

# Guida alla generazione di una griglia non strutturata euleriana intorno ad un profilo alare in ANSYS Workbench

Ing. Angelo DELLA SALA  
Ing. Nunzio NATALE

2 gennaio 2014

L'obiettivo di questo tutorial è dare al lettore le linee guida per la generazione di una griglia non strutturata intorno ad un profilo laminare. Il risultato sarà una *mesh* adatta a calcoli euleriani.

## 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). 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).

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).

Una volta che il profilo è stato 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).

Dopo aver portato a termine queste operazioni dobbiamo creare un piano di riferimento che ci servirà per la generazione del dominio fluido. A questo

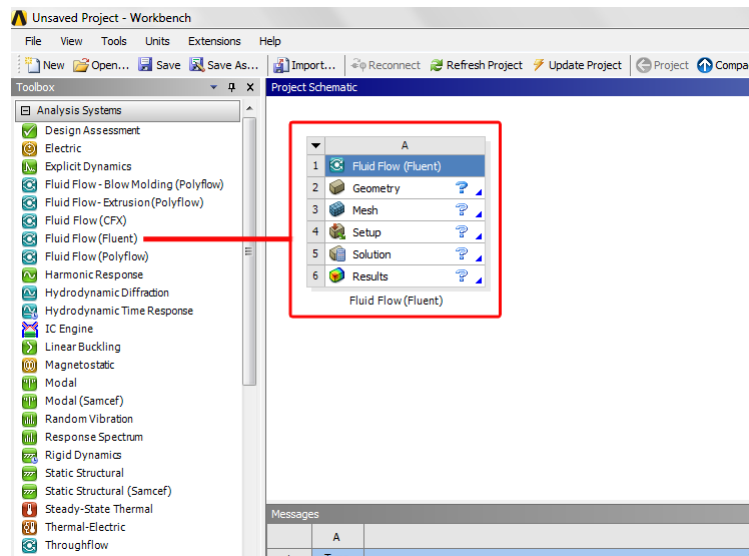


Figura 1: Schermata principale di WB

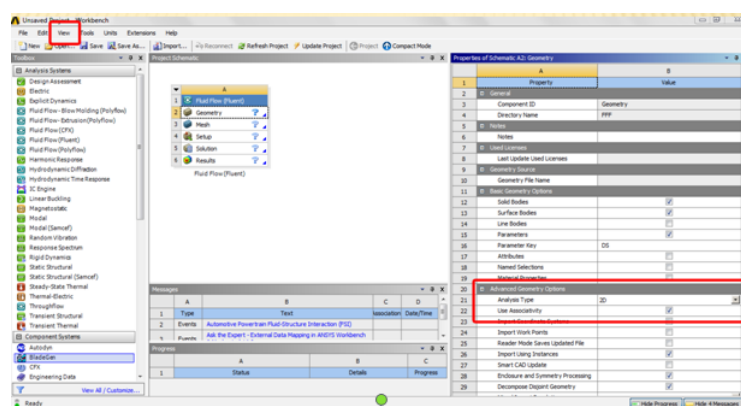


Figura 2: Impostazione dell'analisi 2D

scopo utilizziamo i seguenti comandi: *New plane > Type > From Coordinates > Generate*.

