calor y otras opciones del modelo.
- En Solver controls se seleccionan las ecuaciones activas para el análisis y los parámetros de aceptación de la solución.
- Para el codo de mezcla se seleccionan las siguientes opciones:

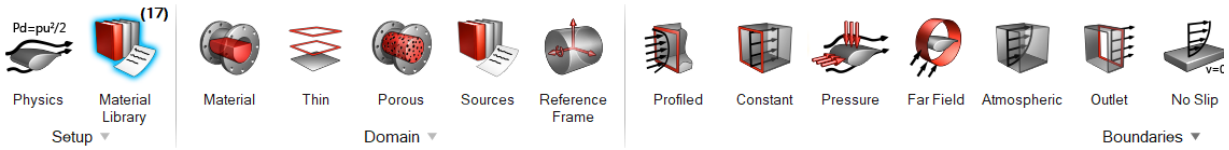


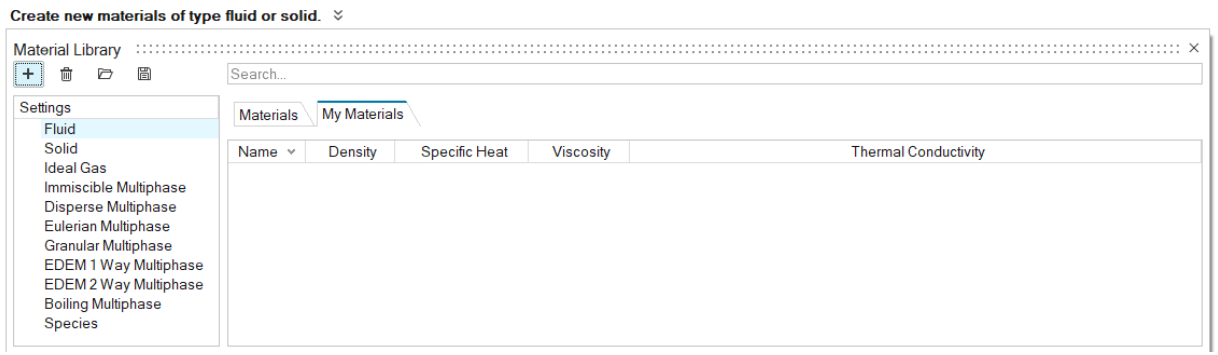


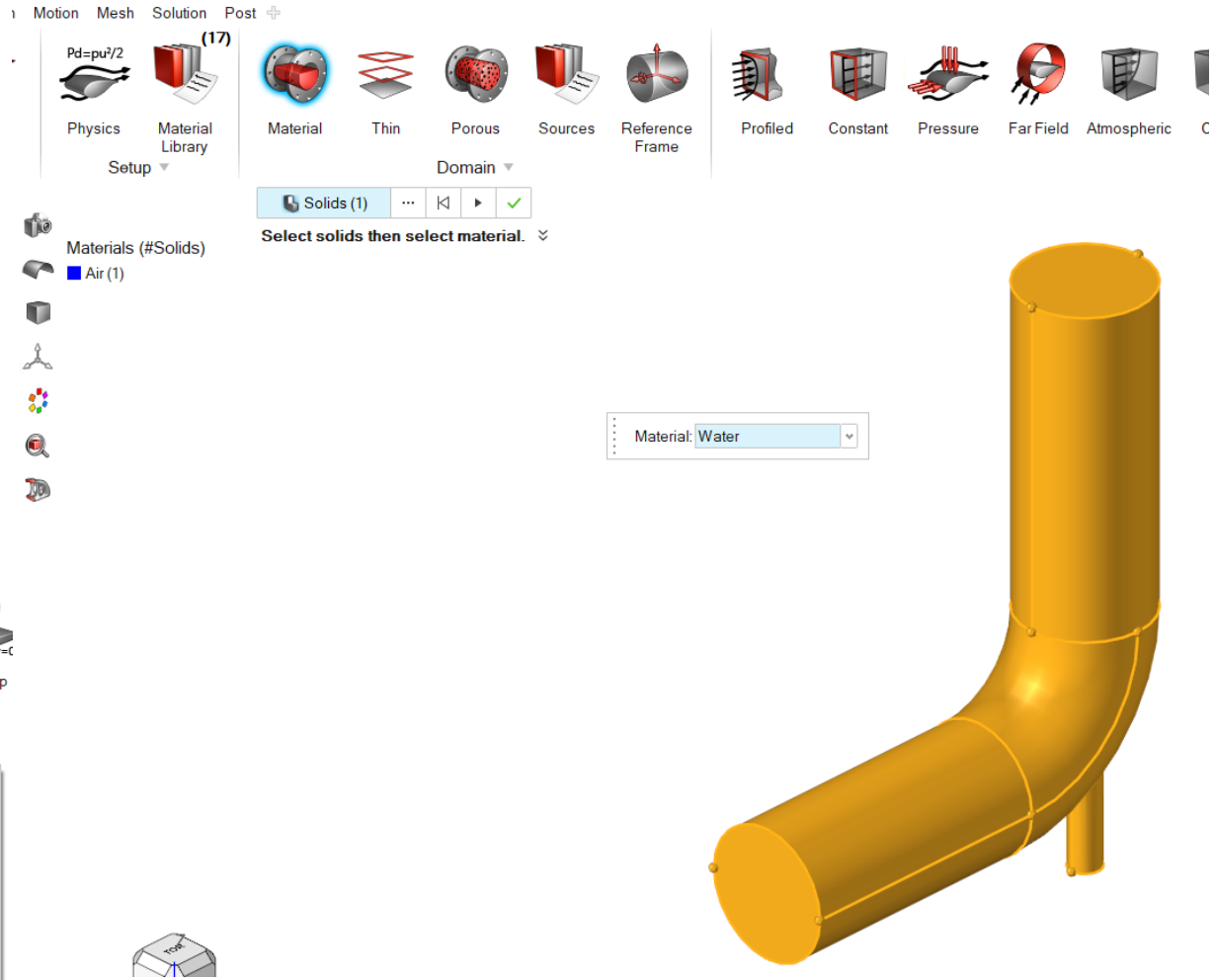
Flujo: Materials

- Desde Flow>>Material se asignan los materiales a los volúmenes creados, en este caso todo el codo es agua

- Si se quiere definir un material que no se encuentre en la librería de Acusolve se hace desde Flow>>Material Library seleccionando My Materials, pulsando el + e introduciendo los datos necesarios.

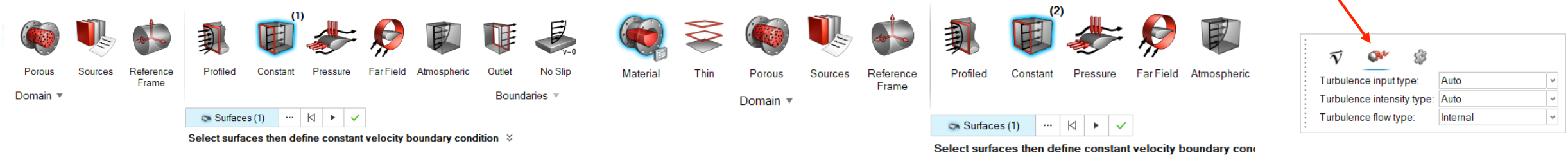


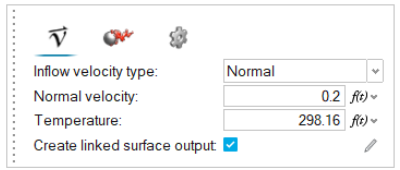


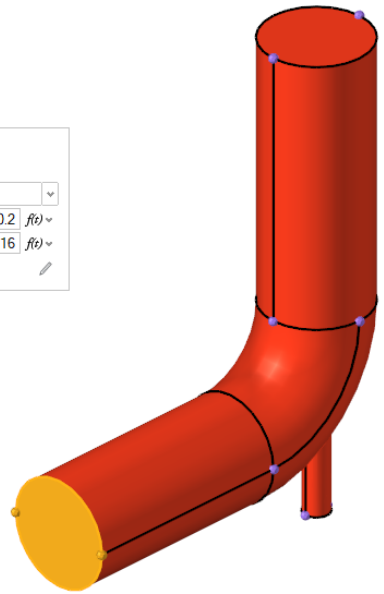


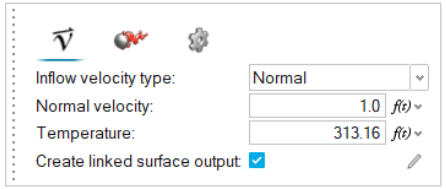
Flujo: Inlets

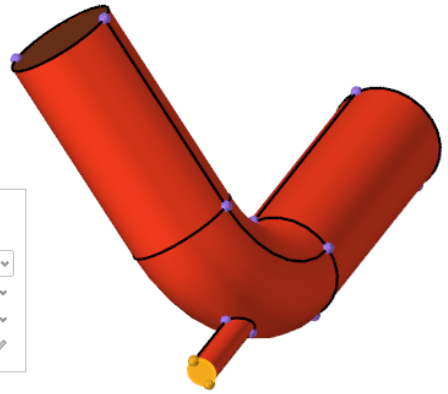
- Para definir las entradas de flujo se selecciona la opción constant inlet.
- Se selecciona Inflow velocity type: normal y se coloca la velocidad y temperaturas de entrada que son dato en este caso.
- En la pestaña de turbulencia se puede introducir un porcentaje de turbulencia (https://www.cfd-online.com/Wiki/Turbulence_intensity) seleccionando value en el segundo desplegable o directamente seleccionando automático para flujo interno/externo. En este caso se selecciona interno en ambas entradas.



