

Guida alla generazione di una griglia strutturata intorno ad un profilo alare in ANSYS WB

Ing. Angelo DELLA SALA

Ing. Nunzio NATALE

Ing. Laura VITALE

3 gennaio 2014

1 Creazione della geometria

La prima cosa da fare una volta aperto ANSYS Workbench è trascinare l'icona *Fluid-Flow (Fluent)* all'interno della schermata principale (figura 1).

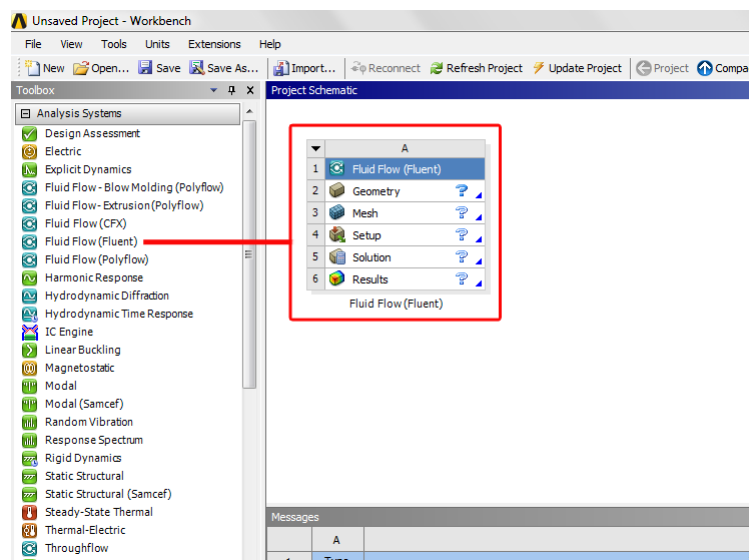


Figura 1: Schermata principale di WB

Il secondo passo è impostare una simulazione 2D. Cliccando su *View* si spunti l'opzione *Properties*. Si clicchi poi su *Geometry* nella finestra principale e

apparirà sulla destra una finestra; andare quindi in *Analysis Type* e impostare 2D (figura 2).

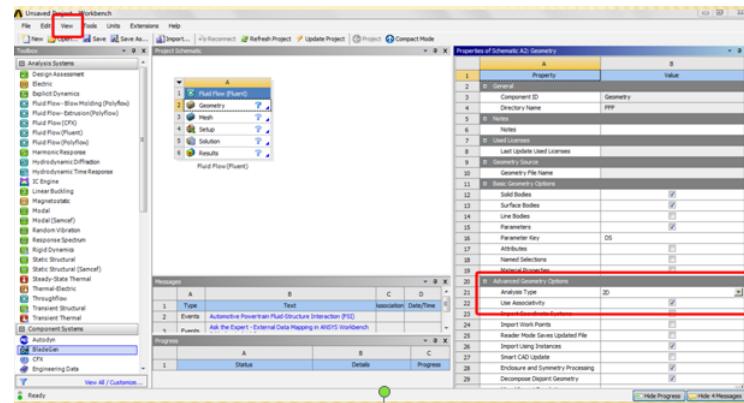


Figura 2: Impostazione dell'analisi 2D

Clicchiamo due volte su *Geometry* si aprirà *ANSYS DesignModeler*, il modulo di Workbench adibito alla creazione e modifica dei CAD. Importiamo quindi il nostro profilo con il comando *Concept > 3D Curve > Coordinates File*. Clicchiamo ora sul tasto *Generate* (in alto a sinistra), se il file contenente i punti è correttamente formattato dovrebbe comparire il profilo (figura 3).

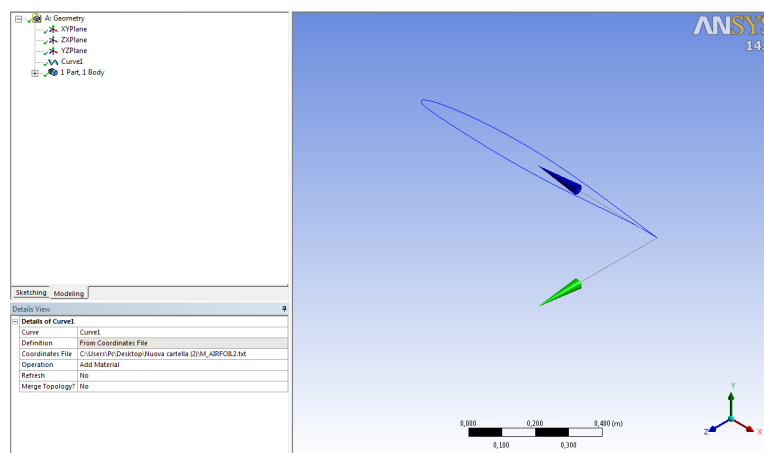


Figura 3: Importazione del profilo

Una volta che il profilo è stato correttamente importato (per la formattazione del file punti fare riferimento all'apposita guida) possiamo generare una superficie che ha come contorno il profilo stesso con l'ausilio dei comandi *Concept > Surfaces > From Edges > Generate*(figura 4).

