

TUTORIAL: creare una griglia computazionale attorno ad un profilo con ICEMcfld

Rieccoci con un tutorial che mi è stato molto richiesto.

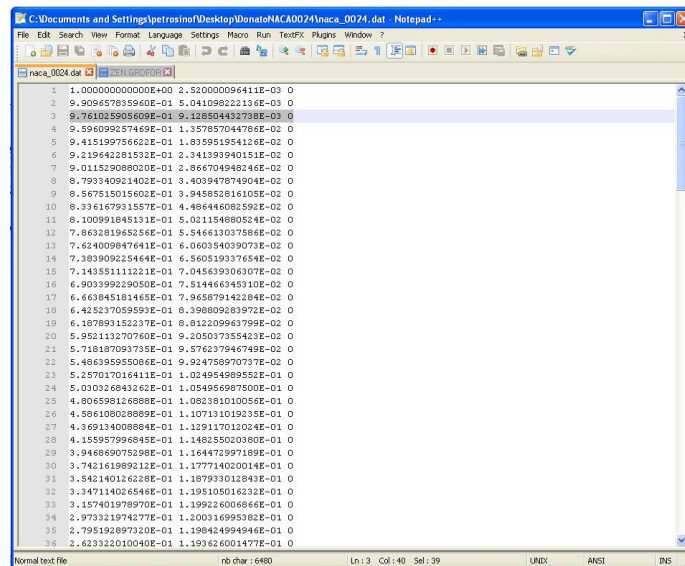
L'obiettivo è ottenere una griglia strutturata di forma a C attorno ad un profilo bidimensionale, ed useremo per l'occasione il software ICEMcfld, che permette di ottenere un output strutturato e facilmente modificabile per i nostri scopi.

Il punto di partenza sono ovviamente le coordinate dei punti del profilo.

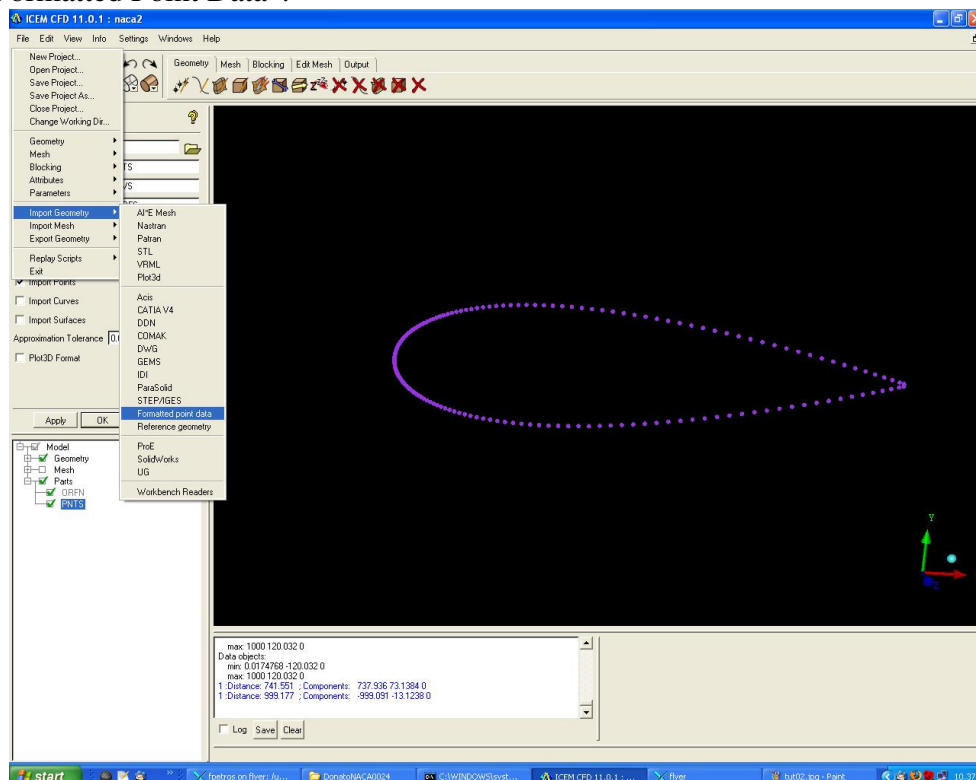
Procuriamocene come ci pare, esistono molti software che le generano, oppure potete consultare l'immenso archivio:

http://www.ae.uiuc.edu/m-selig/ads/coord_database.html

Formattiamo il file contenente le nostre coordinate aggiungendo anche la terza dimensione, ovviamente posta pari a 0 per tutti i punti, e senza aggiungere intestazioni all'inizio del file, come nella figura seguente:



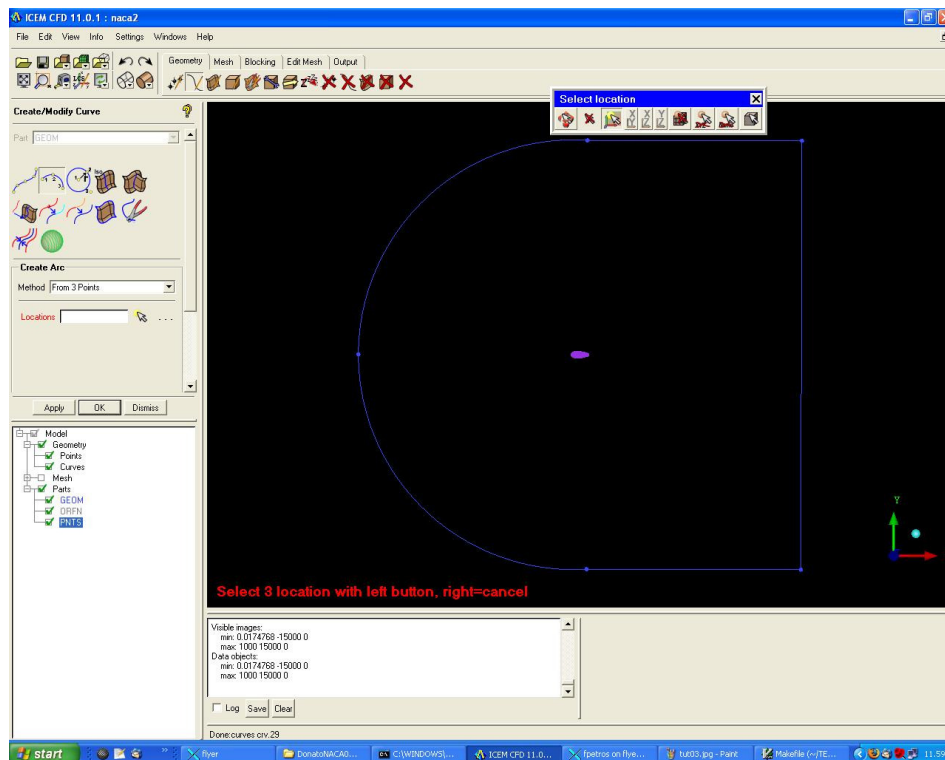
Con questi accorgimenti, possiamo caricare il file in ICEMcfld con il comando “File/Import Geometry/Formatted Point Data”:



Il consiglio che vi do è quello di utilizzare come corda del profilo non il valore unitario, ma il valore 1000, potremo scalare alla fine il tutto per riportare la corda al valore 1. Con questo accorgimento renderemo il lavoro ad Icem molto più semplice, e sarà più facile anche calcolare la spaziatura che vorremo usare per il mesh.

Adesso inizia la parte più noiosa: unire i puntini. Purtroppo Icem non riconosce l'ordine dei punti in modo da ottenere direttamente una curva. Ci tocca unire a mano i punti, con il comando che genera la linea nella scheda "Geometry", comando "Create/Modify Curve". Abbiamo il vantaggio però di avere una curva creata direttamente da Icem (è una spline del 3 ordine) e quindi il programma la gestirà senza problemi (split, merge, scala ecc).

Una volta uniti i puntini, andiamo ad aggiungere i punti che formeranno il farfield del dominio computazionale, e li uniamo per creare il bordo dello spazio. Nella parte anteriore io uso il comando "Arc" per creare un arco di curva in modo da avere la stessa tangente dei tratti rettilinei superiore ed inferiore.