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

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

### 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

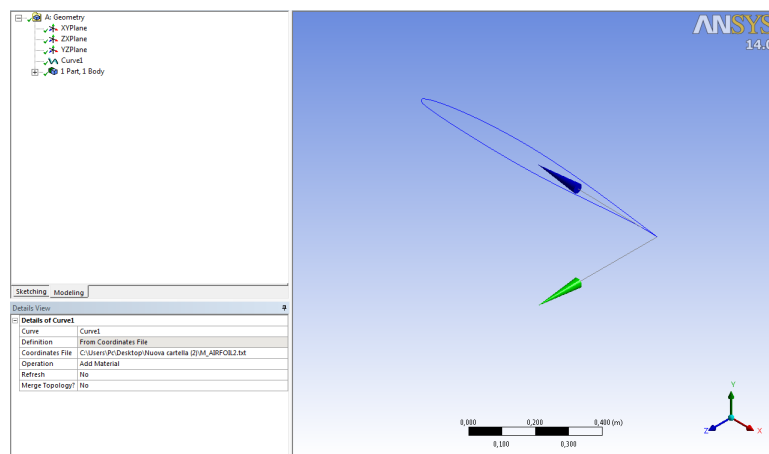


Figura 3: Importazione del profilo

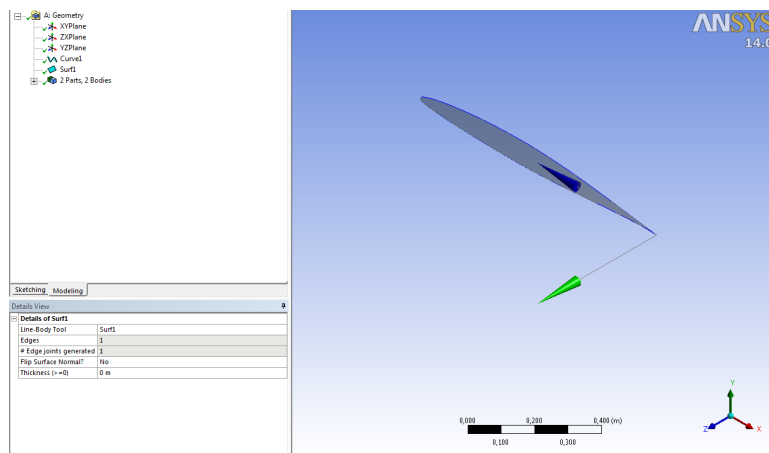


Figura 4: Generazione della superficie

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.

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).

Una volta completate queste operazioni con il comando *Modify > Trim* taglia-

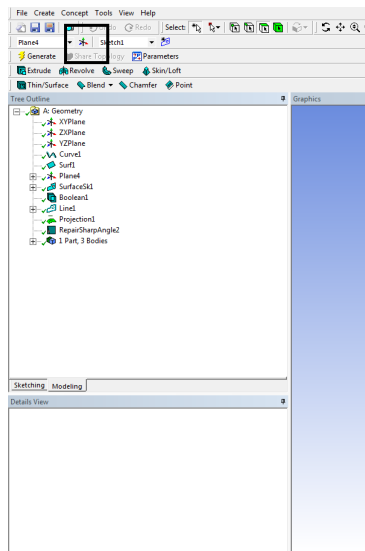


Figura 5: Comando *New Plane*

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

mo 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 ( $h=12.5m$ ).

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*. Selezioniamo il dominio come *Target Body* e 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.