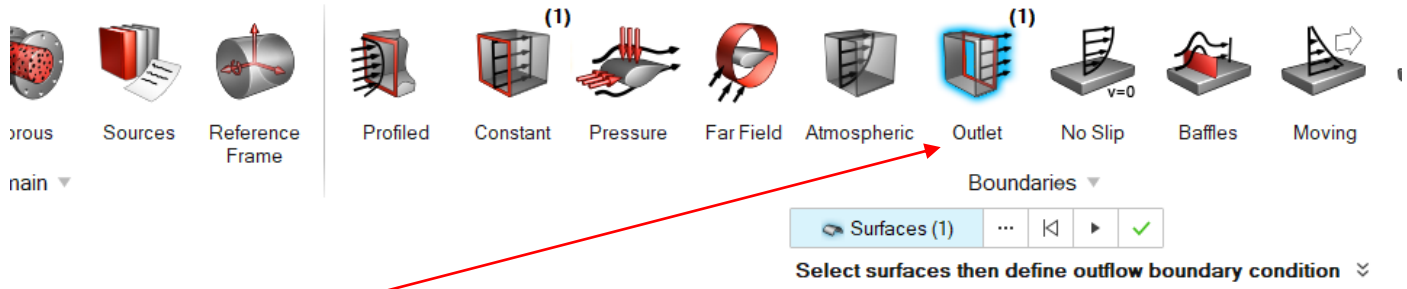


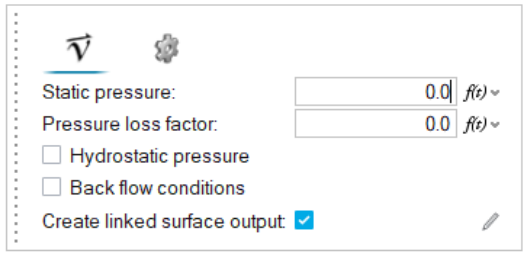


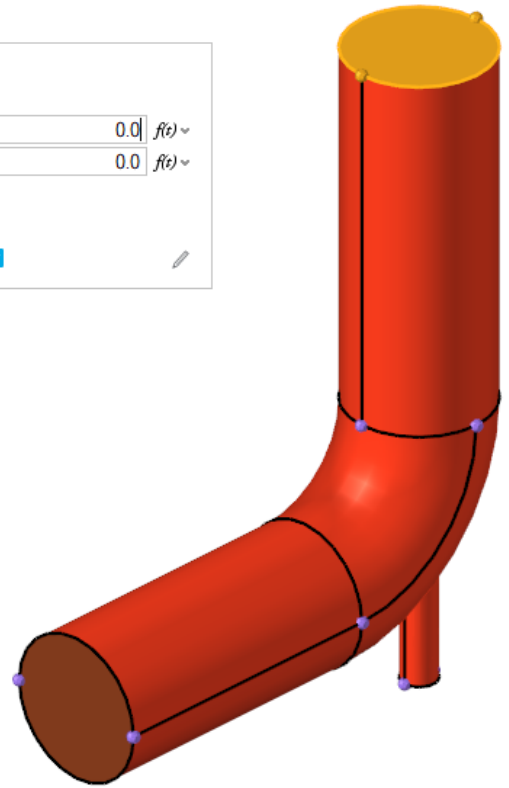




Flujo: Outlets



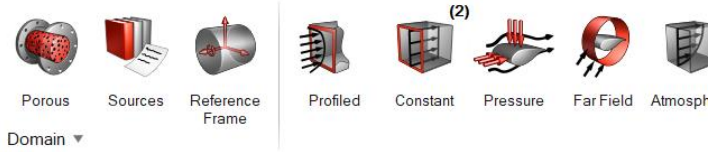


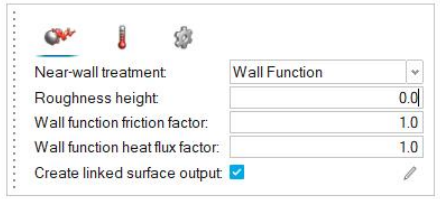


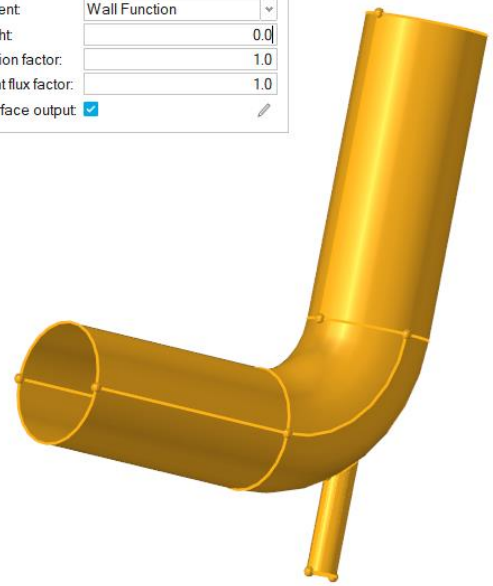
- Para definir el outlet se selecciona esta opción de la cinta y se escoge la superficie correspondiente.
- Según indica el enunciado se coloca presión estática nula en esta salida.

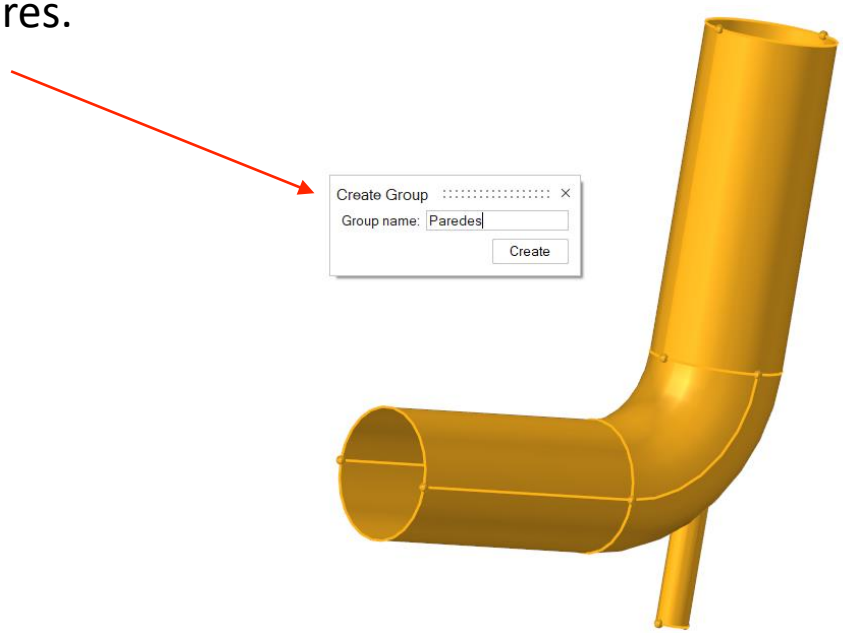
Flujo: Paredes

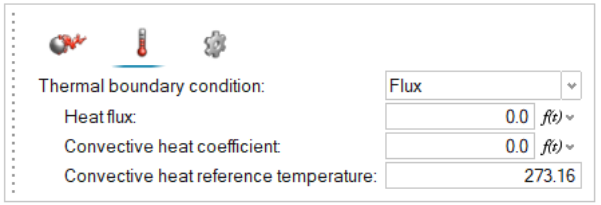
- Para definir las demás condiciones de contorno, es útil dejar las más numerosas para el final, ocultar los inlets, outlets, etc. y seleccionar las restantes arrastrando el ratón por la pantalla manteniendo pulsado. Para el ejemplo se usa No-Slip como BC.
- Las superficies se ocultan seleccionándolas directamente o en sus grupos y pulsando la tecla “h”. Para mostrarlas de nuevo se seleccionan y se pulsa “a”.
- Desde el menú de No-Slip se seleccionan las propiedades de flujo y térmicas correspondientes a la pared. Para el ejemplo se dejan como la imagen de la derecha.
- Con las superficies seleccionadas, conviene hacer click derecho>>Create Group y darle un nombre apropiado para seleccionar estas superficies más fácilmente en etapas posteriores.



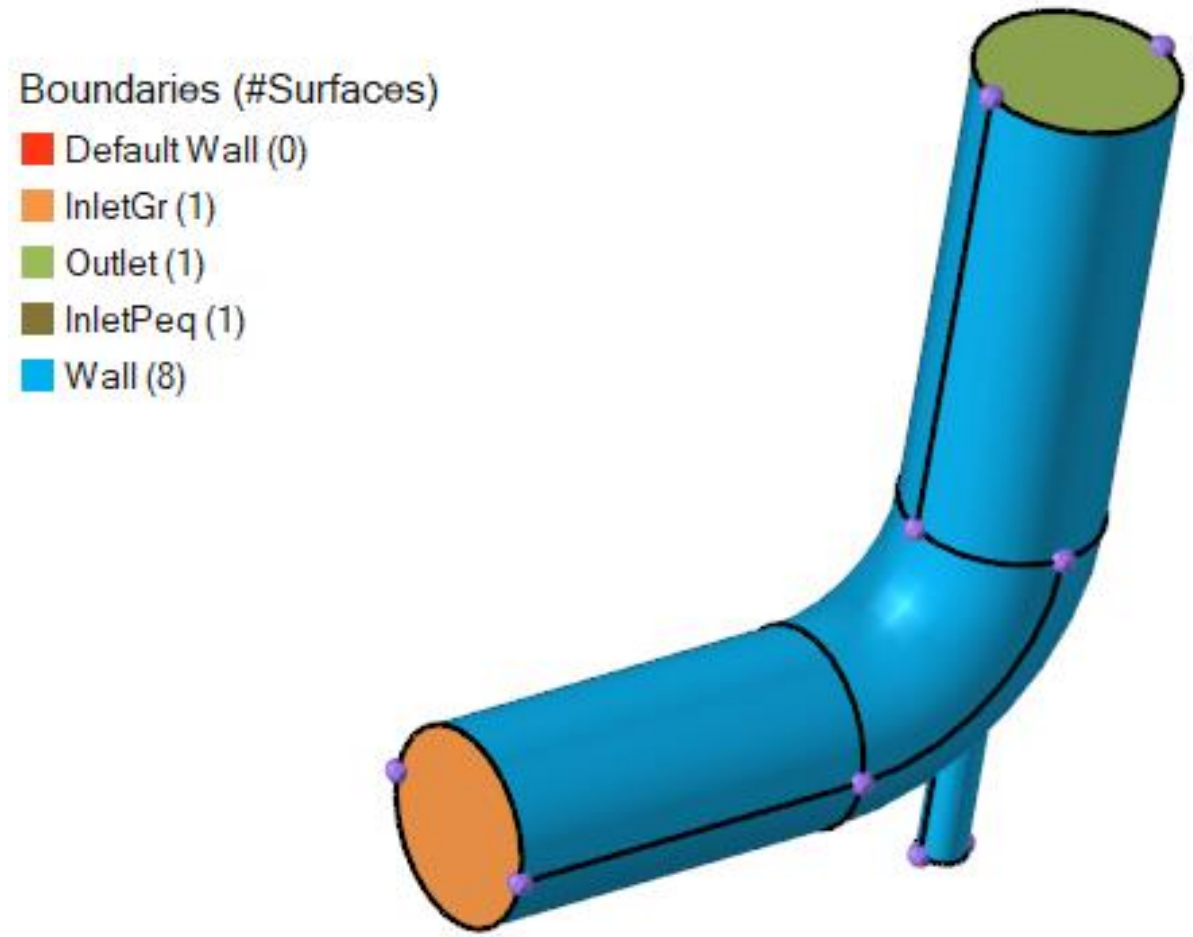






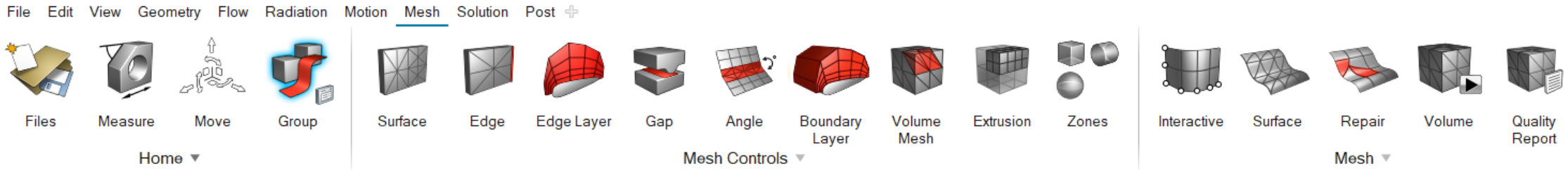


- Desde el Setup Browser (View>>Setup Browser con Tick Azul) se pueden ver las condiciones de contorno.
- Se pueden modificar haciendo click derecho sobre ellas y seleccionando Edit. También pueden renombrarse pulsando Rename.
- Si se pulsa Edit y después Esc una vez se obtiene el esquema por colores de la derecha, útil para comprobar la asignación.
- Si alguna superficie no tiene asignada condición se encuentra en Default Wall. Por defecto Hyperworks CFD trata las paredes exteriores como No-Slip y las interiores sin BC (El flujo las ignora).