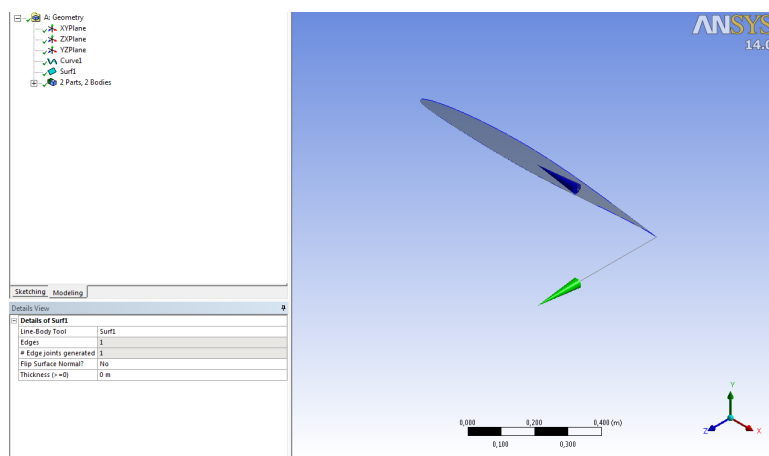


Figura 4: Generazione della superficie

Dopo aver portato a termine queste operazioni dobbiamo creare un piano di riferimento che ci servirà per la generazione del dominio fluido. A questo scopo utilizziamo i seguenti comandi: *New plane > Type > From Coordinates > Generate*.

Il comando *New Plane* si trova in alto a sinistra (vedi figura 5).

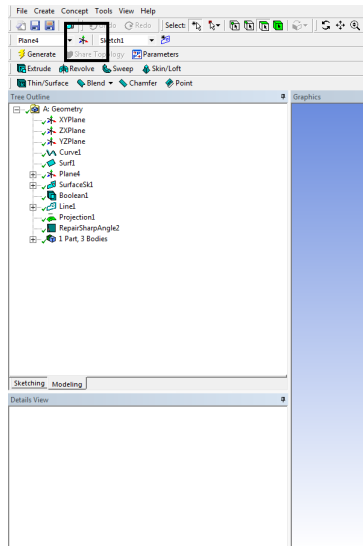


Figura 5: Comando *New Plane*

Per concludere l'operazione di generazione del piano bisogna impostare nella finestra relativa i dati mostrati in figura 6.

Details of Plane4	
Plane	Plane4
Type	From Coordinates
Base Point	Not selected
<input type="checkbox"/> FD11, Point X	1 m
<input type="checkbox"/> FD12, Point Y	0 m
<input type="checkbox"/> FD13, Point Z	0 m
<input type="checkbox"/> FD14, Normal X	0 m
<input type="checkbox"/> FD15, Normal Y	0 m
<input type="checkbox"/> FD16, Normal Z	1 m
Transform 1 (RMB)	None
Reverse Normal/Z-Axis?	No
Flip XY-Axes?	No
Export Coordinate System?	No

Figura 6: Impostazioni per il nuovo piano

IMPORTANTE

Il sistema di riferimento dovrebbe a questo punto trovarsi sul bordo d'uscita del profilo. Se così non fosse bisogna posizionarlo sul bordo d'uscita. A questo scopo, tramite il comando *Tool>Analysis Tools>Distance Finder*, possiamo calcolare la distanza tra il riferimento ed il bordo d'uscita (figura 7) selezionando i due punti di interesse (bordo d'uscita e origine del sistema di riferimento). Fatto questo basta tornare nella schermata relativa al piano e cambiare opportunamente le coordinate dell'origine.

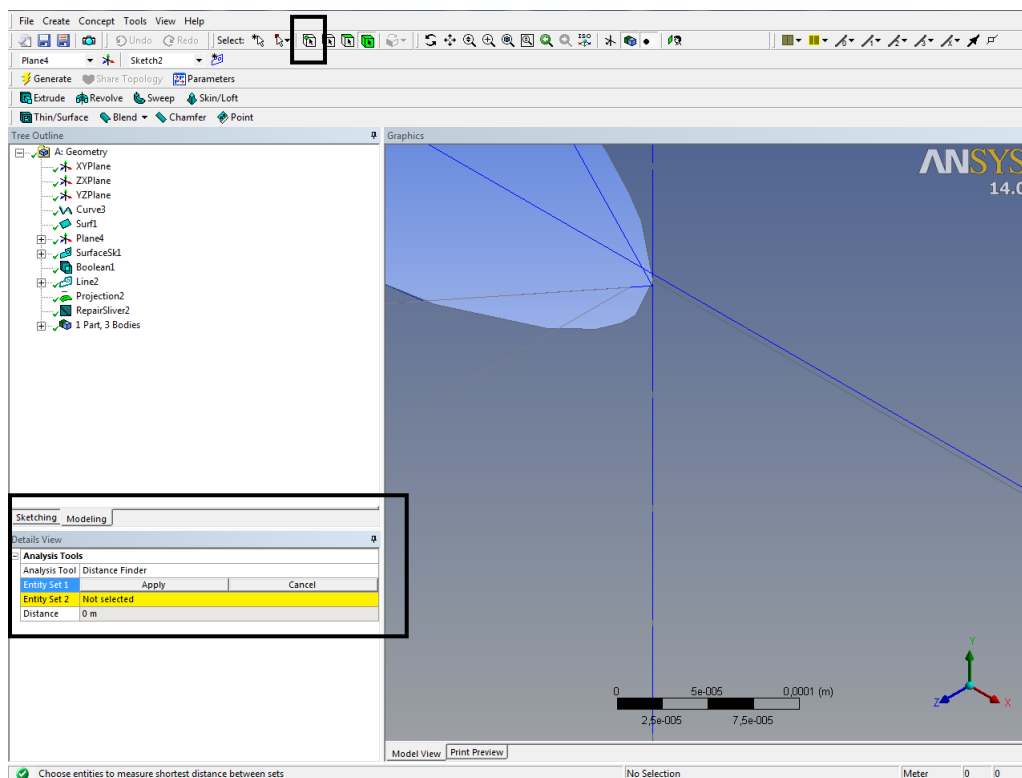


Figura 7: *Distance Finder*

A questo punto selezioniamo il piano creato (tipicamente indicato come *Plane 4*) e passiamo alla creazione di uno *Sketch* (il comando relativo si trova in alto a sinistra vicino all'icona del piano mostrata in precedenza), nella finestra di sinistra selezioniamo *Sketching* (figura 8).