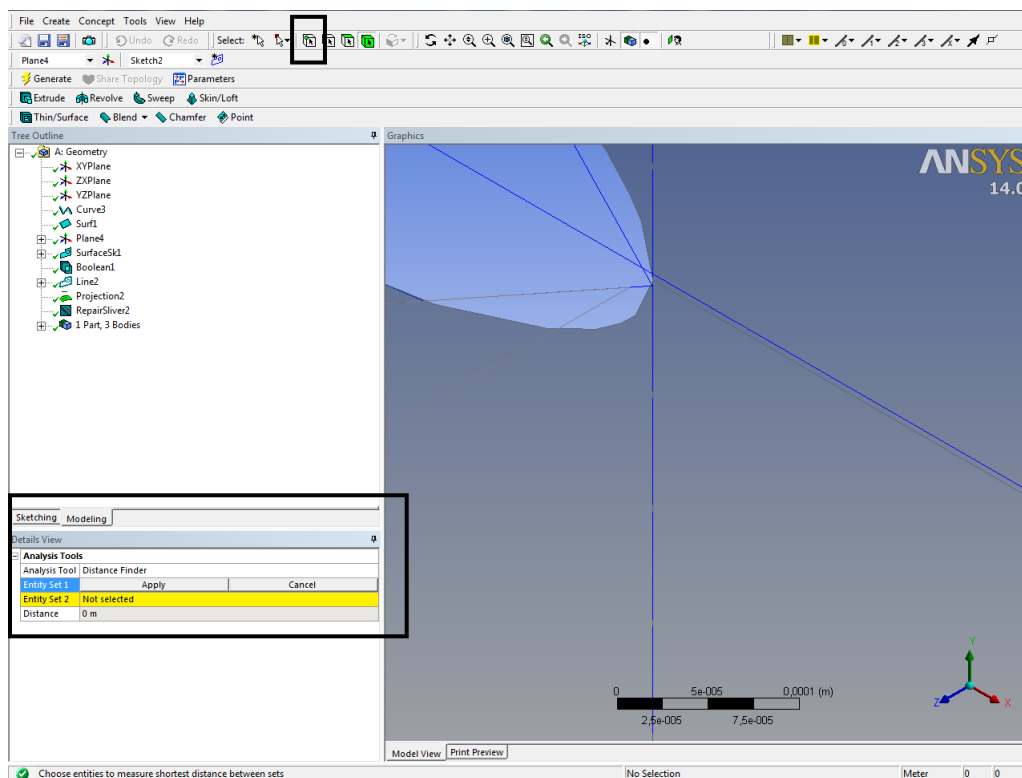


Figura 7: *Distance Finder*

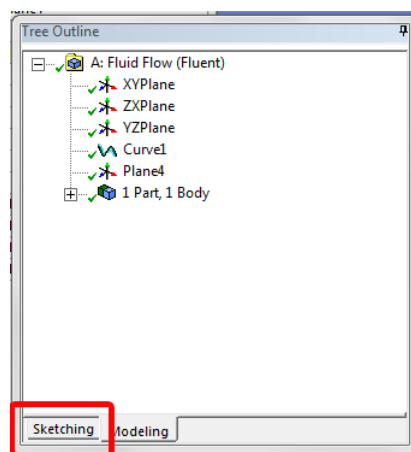


Figura 8: Finestra *Sketching*

## IMPORTANTE

Si faccia attenzione quando si seleziona la superficie del profilo, in quanto in quella zona vi sono due superfici sovrapposte. Selezionando la porzione

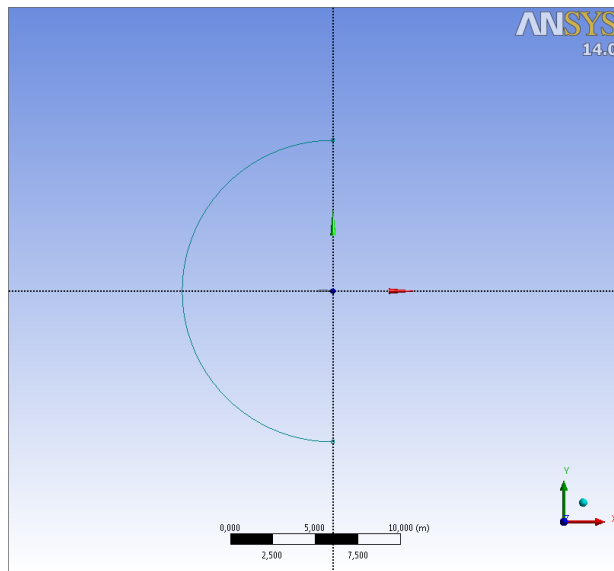


Figura 9: Creazione della geometria

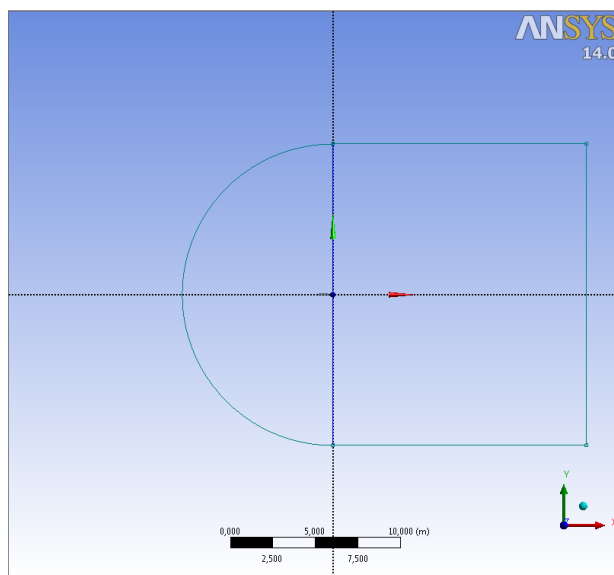


Figura 10: Creazione della geometria

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.