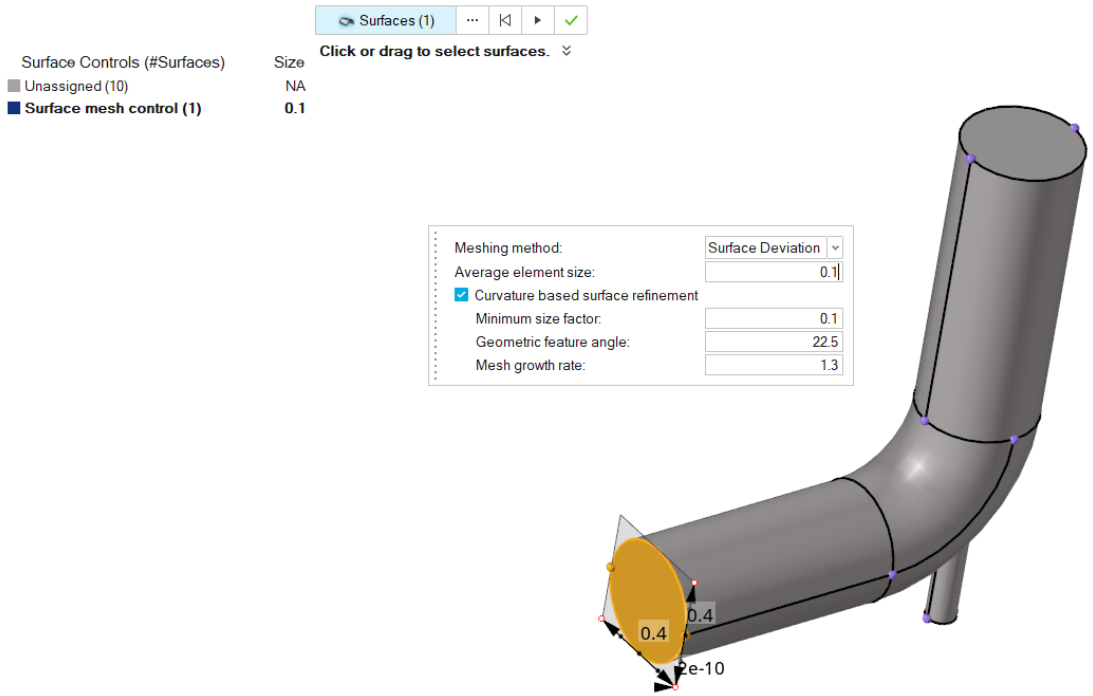


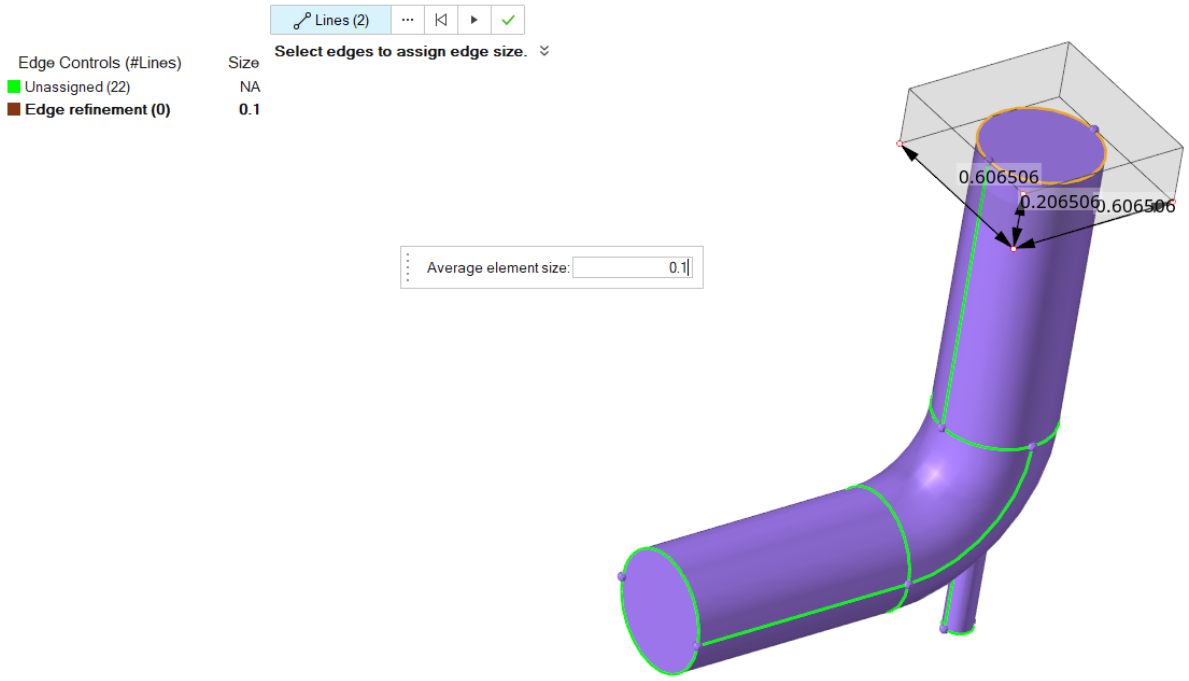
Mesh: Mesh controls

- En la cinta Mesh se definen los controles del mallador y se genera la malla de elementos 3D.



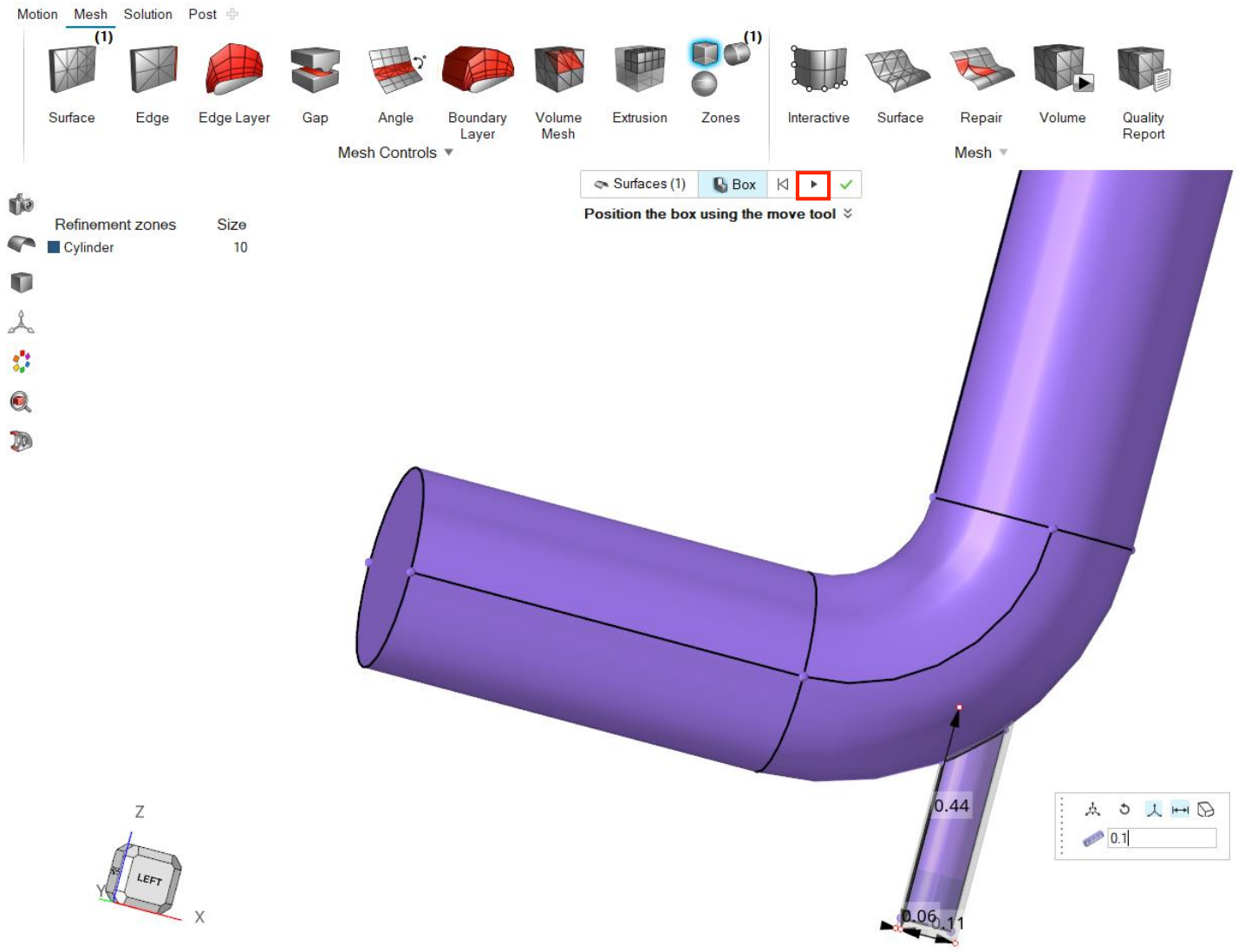
- Las herramientas Surface y Edge de Mesh Controls permiten definir el tamaño de elemento medio en superficies y bordes donde por ejemplo se quiera tener una malla más fina que en el resto del dominio.