Clicchiamo su *Arc by Center* e disegniamo un arco con origine sul riferimento che abbiamo creato (il raggio è influente successivamente verrà impostato il valore giusto), poi con il comando *Rectangle by 3 Points* disegniamo un rettangolo (si faccia riferimento alle figure 9 e 10).

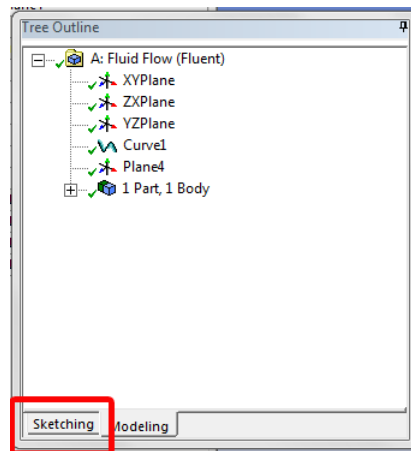


Figura 8: Finestra *Sketching*

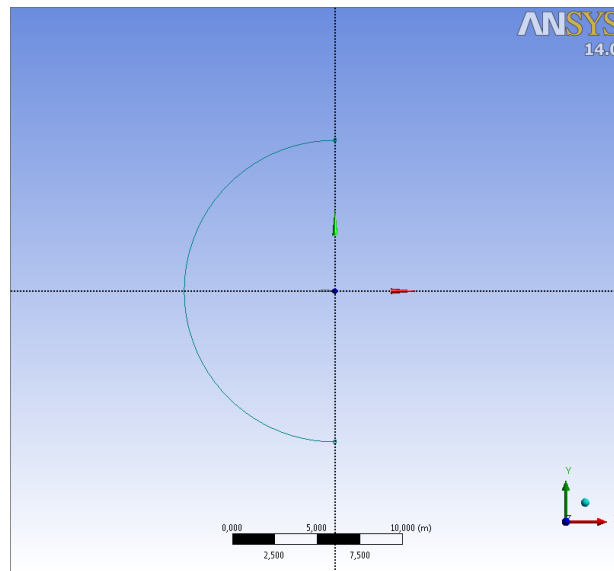


Figura 9: Creazione della geometria

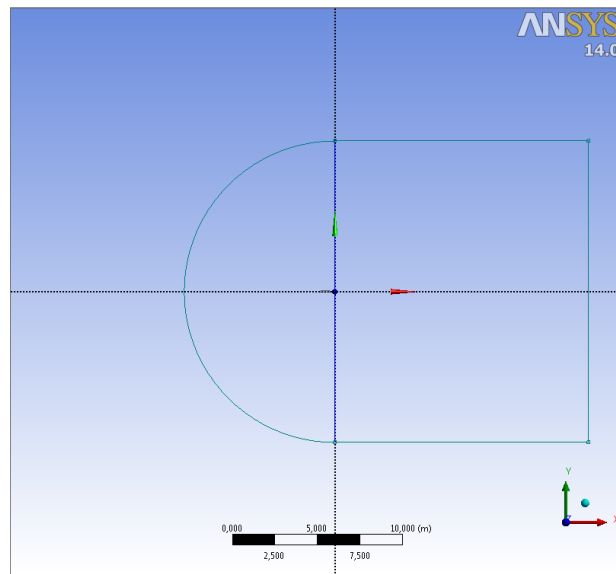


Figura 10: Creazione della geometria

Una volta completate queste operazioni con il comando *Modify > Trim* tagliare le due linee verticali all'interno del dominio.

Alla fine, tramite il comando *Dimensions > Radius*, impostiamo il valore 12.5m per il raggio dell'arco e, con il comando *Dimensions > Horizontal*, facciamo la stessa cosa per la distanza tra l'asse verticale e il lato destro del rettangolo ($h=12.5\text{m}$).

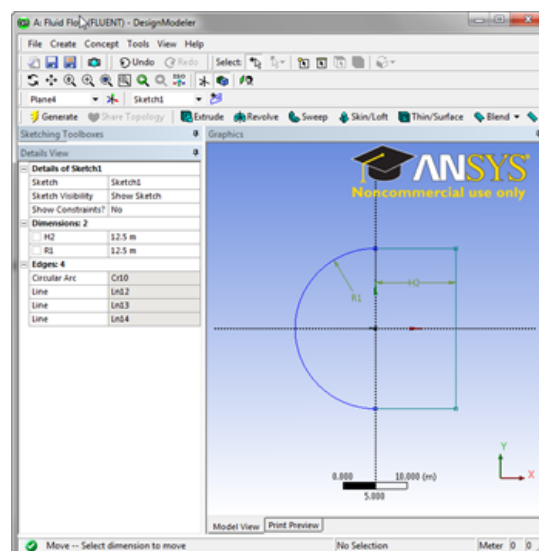


Figura 11: Quotature

Ora che lo *sketch* è completo, utilizziamo *Concept > Surface From Sketch* (si ricordi di utilizzare, tra le opzioni *Operation > Add frozen*) *> Generate* e generiamo una superficie a partire da esso.

Abbiamo creato fino a qui due superfici: quella del profilo e quella del dominio. Dobbiamo ora sottrarle con un'operazione di tipo booleano attraverso il comando *Create > Boolean* impostando *Subtract* alla voce *Operation* e scegliendo il dominio come *Target Body* ed la superficie del profilo come *Tool Body*. Dopo aver cliccato sul tasto *Generate* il risultato dell'operazione deve essere uguale a quello in figura 12.