A questo punto l'operazione da fare è quella di selezionare nel *Tree Outline* tutti i corpi e le geometrie create (dovrebbero essere due) tenendo premuto il

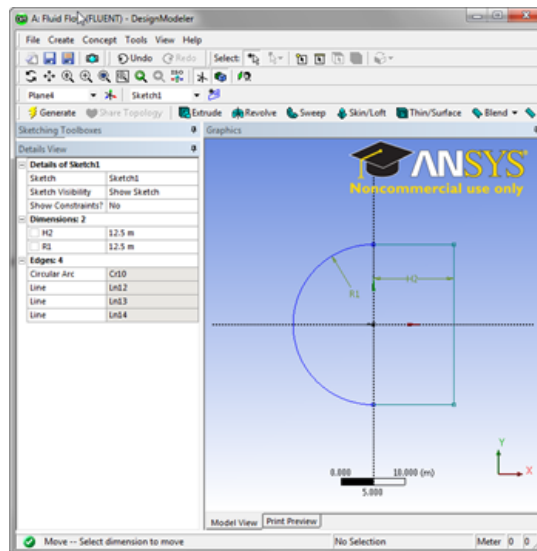


Figura 11: Quotature

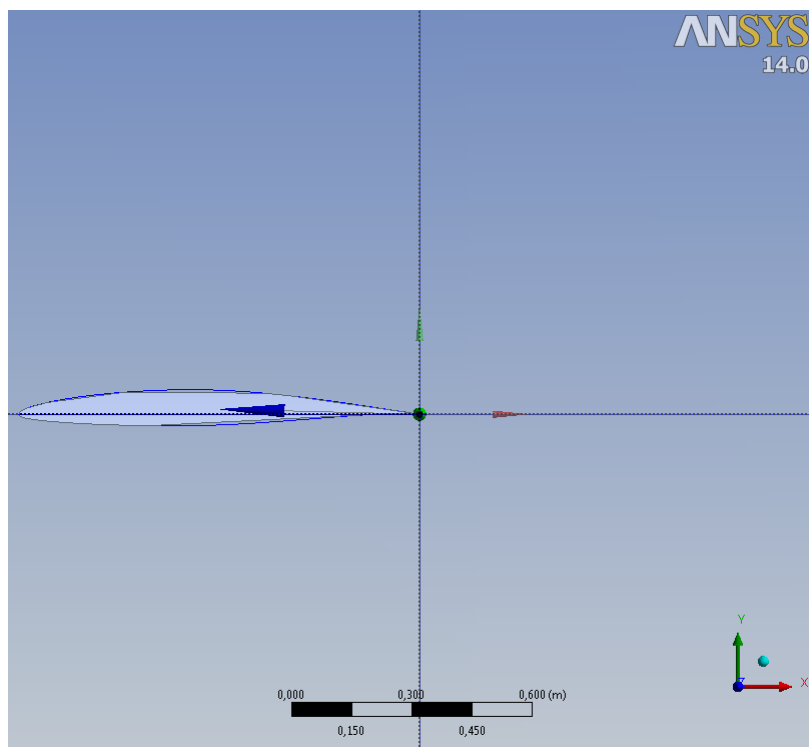


Figura 12: Risultato dell'operazione Booleana

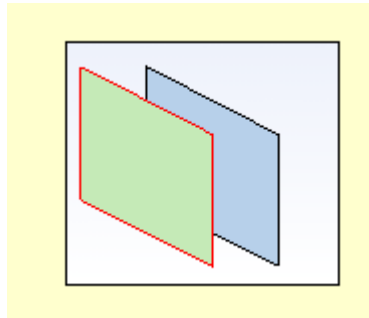


Figura 13: Simbolo delle superfici sovrapposte

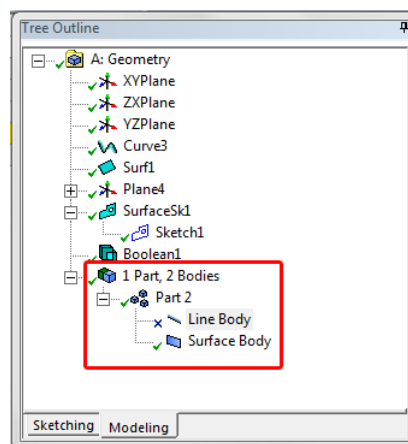


Figura 14: Creazione del Multibody

tasto *ctrl* e, dopo aver cliccato col tasto destro del mouse, selezionare *Form New Part* (figura 14)

Sempre nel *Tree Outline* cliccare col tasto destro sulla *Line Body* corrispondente al bordo del profilo e cliccare su *Suppress Body*, eliminando così quella linea dal dominio su cui verrà costruita la griglia 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 14.