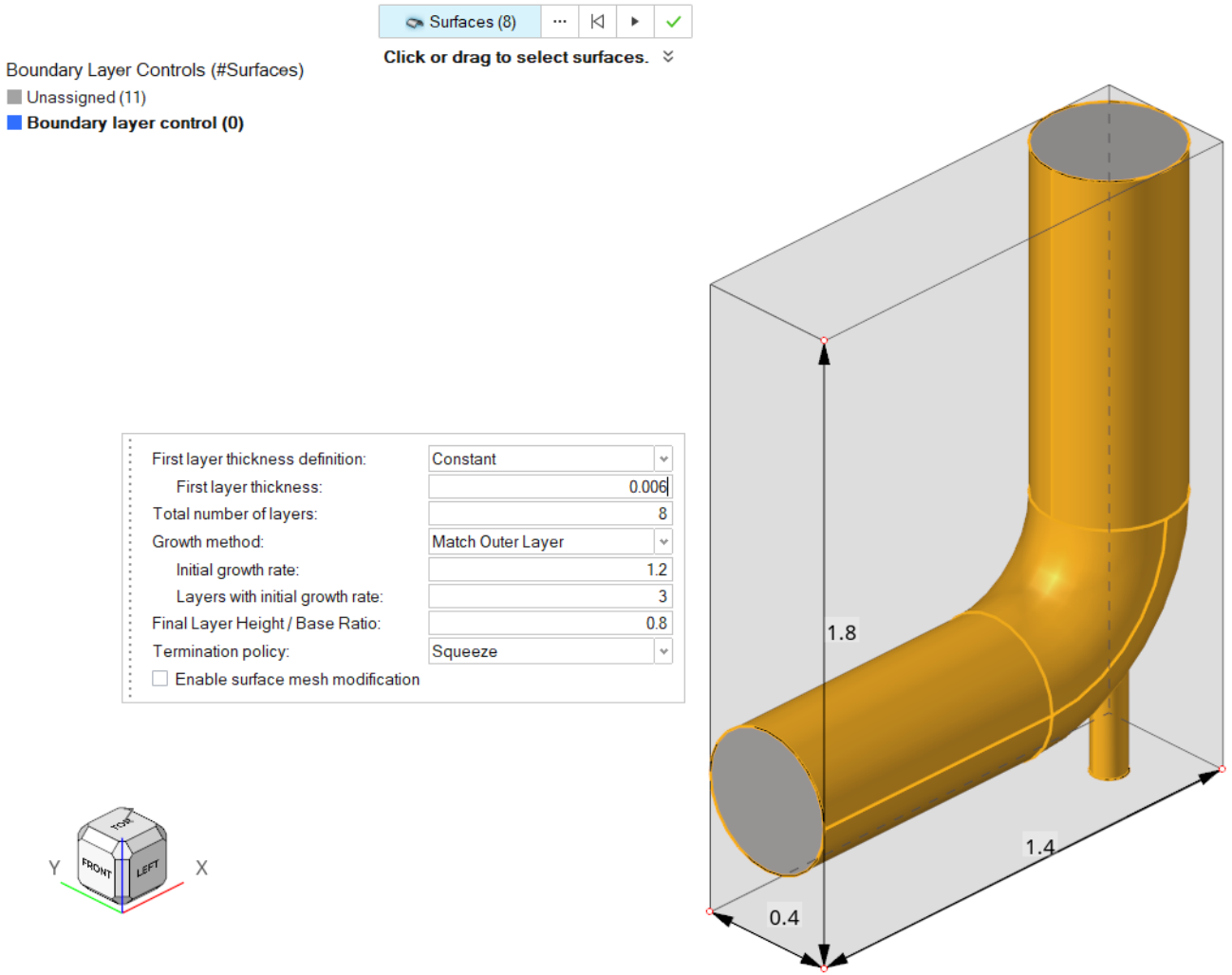
Mesh: Refinement zones

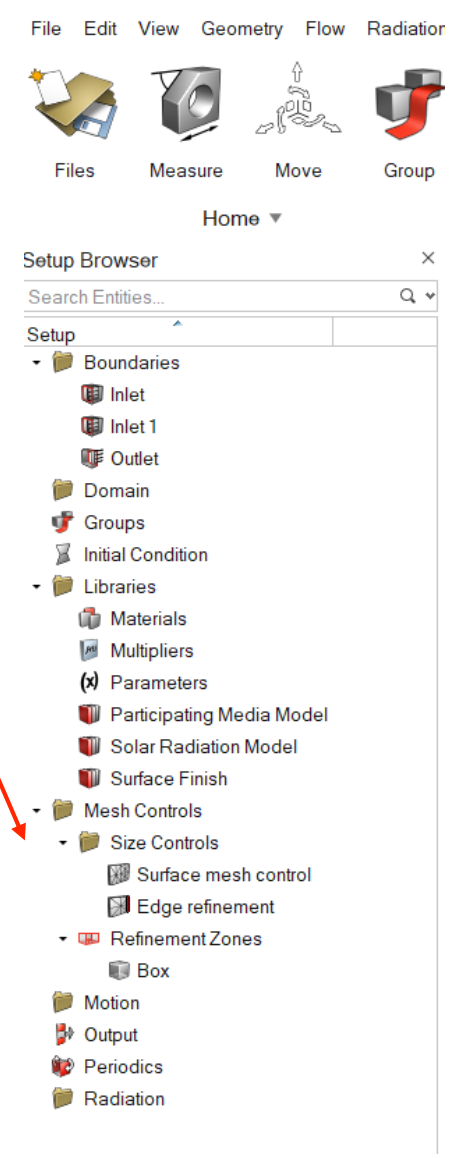
- La herramienta Zones de Mesh controls permite definir volúmenes donde se quiera refinar la malla, definiendo un tamaño de elemento en la región.
- La zona a refinar puede definirse a partir de superficies que la limitan o moviendo los límites manualmente.
- En la interfaz actual, para crear la zona hay que pulsar en la flecha negra (Recuadro rojo) antes de dar al tick verde.
- Haciendo doble click en size puede modificarse posteriormente el tamaño de elemento en la zona.



Mesh: Boundary Layers

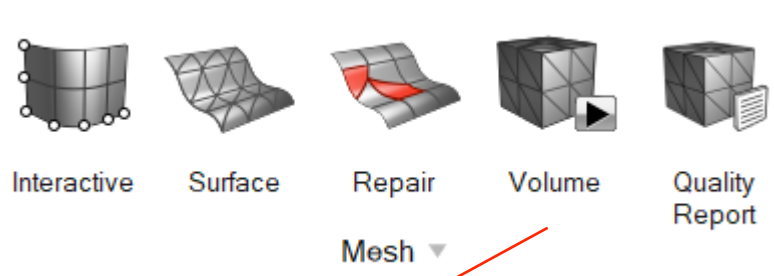
- La herramienta Boundary Layers de Mesh Controls permite definir el mallado de la capa límite con un espesor y número de capas. En este caso trabajaremos sin ella.
- El conjunto de mesh controls definidos para el análisis puede comprobarse en el Setup Browser

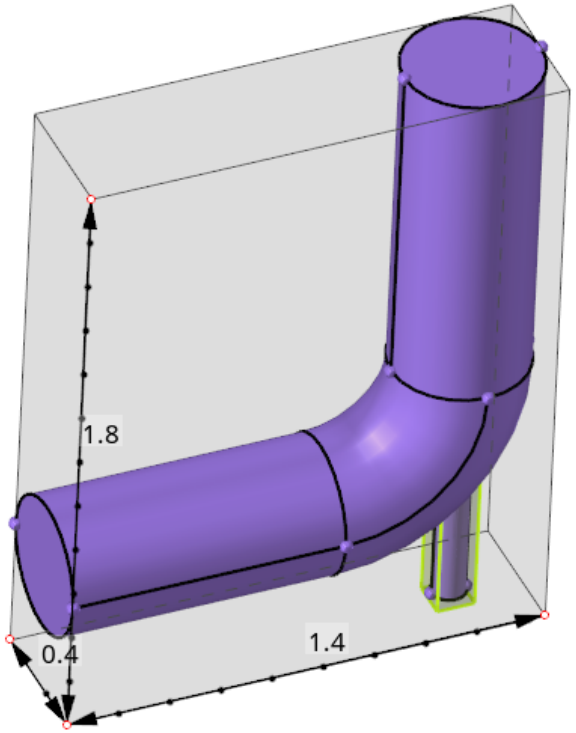


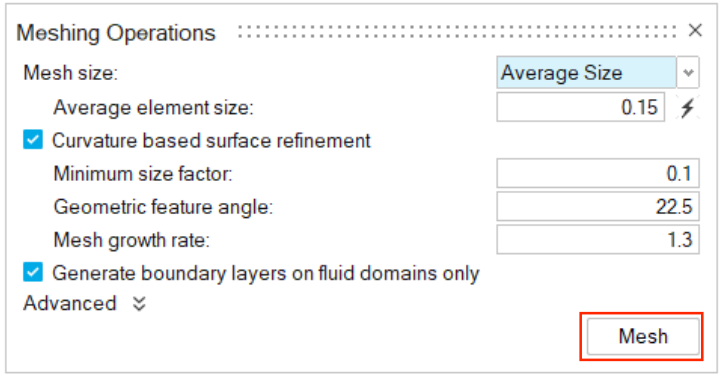


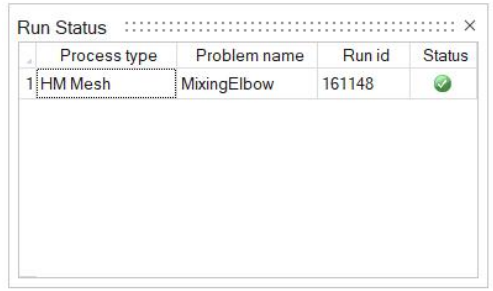
Mesh: Volume mesh

- Una vez definidos los mesh controls que se consideren se selecciona Volume en el apartado Mesh y se selecciona el tamaño de elemento medio para las regiones sin control de malla especificado.
- Se pulsa Mesh para generar la malla.
- **Importante:** Para modificar la malla después de crearla, se debe antes eliminar la previa pulsando las X rojas que aparecen sobre las herramientas Volume y/o Surface.



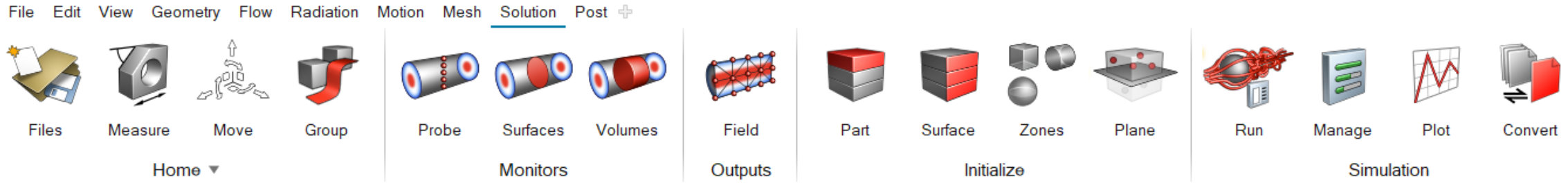




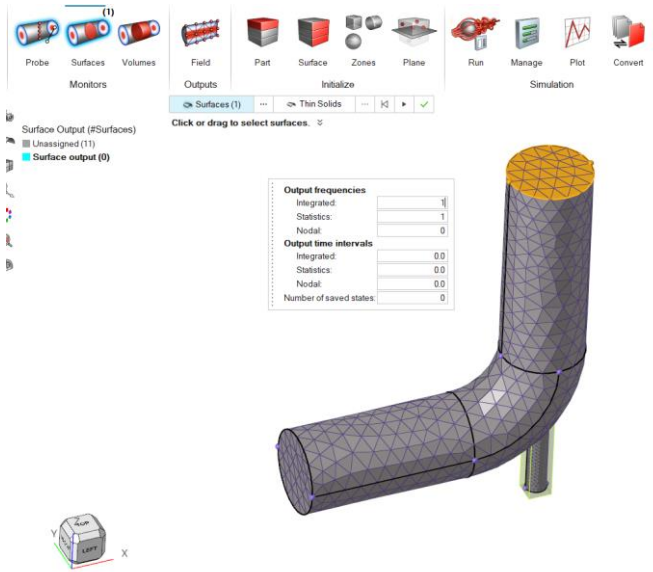


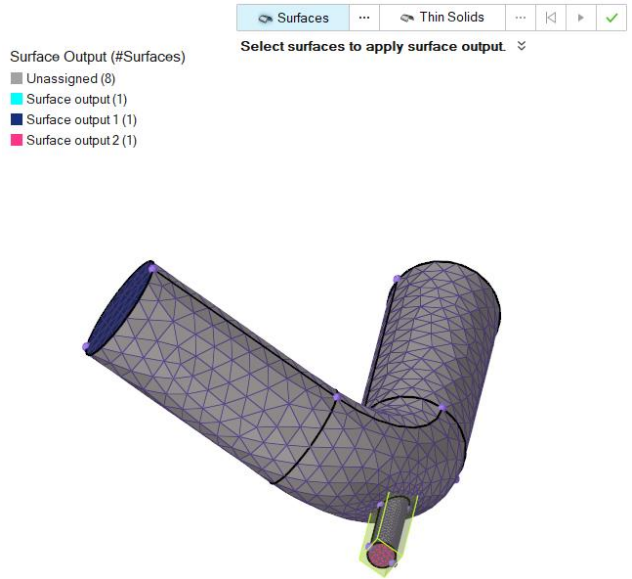
Solution: Monitors

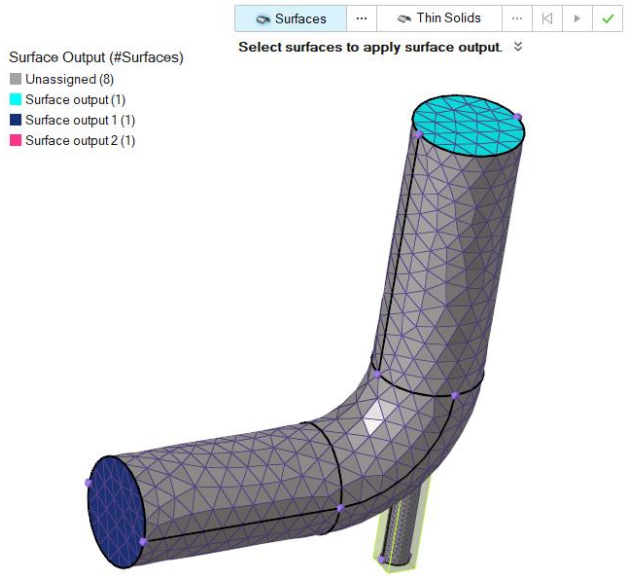
- En la cinta Solution se introducen las condiciones iniciales si se requieren y se especifican parámetros de los resultados a obtener.



- Las herramientas en Monitors permiten definir puntos, superficies y volúmenes donde se quieran obtener resultados promediados y/o integrados. En el problema se seleccionan los inlet y oulet. Estas se pueden editar desde el Setup Browser.