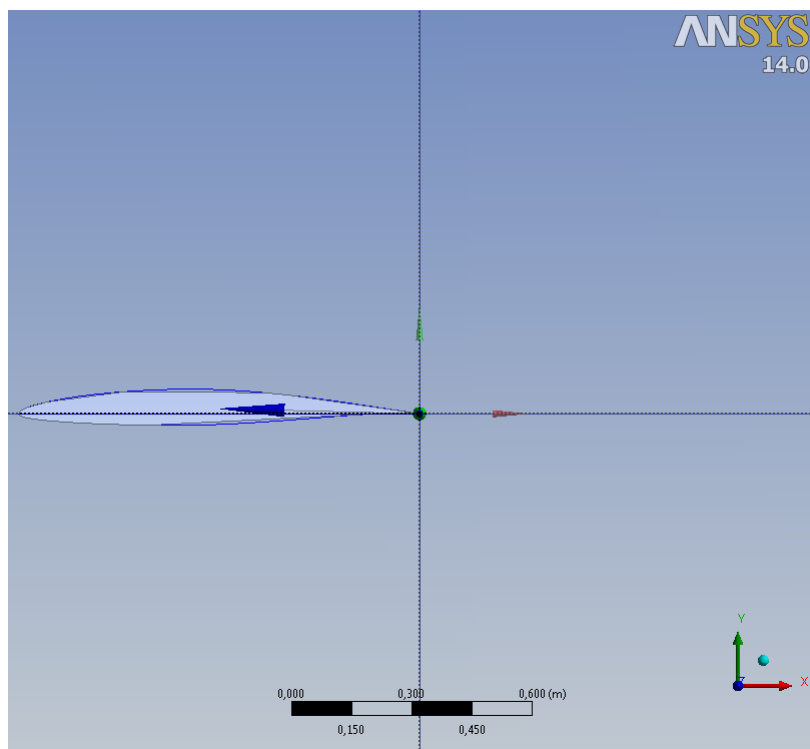


Figura 12: Risultato dell'operazione Booleana

IMPORTANTE

Si faccia attenzione quando si seleziona la superficie del profilo, in quanto in quella zona vi sono due superfici sovrapposte. Selezionando la porzione di superficie dove è presente il profilo, in basso a destra della schermata *Model View* sarà possibile notare il simbolo riportato in figura 13. Da lì sarà possibile selezionare a quale superficie riferirci. Se si è seguito correttamente il tutorial è probabile che la superficie del profilo si trovi sotto la superficie del dominio, quindi, sempre in riferimento alla figura 13, dovremo cliccare sulla sul rettangolo arretrato, i cui contorni si coloreranno di rosso.

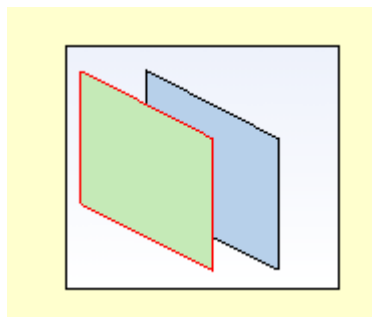


Figura 13: Simbolo delle superfici sovrapposte

Nella parte finale di questa sezione divideremo la superficie ottenuta in quattro quadranti. Questo sarà utile nella successiva fase di *mesh* della geometria.

Andiamo quindi a creare un nuovo *sketch* e disegniamo una linea orizzontale ed una verticale seguendo il riferimento che abbiamo creato all'inizio (*Plane 4*). Non ha importanza la dimensione della linea, nel senso che può anche fuoriuscire dal dominio: la parte “in eccesso” può essere infatti eliminata con il comando *Trim*, che abbiamo già visto.

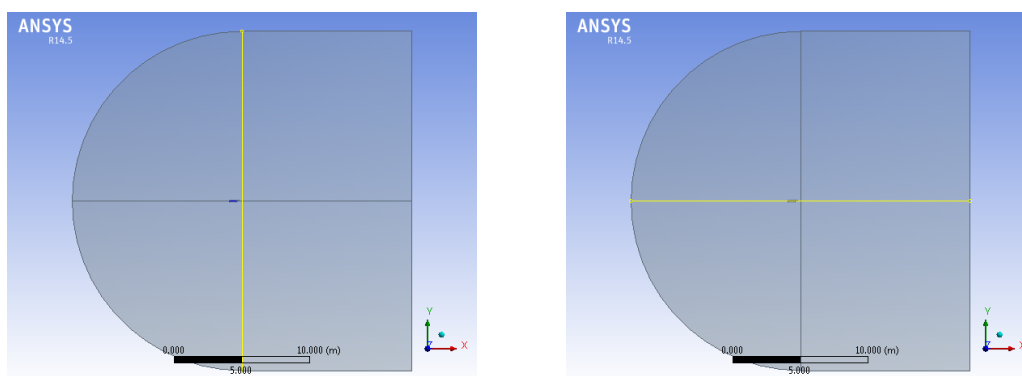


Figura 14: Creazione linee ausiliarie

Generiamo ora delle linee a partire da quelle create con lo *Sketch: Concepts > Lines From Sketch* selezionare lo *sketch* e generare.

Utilizzando il comando *Tool > Projections (Type>Edge on Face) > Generate* selezioniamo le linee che abbiamo creato, impostando come *Target* la superficie del dominio.

Il risultato delle operazioni finora svolte è mostrato in figura 15: deve risultare un dominio diviso in 4 settori se si usa la selezione delle facce, pur rimanendo un unico corpo se si usa la selezione *body*.