Abbiamo completato la costruzione del CAD. Possiamo chiudere *DesignModeler* e tornare sulla schermata principale di *Workbench*.



## 2 Generazione della Mesh

In questa seconda sezione di questo lavoro si procederà alla creazione della griglia computazionale di tipo non strutturato.

Ricordiamo in questa sede che le *mesh* non strutturate si differenziano da quelle strutturate per due proprietà:

- gli elementi che le compongono possono essere di qualsiasi geometria
- in esse non esiste alcun ordine tra le celle.

Il modulo di *ANSYS Workbench* preposto alla creazione delle griglie computazionali è *Meshing*. Per accedervi basterà cliccare due volte sulla scritta *Mesh* nella pagina principale del nostro progetto (voce numero 3 nel modulo *Fluid-Flow*).

Si noti come il *layout* di *Meshing* sia molto simile a quello del *DesignModeler*. Nell'*Outline* (figura 15) cliccare alla voce *Mesh*. Nella finestra *Details of "Mesh"* (figura 16) appariranno una serie di voci.

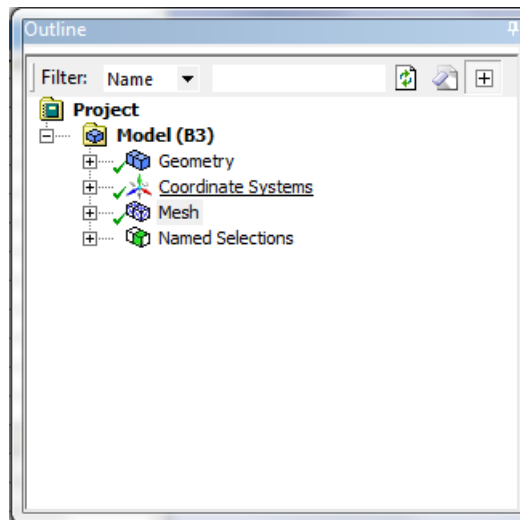


Figura 15: Finestra *Outline*

Si noti che poichè stiamo usando il modulo *Fluid-Flow (Fluent)*, *Meshing* ha già preimpostato come *Physics Preference CFD* e come *Solver Preference, Fluent*.

Cliccando sul pulsante “+” affianco alla scritta *Sizing* appariranno dei parametri che andranno impostati. Di seguito diamo una breve descrizione di tali parametri:

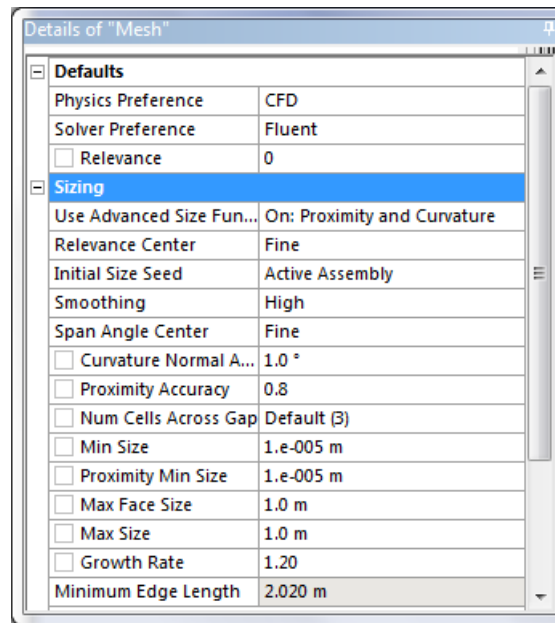


Figura 16: Dettagli della *Mesh*

- *Advanced Sizing Functions* qui è possibile decidere il tipo di infittimento da dare alla *mesh*. In particolare, scegliendo *Proximity and Curvature* stiamo scegliendo di infittire lì dove ci sono forti curvature nella geometria e lì dove ci sono edge vicini (ovvero sul bordo d'attacco e su quello d'uscita del profilo.)
- *Relevance Center*. Questo parametro imposta l'infittimento della *mesh*. Per analisi di aerodinamica esterna è opportuno impostarlo su *Fine*.
- *Smoothing*. Come dice la parola questo comando permette di decidere il tipo di *smoothing* da effettuare. E' consigliabile impostarlo su *high*
- *Span Angle Center*. Controlla quanto finemente vogliamo approssimare la curvatura. Per creare una *mesh* che modelli bene la curvatura del profilo è opportuno impostare questo comando su "*Fine*".
- *Curvature Normal Angle*. Questo parametro indica l'angolo minimo di curvatura che è considerato dalla *mesh*. Per il nostro profilo è stato impostato su  $1^\circ$ .
- *Proximity Accuracy*. Questo parametro serve a definire l'accuratezza sulla *Proximity* ed ha un range che va da 0 a 1. Il valore 1 fa sì che la *mesh* sia più accurata ma a scapito della velocità di creazione. Nel nostro caso è stata impostata a 0.8.