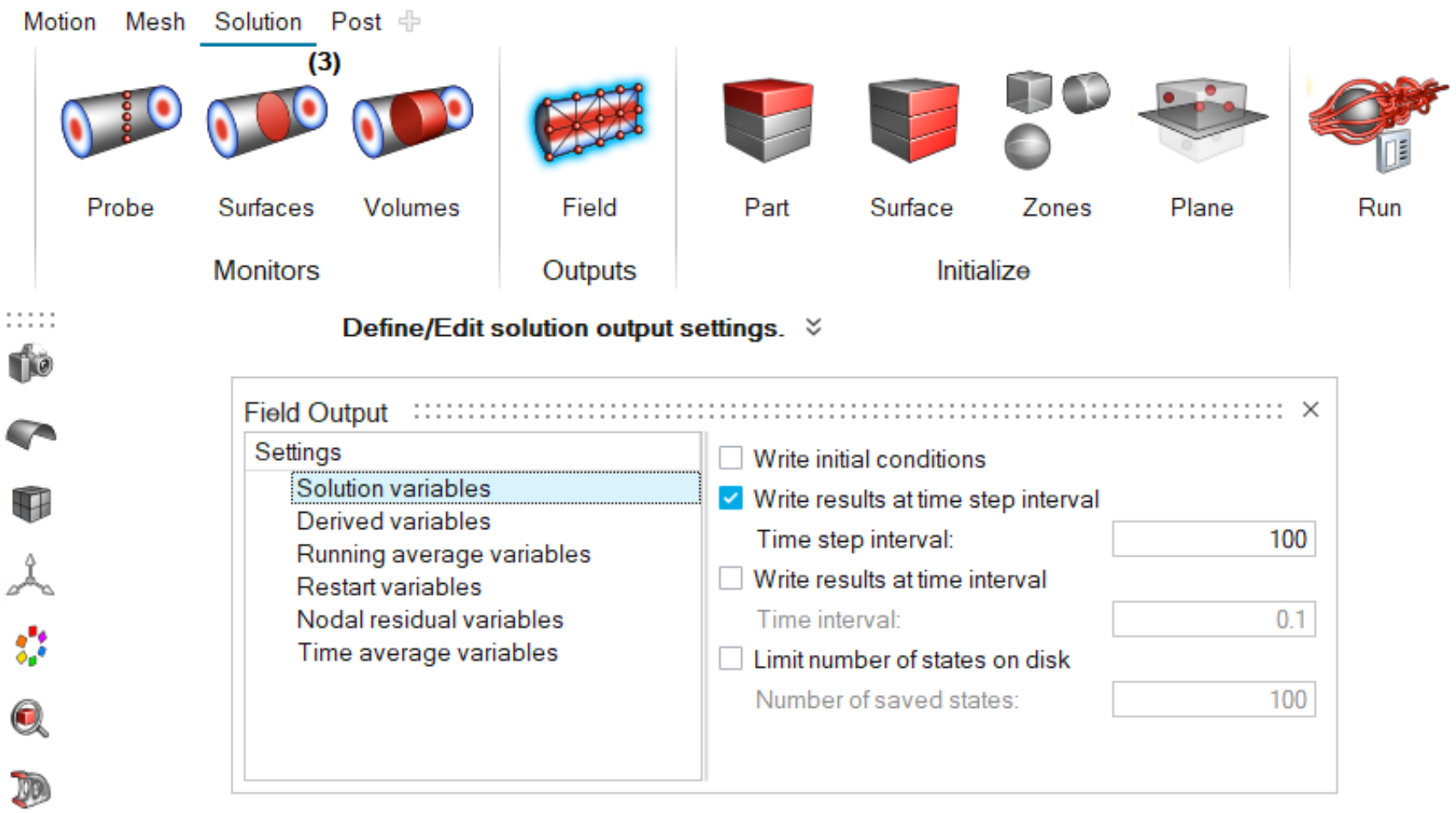






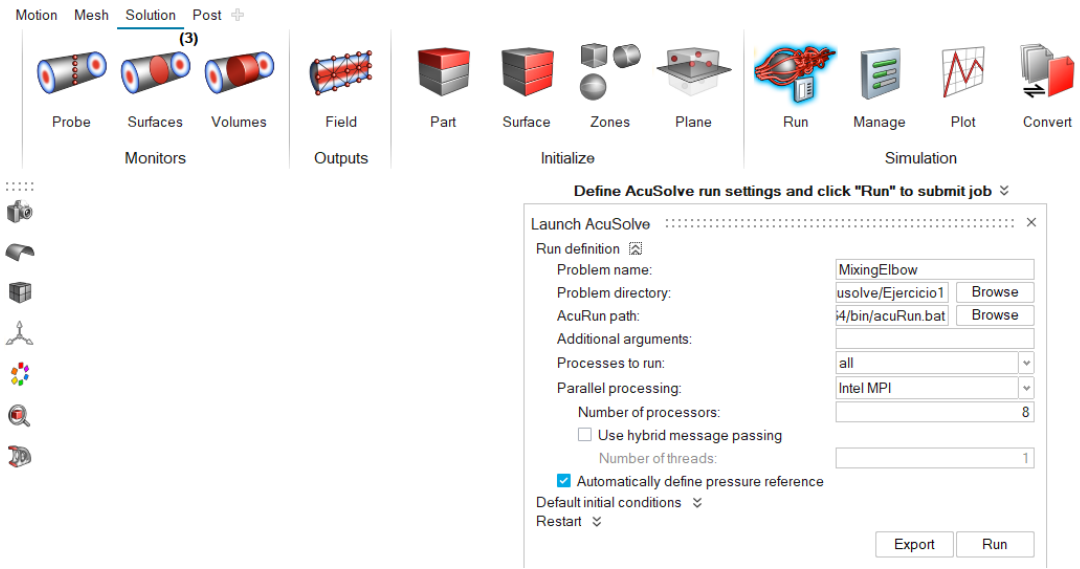
Solution: Outputs Field

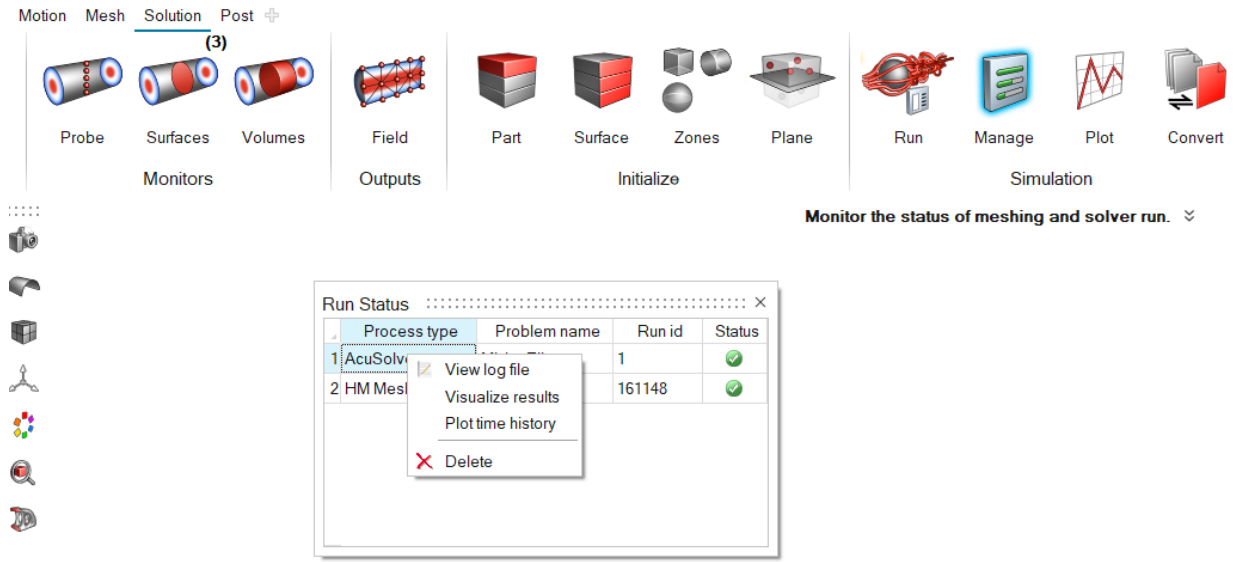
- En la herramienta Outputs>>Field pueden definirse los intervalos de escritura de los diferentes resultados.
- Para el ejemplo se pueden dejar los valores por defecto.



Solution: Run y Export

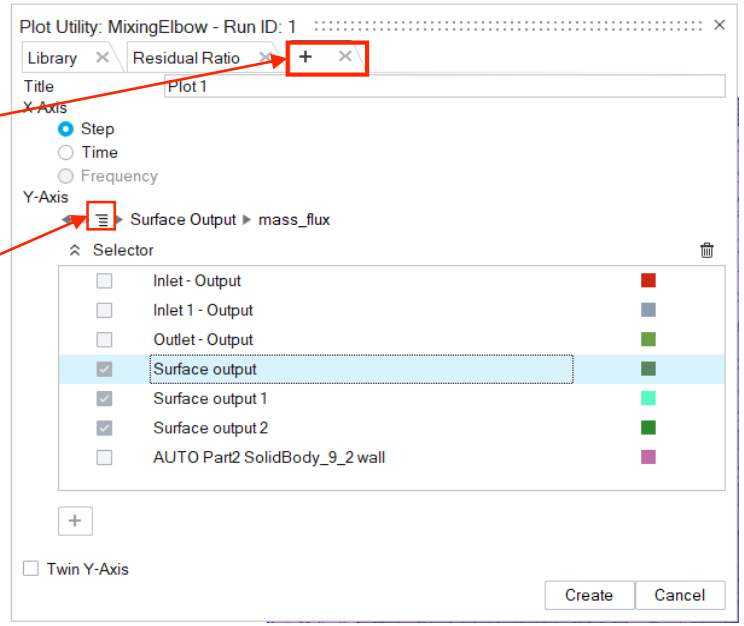
- Seleccionando la herramienta Run se accede al lanzador de la interfaz. En Problem Name se introduce el nombre que llevarán los archivos generados en la simulación.
- Problem Directory es la carpeta donde se generarán los resultados y Acurun Path es el camino absoluto al archivo acuRun.bat de la instalación.
- En Parallel processing se selecciona Intel MPI y debajo el número de procesadores que se quieran emplear.
- También pueden definirse aquí las condiciones iniciales por defecto en el conjunto de nodos donde no se hayan especificado previamente.
- Pulsar export genera el archivo .inp y la carpeta MESH.DIR necesarios para lanzar la simulación externamente. Pulsar Run comienza el análisis. Cuando este termina pueden cargarse los resultados en la pestaña Post desde el job manager con click derecho sobre la simulación>>Visualize results.