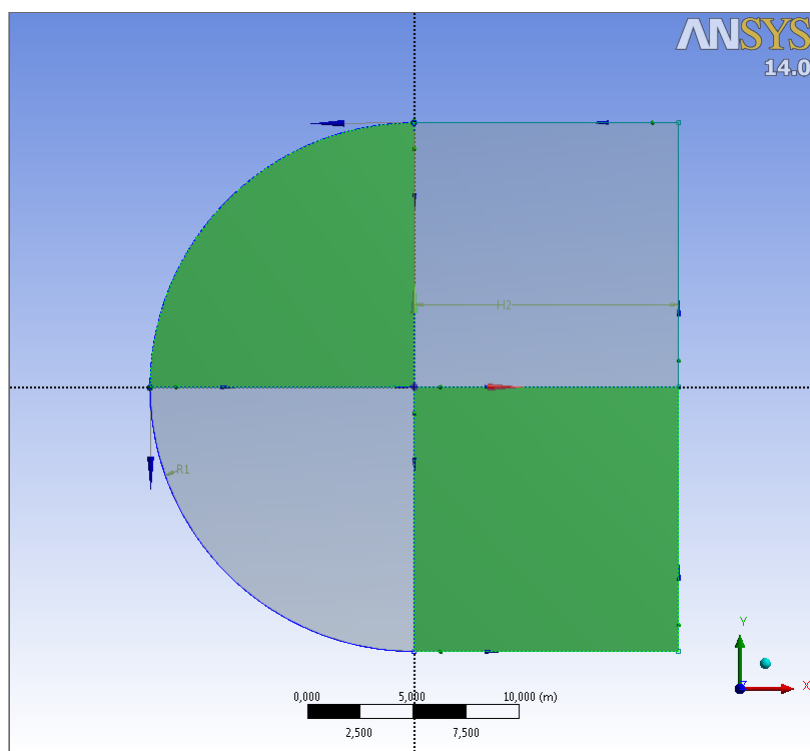


Figura 15: Risultato dell'operazione *Projection*

IMPORTANTE

Per profili a curvatura non nulla è necessario fare in genere un'altra operazione. Se la geometria è correttamente costruita l'unica cosa necessaria a questo punto è la soppressione delle linee di costruzione verticali e orizzontali utilizzate in precedenza. Qualora la geometria avesse qualche problema al bordo d'uscita per evitare problemi può essere necessario utilizzare i comandi *Tool > Repair > Repair Sharp Angle > Generate* oppure *Tool > repair > Repair Sliver > Generate* (bisogna provarli entrambi quello corretto mostrerà un problema solo sul bordo d'uscita).

Naturalmente per fare in modo che il comando agisca bisogna impostare *Find Faults Now > Yes*, questo senza sopprimere le linee, naturalmente si consiglia sempre di lavorare con una geometria correttamente interpolata, il secondo set di comandi dovrebbe essere utilizzato solo in caso di necessità.

A questo punto l'operazione da fare è quella di selezionare nel *Tree Outline* tutti i corpi e le geometrie create tenendo premuto il tasto *ctrl* e, dopo aver cliccato col tasto destro del mouse, selezionare *Form New Part* (figura 16). Sempre nel *Tree Outline* cliccare col tasto destro sulle *Line Body* corrispondenti al bordo del profilo e alle linee di costruzione create; cliccare su *Suppress*

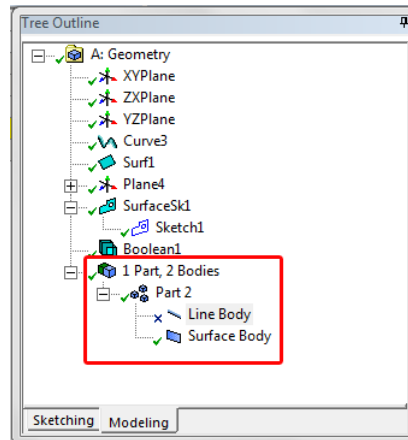


Figura 16: Creazione del Multibody

Body. In questa maniera rimarrà soltanto la superficie che costituirà il dominio computazionale. Se l'operazione ha avuto successo apparirà una crocetta sulla sinistra della scritta *Line Body*, in luogo del visto verde che era presente prima, come si vede sempre nella figura 16 (nella figura è presente solo una *Line Body*, nel nostro progetto ce ne saranno di più). Se la geometria è corretta nel modulo *Meshing* tutto il dominio sarà mappabile come verrà mostrato nel seguito del tutorial.

2 Generazione della Mesh

In questa seconda sezione di questo lavoro si procederà alla creazione della griglia computazionale utilizzando il metodo della mappatura di superfici.

- Aprire il modulo *Meshing* di *Workbench*
- Click destro su *Mesh* > *Show Mappable Face*
- Controllare che tutto il dominio sia colorato di verde come mostrato in Figura 17. Se ciò non dovesse accadere probabilmente c'è stato un errore nella creazione della geometria.

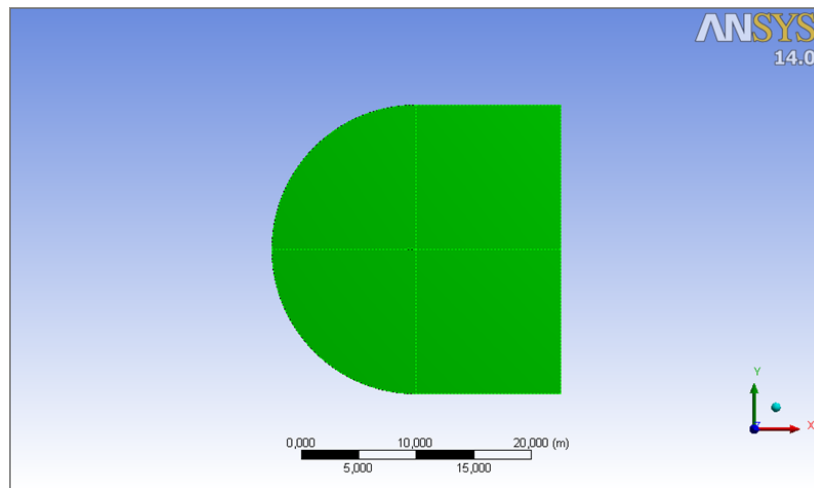


Figura 17: Mappable face

2.1 Mapped Face Meshing

Andremo ora a creare un *Mapped Face Meshing Control* sulla geometria. Nella *Tree Outline Window* sulla sinistra, click destro su *Mesh*:

- *Insert* > *Mapped Face Meshing*
- Poichè, come detto, tutte le facce del dominio dovrebbero essere verdi, in *Details View Window* selezionare *Geometry* -> *Apply*

2.2 Edge Sizing

Applichiamo un *Edge Sizing Controls* su tutti gli *edge* della *mesh*.