- *Min Size*. Indica la grandezza dell'elemento più piccolo della griglia computazionale. Essa ha grande peso sul numero finale di elementi della griglia stessa. Per la nostra *mesh* si è scelta una *Min Size* di  $10^{-5}m$ .
- *Max Face Size* e *Max Size* indicano le dimensioni della cella più grande della griglia. Il valore impostato per queste grandezze è  $1m$ .
- *Grow Rate*. Questo parametro è indicativo della legge con cui si passa dall'elemento più piccolo della *mesh* a quello più grande. Di *default* questo valore è 1.2. Se si impostasse su 1.1 la *mesh* passerebbe più velocemente dall'elemento più piccolo a quello più grande. Quindi la griglia sarebbe più fitta. Al contrario se si scegliesse un valore di 1.3, la *mesh* si infittirebbe in maniera più dolce. Si è deciso di lasciare il valore di *default*.

Una volta impostati tutti i parametri del *Sizing*, torniamo sull'*Outline* e clicchiamo col tasto destro del mouse su *Mesh* e usiamo il comando: *Insert > Method*. Nella finestra dei dettagli alla voce *Geometry* selezioniamo il nostro dominio. Alla voce *Method* inseriamo *Triangles*. In questa maniera la griglia sarà costituita da soli triangoli.

Per migliorare la griglia in prossimità del profilo clicchiamo ancora una volta col tasto destro del mouse su *Mesh* nell'*Outline* e usiamo il comando *Insert > Sizing*( figure17).

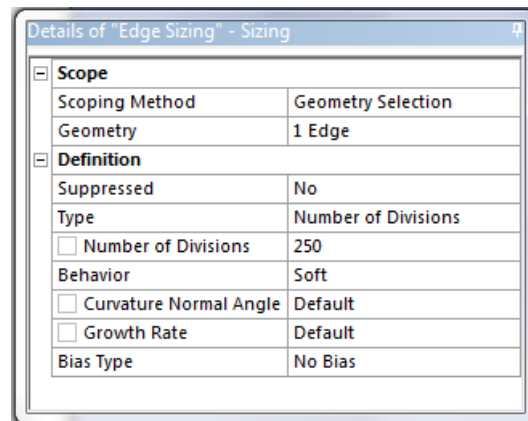


Figura 17: Sizing

Alla voce *Geometry* selezioniamo l'*edge* costituente il nostro profilo. Come *Type* selezioniamo *Number of Division*, in questa maniera, in pratica, stiamo dando istruzioni a *Meshing* su come suddividere l'*edge* e quindi come distribuire gli elementi vicino al profilo. Come *Behavior* selezioniamo *Soft*.

Per l'ultima volta clicchiamo col tasto destro del mouse su *Mesh* nell'*Outline* e usiamo il comando *Insert > Inflation*(figure18).

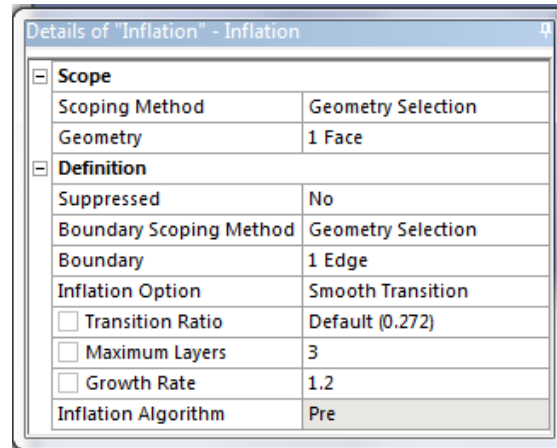


Figura 18: Inflation

L'*inflation* è uno strato strutturato di griglia che si crea in prossimità dei corpi. Un numero adeguato di strati di *inflation* è fondamentale per studiare lo strato limite di un profilo, tuttavia disporre qualche *layer* può essere utile anche per una griglia euleriana come la nostra, in quanto favorisce la convergenza nel solutore.