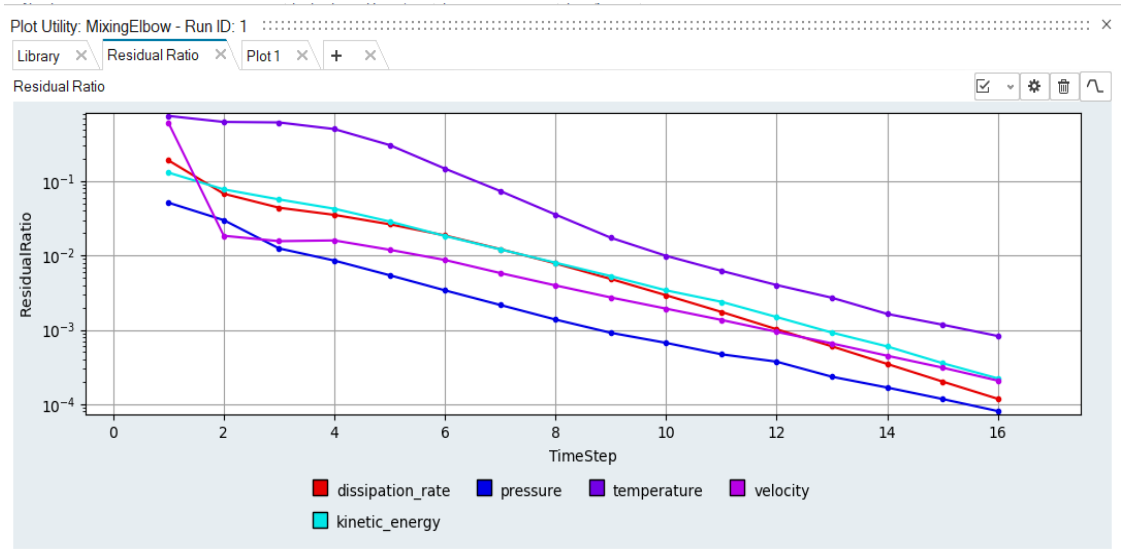
Solution: Plot

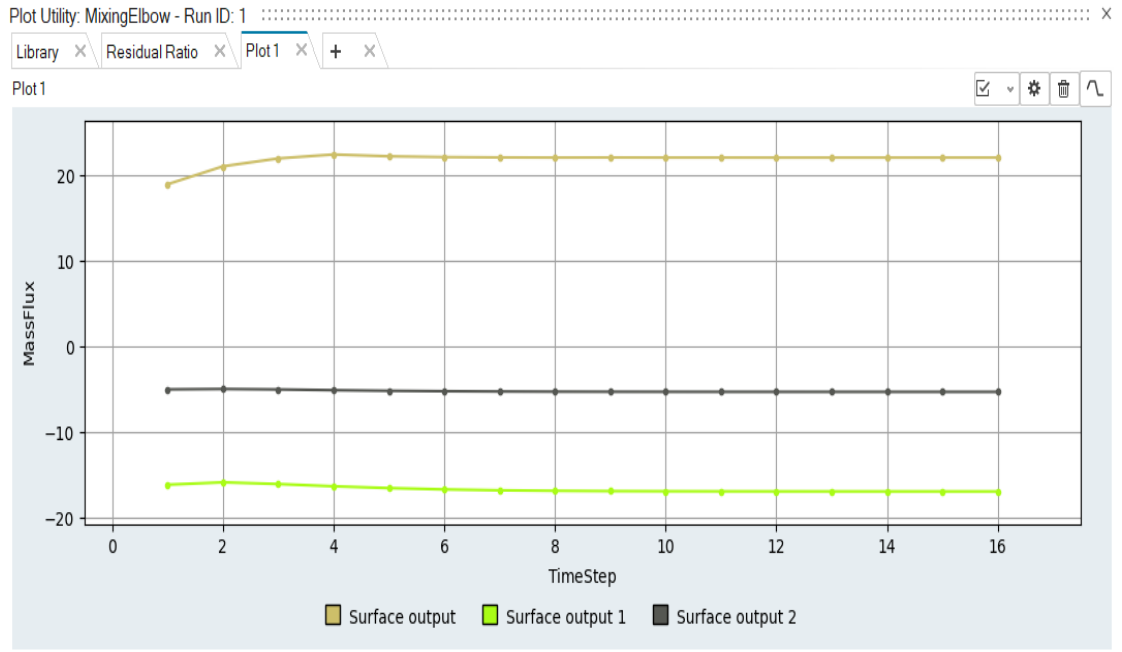
- En la herramienta Plot pueden verse los gráficos de convergencia y de resultados durante la simulación.
- Residual Ratio marca la desviación de las soluciones respecto a las ecuaciones del problema y Solution Ratio marca la variación relativa de la solución en cada paso de tiempo, para comprobar su estabilidad.
- Desde esta pestaña también pueden generarse gráficas de magnitudes medias e integradas en superficies monitorizadas, por ejemplo el flujo másico en inlets y outlets para comprobar su estabilidad y el balance másico del conjunto.



Nuevo Plot

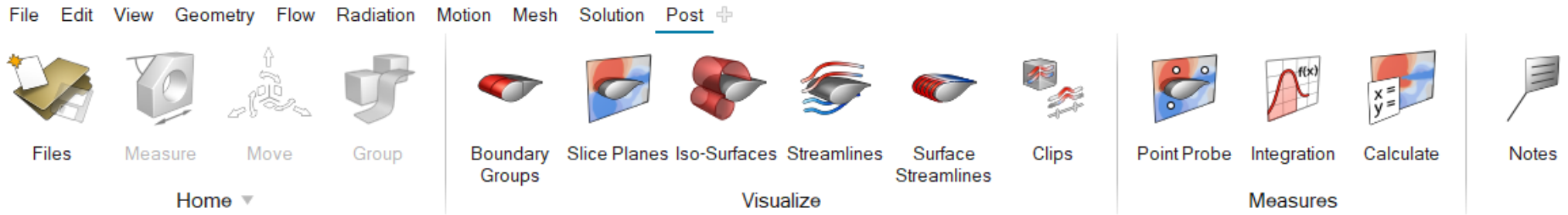
Lista de variables disponibles





Post: Cargar resultados

- En la pestaña Post se encuentran las herramientas para visualizar resultados de una simulación:



- Para cargar resultados se selecciona el icono de la carpeta en la cinta o File>>Open>>Results y se escoge el archivo .log generado en la simulación. Este llama a otros archivos generados en la carpeta de la simulación y en la subcarpeta ACUSIM.DIR, que deben encontrarse en su ubicación.
- Al abrir el .log se pueden visualizar directamente resultados en las superficies haciendo click derecho sobre ellas en el Post Browser y seleccionado Edit. Se pueden hacer plots de contorno y plots de vectores entre otras posibilidades. Estas opciones son las mismas que en los Slice Planes y se explican a continuación.

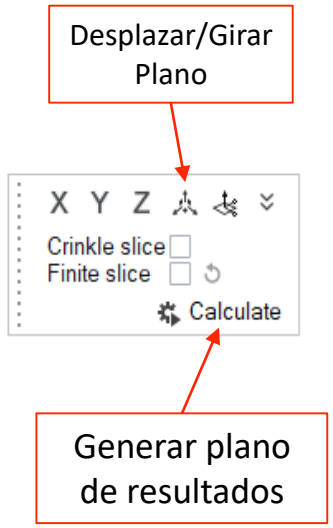


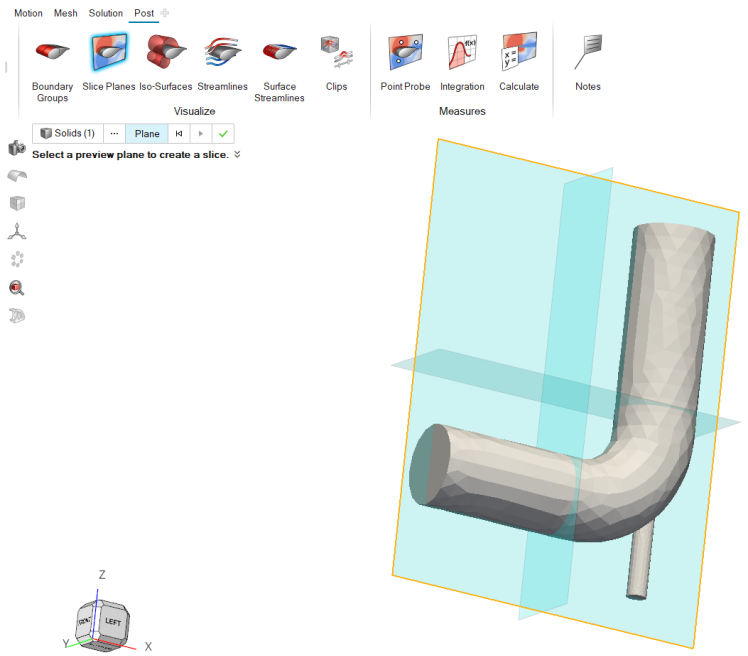


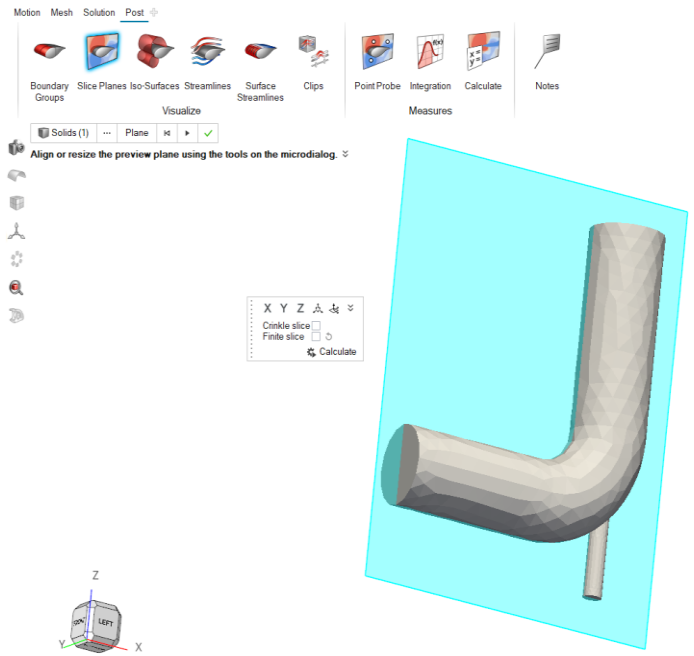
- Para guardar resultados de visualización asociados al .log puede emplearse File>>State>>Save State y Open State para abrirlos posteriormente

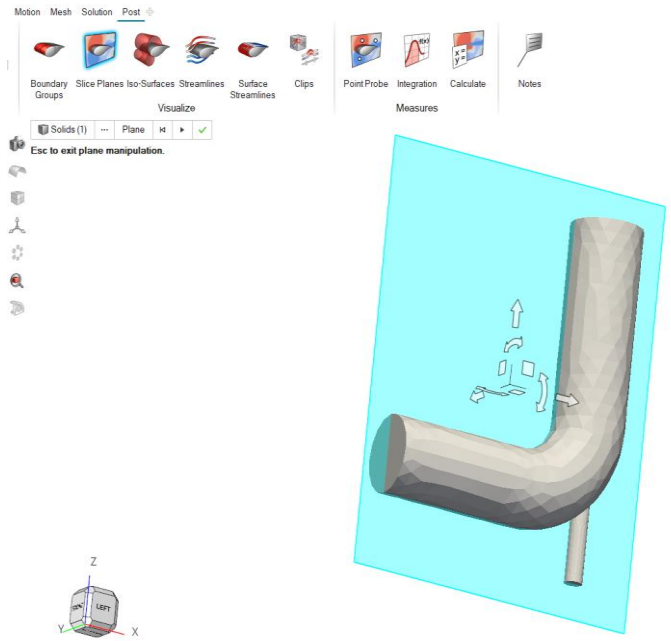
Post: Surfaces y Slice Planes

- La herramienta Slice Planes permite sacar cortes para visualizar resultados en superficies no definidas en el pre-proceso. Para el ejemplo seleccionar el plano medio de las imágenes.
- Los planos se definen a partir de los que propone el software seleccionando las opciones de la barra superior, desplazando y rotando el plano como se desee y después pulsando el botón Calculate (Para salir del movimiento de los planos, pulsar Esc dos veces).
- Al igual que en las superficies, pulsando Edit sobre ellos en el Post Browser pueden cambiarse los resultados mostrados.
- Seleccionando sobre el Slice Plane click derecho>>Animate se genera una animación del plano barriendo el volumen en la dirección de su normal.