- *Mesh Control* > *Sizing*
- Dalla barra dei comandi click sul simbolo *Edge selection*

IMPORTANTE

La strategia con cui si selezionano gli *edge* non riveste importanza fondamentale, l'unico criterio che deve essere seguito è relativo al buon senso. Bisogna infittire senza esagerare in prossimità del profilo, ed è su questo che deve basarsi il criterio da utilizzare (ad esempio in questo tutorial selezioneremo gli *edge* uno per uno ma nulla vieta di selezionarli opportunamente a gruppi).

In ogni caso di seguito verranno elencate alcune linee guida. L'*edge* principale (quello frontale di figura 18) dovrebbe essere impostato con i parametri di figura 19.

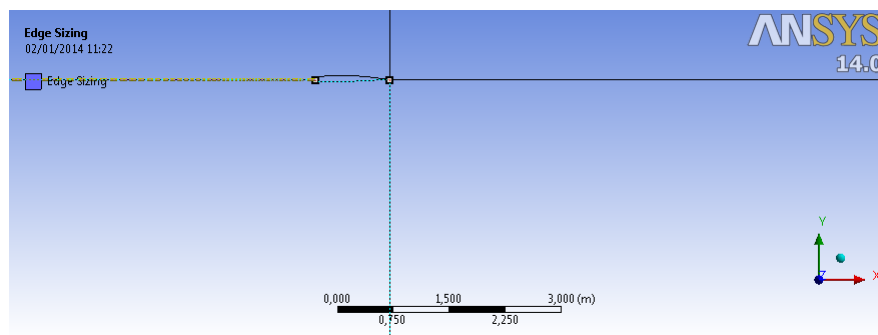


Figura 18: *Edge* principale

Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Edge
Definition	
Suppressed	No
Type	Number of Divisions
<input type="checkbox"/> Number of Divisions	150
Behavior	Soft
<input type="checkbox"/> Curvature Normal Angle	Default
<input type="checkbox"/> Growth Rate	Default
Bias Type	-----
<input type="checkbox"/> Bias Factor	1500,

Figura 19: Parametri *edge* sul bordo d'attacco

Sull'altro *edge* orizzontale che parte al bordo d'uscita potrebbe essere necessario impostare parametri simili (vedi figure 20 e 21).

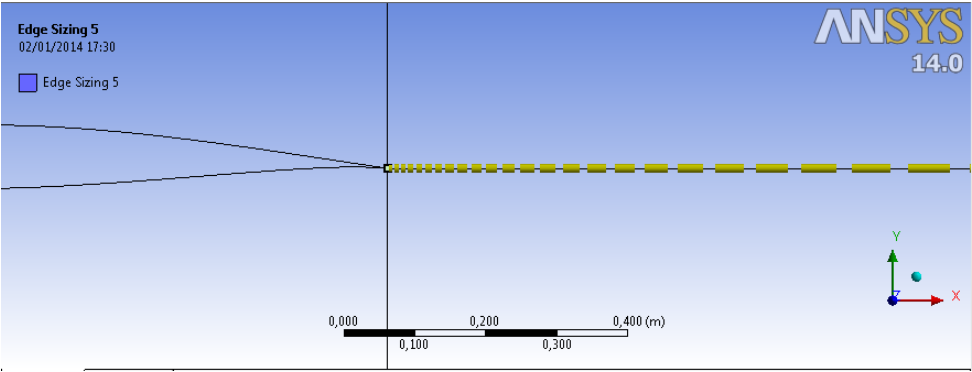


Figura 20: *Edge* sul bordo d'uscita

Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Edge
Definition	
Suppressed	No
Type	Number of Divisions
<input type="checkbox"/> Number of Divisions	50
Behavior	Soft
<input type="checkbox"/> Curvature Normal Angle	Default
<input type="checkbox"/> Growth Rate	Default
Bias Type	- - - - -
<input type="checkbox"/> Bias Factor	1000,

Figura 21: Parametri *edge* sul bordo d'uscita

Sul semicerchio considerare i parametri mostrati nelle seguenti figure (23 e 22).

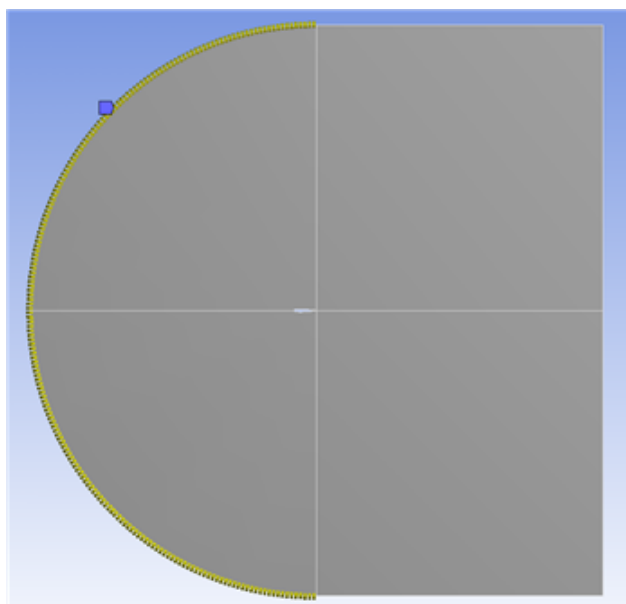


Figura 22: *Edge* relativo al semicerchio

Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	2 Edges
Definition	
Suppressed	No
Type	Number of Divisions
<input type="checkbox"/> Number of Divisions	100
Behavior	Soft
<input type="checkbox"/> Curvature Normal Angle	Default
<input type="checkbox"/> Growth Rate	Default
Bias Type	No Bias

Figura 23: Parametri dell'*edge* relativo al semicerchio

Per gli *edge* verticali (vedi figura 24) considerare dei parametri tali che ci consentano di ottenere un infittimento congruo in prossimità del profilo (tipicamente *Number of Divisions* 50 e *Bias Factor* 150, ma non è una regola).