Nella finestra dei dettagli alla voce *Geometry* selezioniamo la faccia costituente il nostro dominio, come *Boundary* selezioniamo invece l'*edge* costituente il profilo. Come *Inflation Option* utilizziamo *Smooth Transition*. Come *Maximum Layers* impostiamo 3 in quanto, come detto prima, una *mesh* non viscosa non richiede un'*inflation* con molti strati. Il resto va lasciato di *default*.

A questo punto non ci resta che generare la griglia computazionale attraverso il comando *Generate Mesh*.

Per avere una misura della qualità della nostra griglia clicchiamo nell'*Outline* su *Mesh* col tasto sinistro e nella finestra dei dettagli clicchiamo sul + alla destra della scritta *Statistics* (figura 19)

In questa finestra possiamo leggere il numero di nodi ed il numero di elementi da cui è costituita la nostra *mesh*. Una griglia 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 *mesh* è pessima e dobbiamo agire sui vari parametri del *sizing* ( per esempio la *Min Size*, il *Curvature Normal Angle*

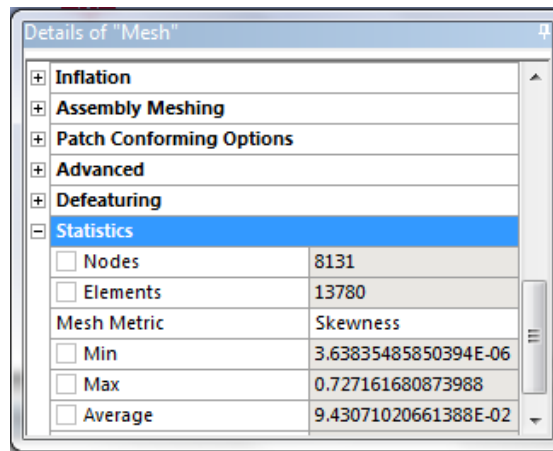


Figura 19: *Statistics*

etc.) per migliorarla. Nell'istogramma che appare sotto la finestra grafica (figura 20) possiamo anche identificare gli elementi problematici cliccando sulle varie colonne.

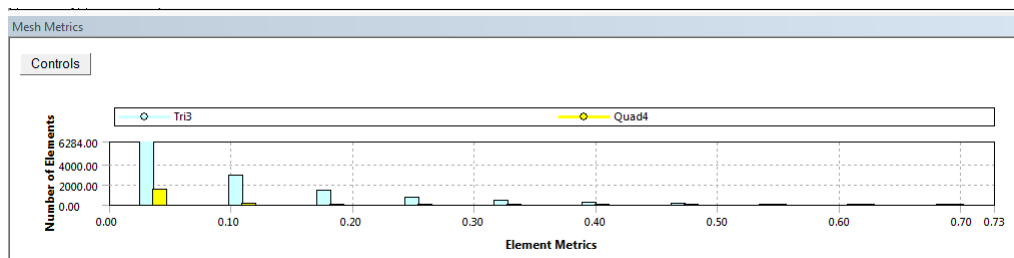


Figura 20: *Skewness*

## 2.1 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)

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

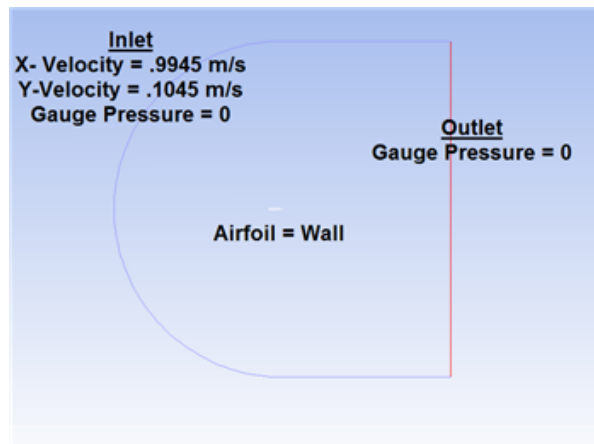


Figura 21: Named Selection da assegnare

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 21.

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*!