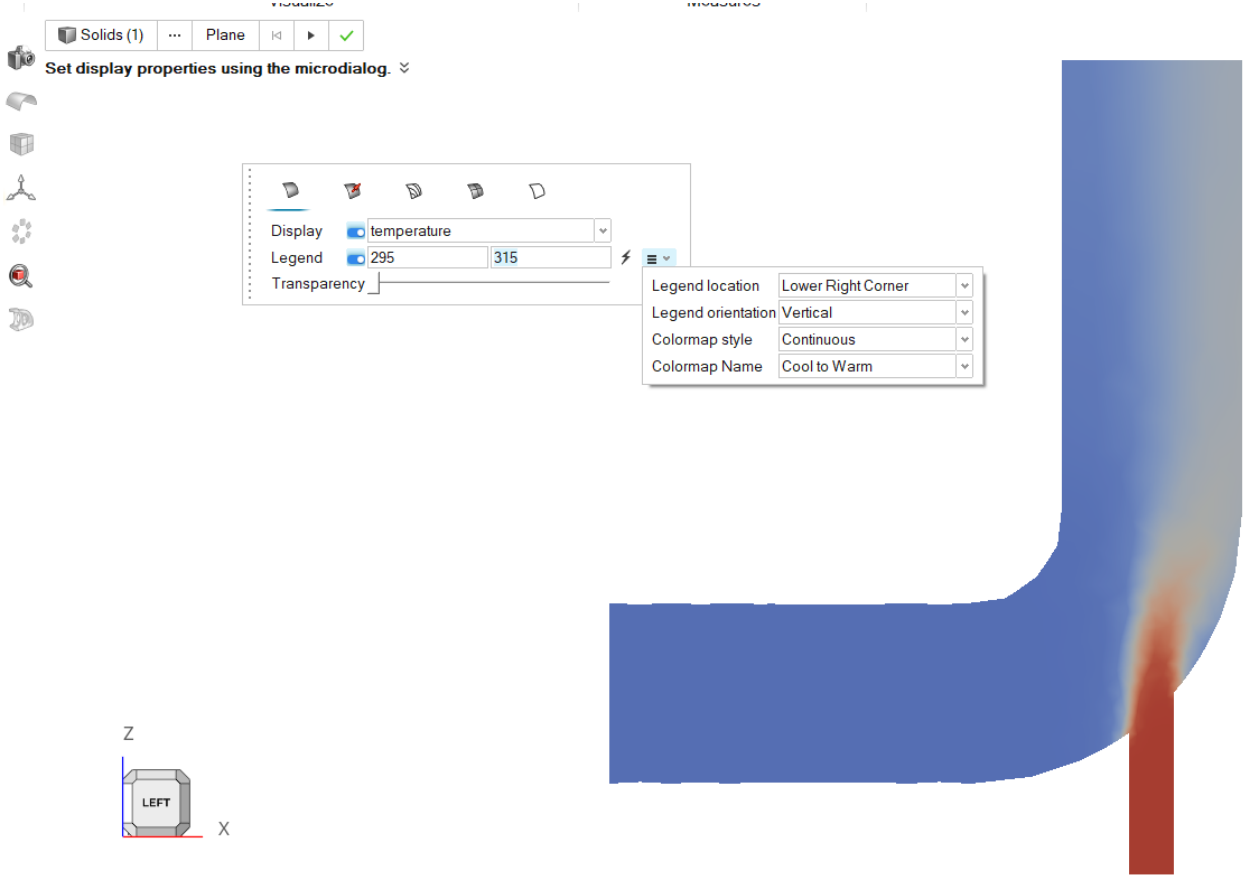


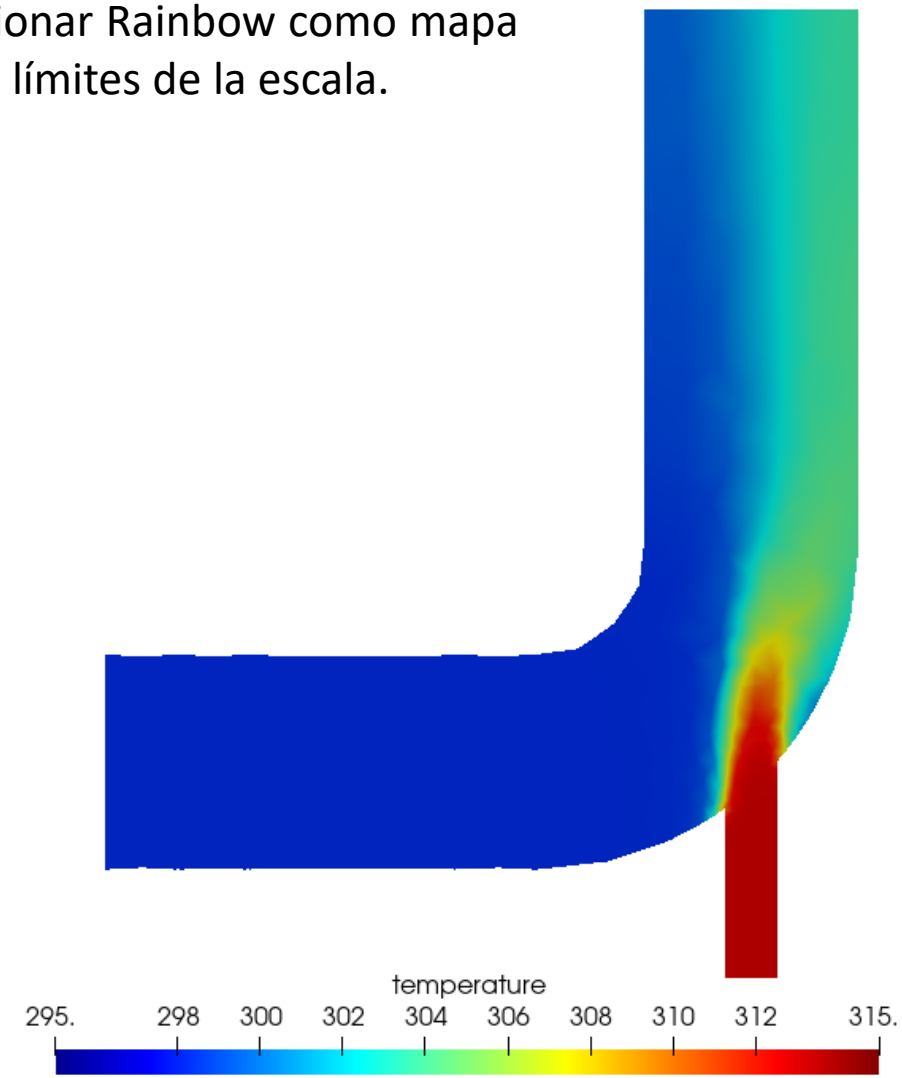




Post: Surfaces y Slice Planes

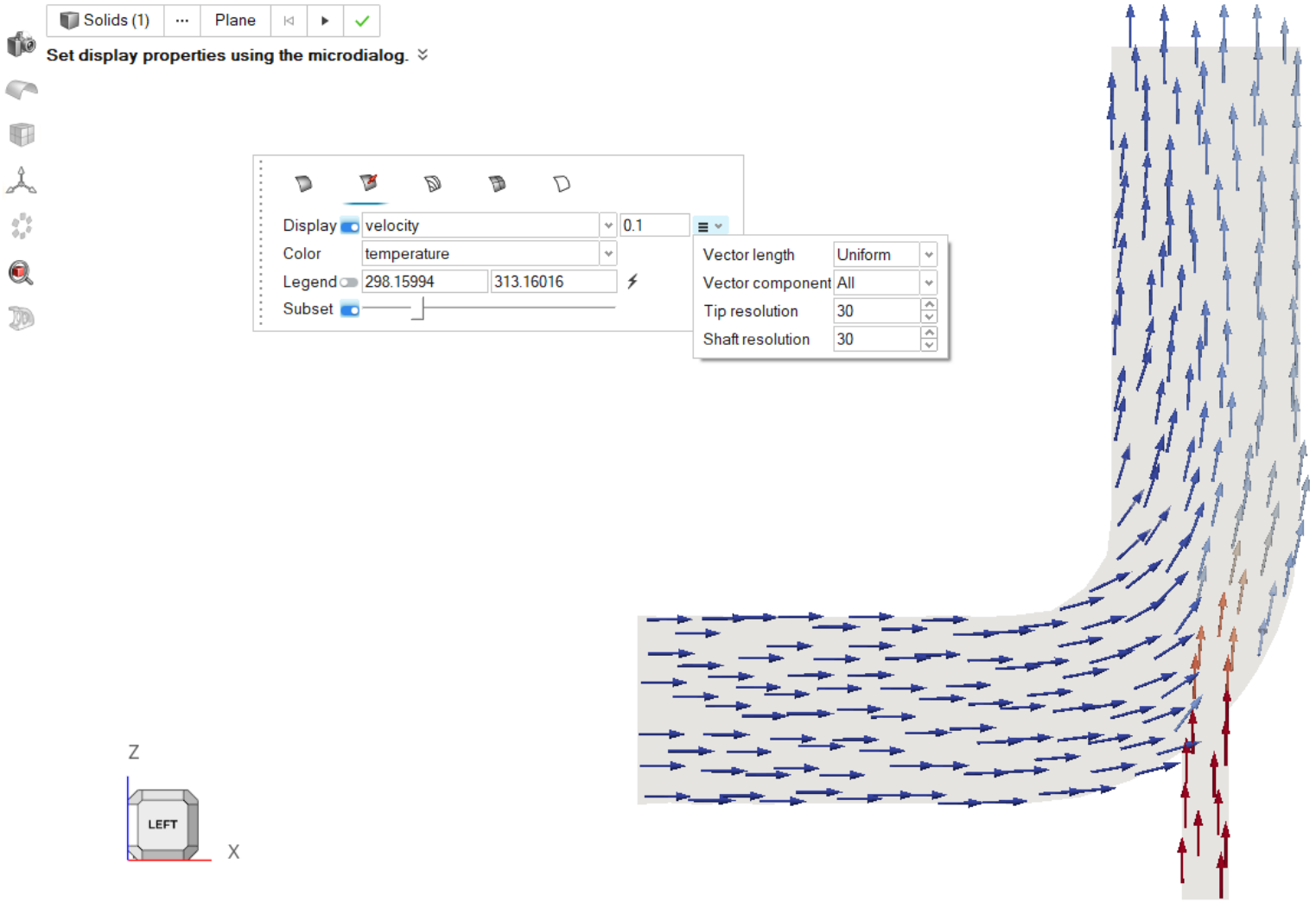
- En el plano seleccionado, escoger Temperature en Display y activar el selector al lado de legend.
- Para escoger el formato abrir el desplegable al lado de legend y seleccionar Rainbow como mapa de colores. El resto de opciones marcan la ubicación de la leyenda y los límites de la escala.