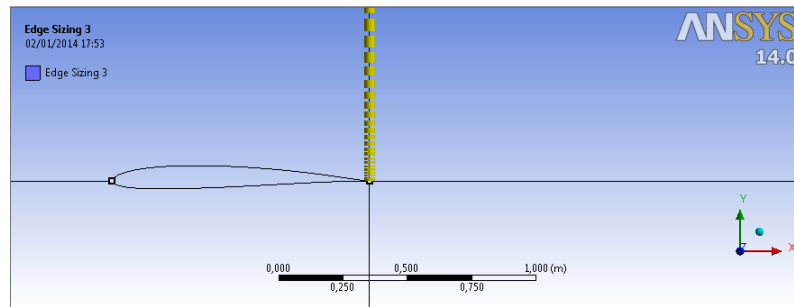


Figura 24: Edge verticale

A questo punto ci dedichiamo al sizing dei due *edge* orizzontali sopra e sotto il profilo (vedere figure 25 e 26), per congruenza impostiamo gli stessi parametri di figura 21 ma con *bias* opportuno per infittire in prossimità del profilo. Gli altri due *edge* verticali alla fine del nostro dominio avranno lo

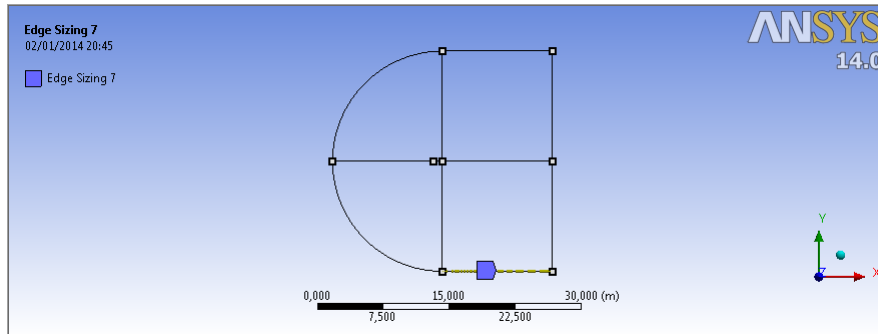


Figura 25: Edge orizzontale alto

stesso *Sizing* degli *edge* di figura 24 ma con *bias* opportuno. Per concludere creiamo un *Sizing* del profilo; una buona soluzione può essere quella mostrata in figura 27 relativamente agli *edge* che costituiscono il profilo (figura 28).

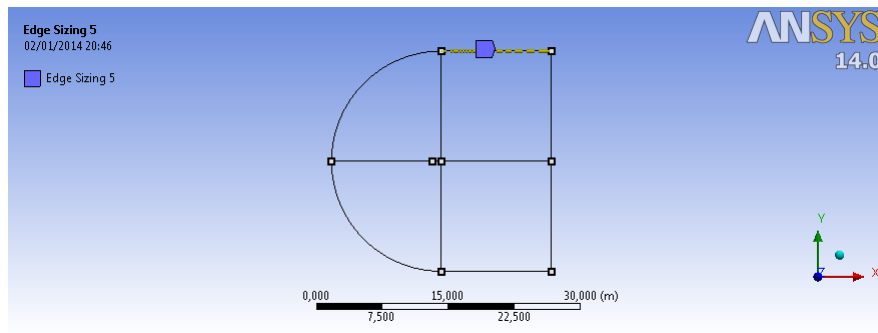


Figura 26: *Edge* orizzontale basso

Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	2 Edges
Definition	
Suppressed	No
Type	Number of Divisions
<input type="checkbox"/> Number of Divisions	150
Behavior	Soft
<input type="checkbox"/> Curvature Normal Angle	Default
<input type="checkbox"/> Growth Rate	Default
Bias Type	- - - - -

Figura 27: Parametri per il *Sizing* del profilo

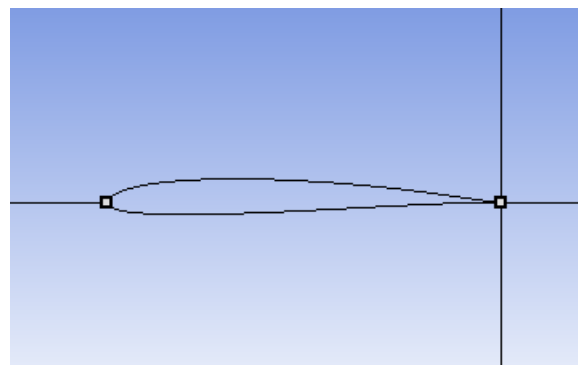


Figura 28: *Sizing* del profilo

Dal *Tree Outline Window* Click destro su *Mesh > Generate* per generare la *mesh*.

La *mesh* ottenuta è mostrata in Figura 29.