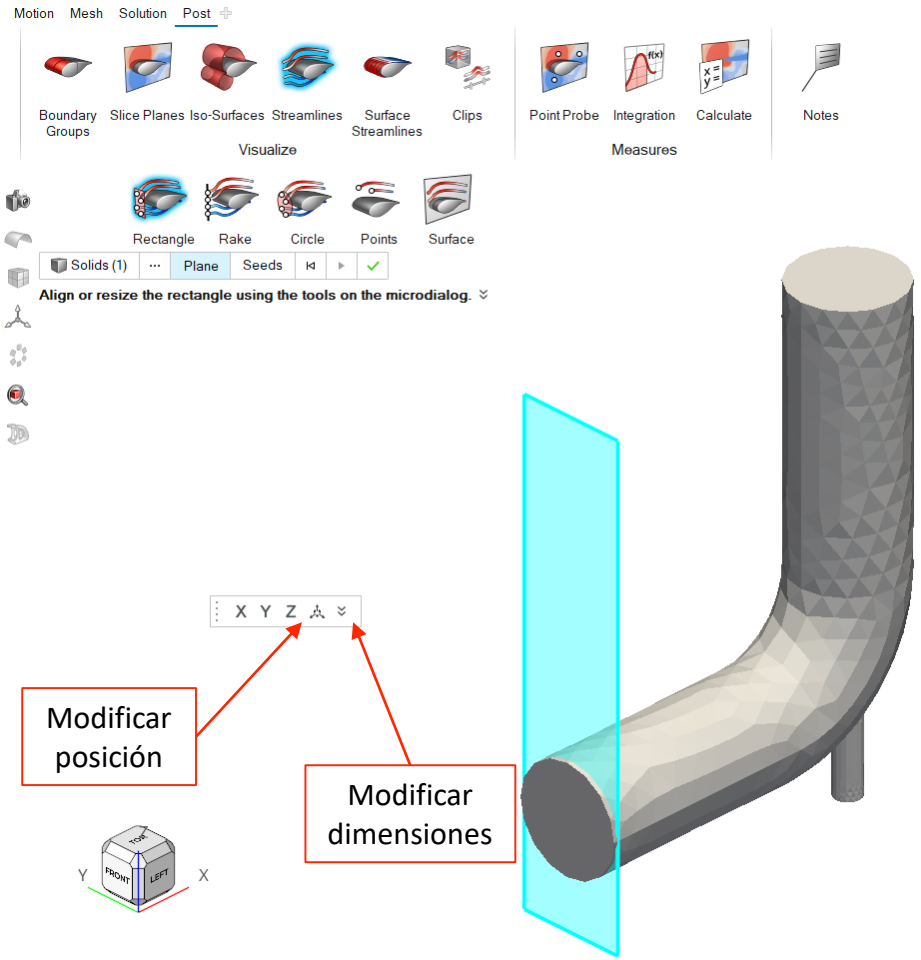
Post: Surfaces y Slice Planes

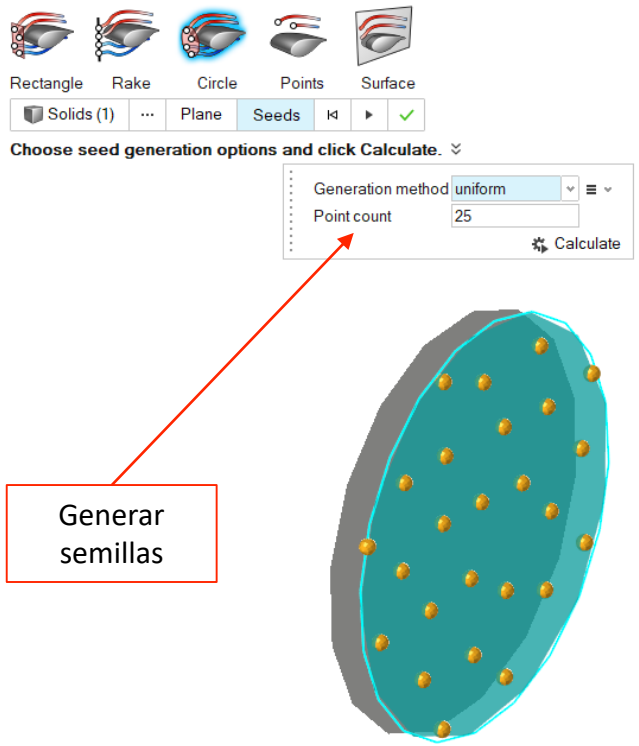
- Dentro del menú que aparece al seleccionar Edit, en la segunda pestaña se encuentran los plots de vectores.
- El más habitual es el de velocidad. Se debe escoger una escala adecuada con el factor que aparece al lado de velocity. Seleccionar vector length: Uniform ayuda a la visualización correcta.
- Color marca la variable usada para colorear los vectores.
- La opción subset es muy útil para elegir la cantidad de flechas representadas que suele ser excesiva.

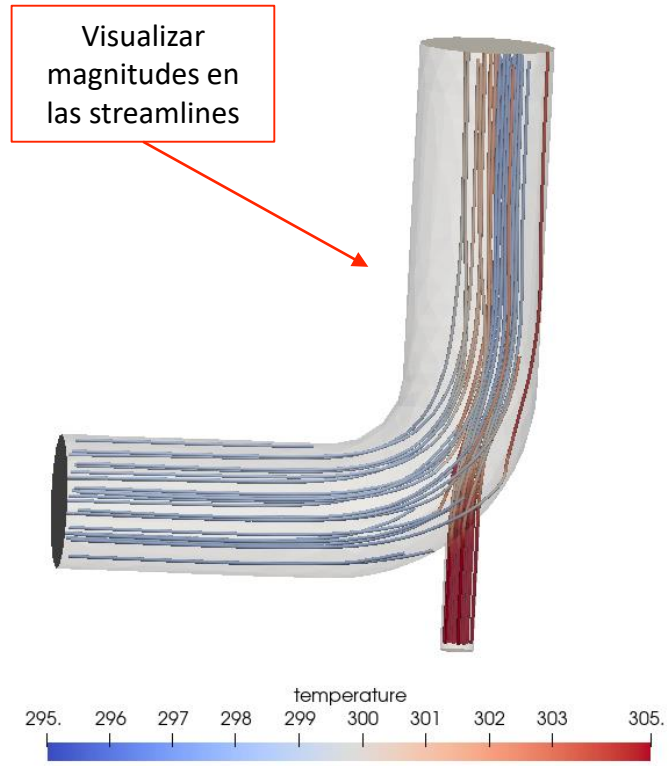


Post: Streamlines

- Una opción útil para visualizar el flujo son las streamlines. Desde su opción en la cinta de Post se puede elegir la geometría donde colocar las seeds, de las que parten las líneas. Se puede modificar la posición y dimensiones de la región.
- La distribución de seeds puede hacerse aleatoria, estructurada o manual.
- Desde el menú Edit seleccionándolas en el Post Browser pueden cambiarse las variables representadas y el mapa de colores.

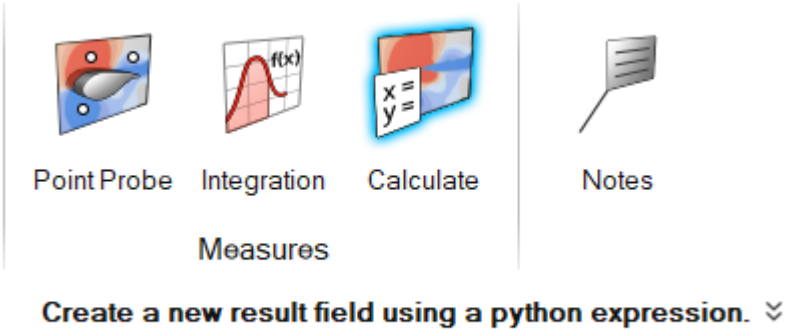


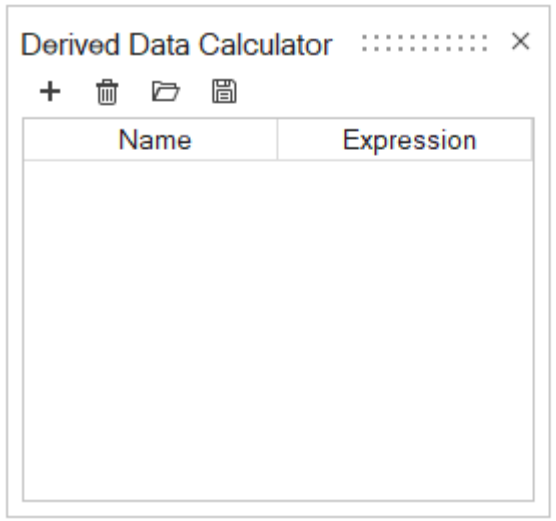


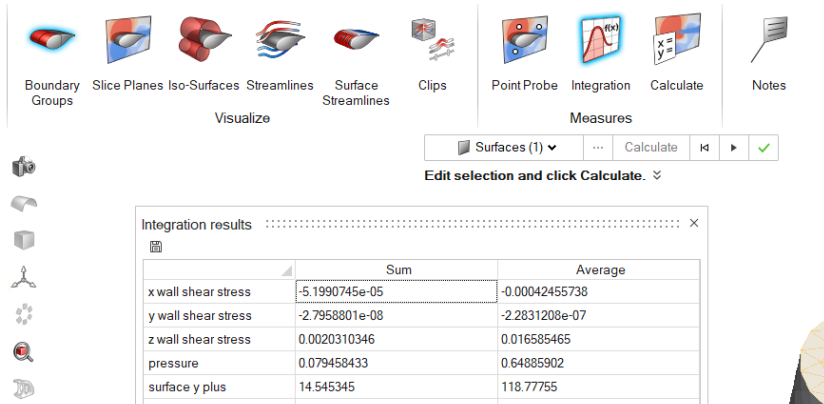


Post: Calculate e Integration

- La herramienta Calculate permite definir con expresiones en Python nuevas variables para visualizar a partir de las que proporciona el programa. Una vez definidas pueden seleccionarse en los mismos menús que las originales.
- La herramienta Integrate proporciona resultados de magnitudes medias e integradas sobre las superficies del modelo y las monitorizadas. Por ejemplo podría obtenerse la temperatura media de salida en el modelo.

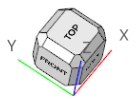


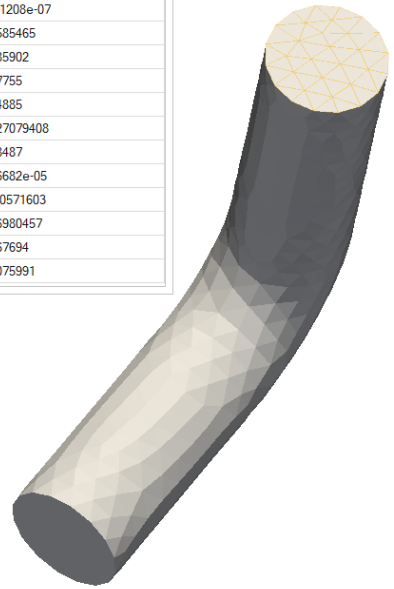




Integration results

	Sum	Average
x wall shear stress	-5.1990745e-05	-0.00042455738
y wall shear stress	-2.7958801e-08	-2.2831208e-07
z wall shear stress	0.0020310346	0.016585465
pressure	0.079458433	0.64885902
surface y plus	14.545345	118.77755
surface film coefficient	21.460746	175.24885
kinetic energy	3.3161092e-05	0.00027079408
temperature	36.919445	301.48487
dissipation rate	5.0461167e-06	4.1206682e-05
x velocity	-0.00049683458	-0.0040571603
y velocity	0.00020794047	0.0016980457
z velocity	0.022125463	0.18067694
eddy viscosity	0.0094386257	0.077075991





Estructura de archivos

- El modelo que contiene la geometría y las condiciones de la simulación se guarda como un .hm
- Al exportar el modelo se generan un .inp y la carpeta MESH.DIR necesarias para lanzar la simulación. El .inp podría editarse externamente para hacer cambios que no permite la interfaz.
- La resolución del problema genera los archivos .cnf, .echo, .log y la carpeta de resultados ACUSIM.DIR.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
ACUSIM.DIR	27/09/2022 16:20	Carpeta de archivos	
MESH.DIR	27/09/2022 16:20	Carpeta de archivos	
Acusim.cnf	27/09/2022 16:20	Archivo CNF	1 KB
HMMeshLog_161148	27/09/2022 16:11	Documento de texto	7 KB
MixingElbow.1.echo	27/09/2022 16:20	Archivo ECHO	23 KB
MixingElbow.1	27/09/2022 16:20	Documento de texto	74 KB
MixingElbow	27/09/2022 15:03	CATIA Part	150 KB
MixingElbow	27/09/2022 15:50	Altair Simulation Produ...	112 KB
MixingElbow	27/09/2022 16:20	Archivo INP	19 KB
MixingElbow.ss.inc	27/09/2022 16:20	Archivo INC	15 KB
MixingElbow.stp	27/09/2022 15:03	Archivo STP	23 KB

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