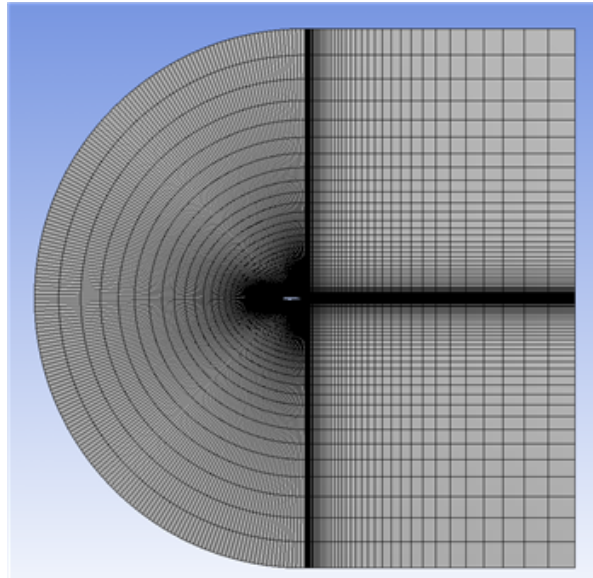


Figura 29: Mesh strutturata per un profilo

Per avere una misura della qualità della nostra *mesh* clicchiamo nell'*Outline* su *Mesh* col tasto sinistro e nella finestra dei dettagli clicchiamo sul + alla destra della scritta *Statistics* (figura 30)

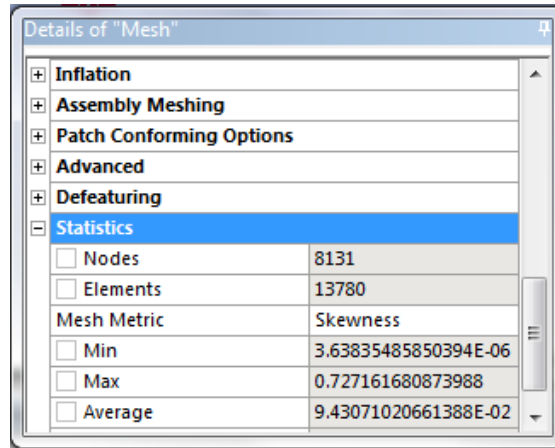


Figura 30: *Statistics*

In questa finestra possiamo leggere il numero di nodi e quindi di elementi da cui è costituita la nostra griglia computazionale. Una *mesh* troppo fitta potrebbe comportare un onere computazionale elevato, una troppo rada potrebbe non portare a cattivi risultati nel solutore.

Infine alla voce *Mesh Metric* selezioniamo *Skewness*. Questo parametro indica quanto sono distorte le celle della nostra griglia. Se la *skewness* massima supera 0.9 significa che la qualità della griglia è pessima e dobbiamo agire sui vari parametri per migliorarla. Nell'istogramma che appare sotto la finestra grafica (figura 31) possiamo anche identificare gli elementi problematici cliccando sulle varie colonne.

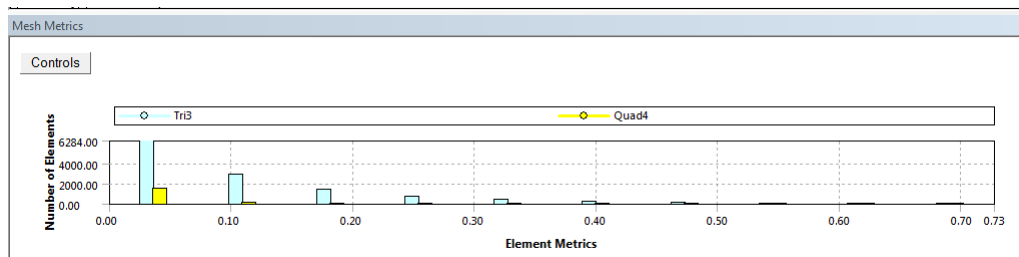


Figura 31: *Skewness*

2.3 Named Selections

Ora assegneremo dei nomi ad alcuni degli *edge* per facilitare l'assegnazione delle *Boundary Conditions* in *ANSYS Fluent*:

- INLET (*edge* blu)
- OUTLET (*edge* rosso)
- AIRFOIL= Wall (profilo in bianco)

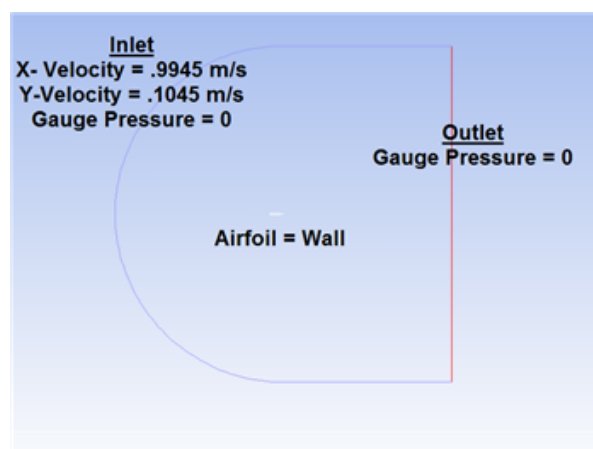


Figura 32: *Named Selection* da assegnare

In *Outline Window* cliccare su *Geometry* - questo permetterà di visualizzare meglio gli *edge* da selezionare.

Dalla barra degli strumenti principale, selezionare il comando *Edge Selection*. Selezionare i due *edge* verticali della parte destra della *mesh*.

- Click destro e selezionare *Create Named Selections*
- Chiamare gli *edge* selezionati "outlet"

Selezionare gli *edge* che corrispondono all'inlet del campo di moto come mostrato in Figura 32.

Ancora:

- Click destro e selezionare *Create Named Selections*
- Chiamare gli *edge* selezionati "inlet"

Infine selezionare i due *edge* che formano il profilo e rinominare la *Name Selections* "airfoil".

Il profilo è ora pronto per *ANSYS Fluent*!