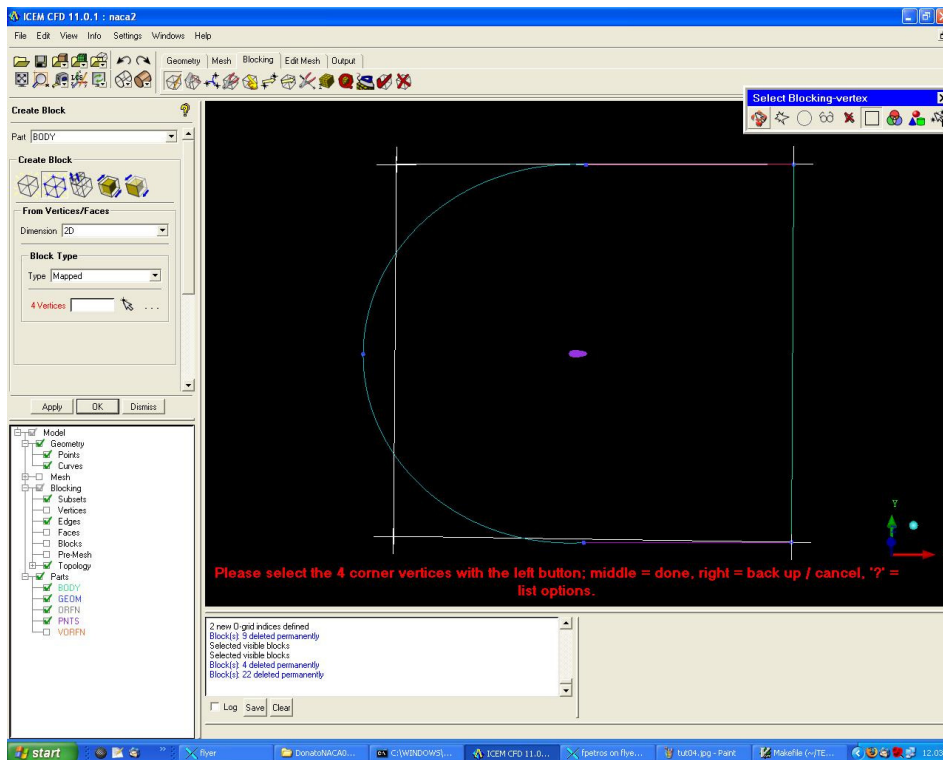


Siamo a metà dell'opera.

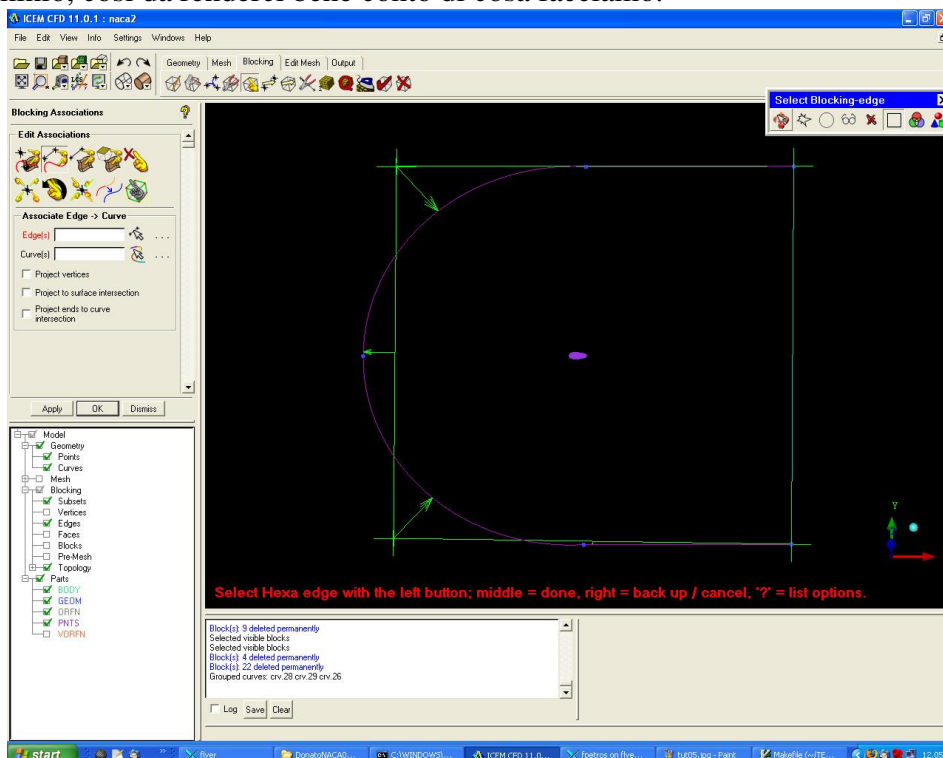
Adesso entriamo nella scheda "Blocking" e creiamo il blocco che diventerà il nostro mesh. Non avendo definito superfici (non ce n'è bisogno, ci risparmiamo molti problemi), dovremo inizializzare il blocco scegliendo "2D Planar", ottenendo un bel nulla! In realtà il blocco viene creato ma in un piano che non è quello in cui stiamo lavorando. A video vedremo una linea bianca che prosegue all'infinito, quello è il blocco che Icem ha creato da solo. Andiamo sul pulsante "Cancella Blocchi", selezioniamo la casella "Cancella permanentemente" e cancelliamo questo blocco creato (per selezionarlo premete il pulsante a forma di occhiali per selezionare "tutto il visibile").

A questo punto torniamo al comando "Create Block", e selezioniamo il comando "From vertices" per creare il nostro blocco. Selezioniamo 4 punti nel nostro piano di lavoro che circondino il nostro dominio di calcolo, non è importante essere precisi. Importante è invece l'ordine di selezione, in quanto per ottenere un blocco quadrato Icem necessita di una selezione a "Z", ovvero i vertici devono essere cliccati non secondo un verso orario o antiorario, ma seguendo una Z, ovvero i due superiori e i due inferiori nello stesso ordine da sinistra verso destra, come se stessi cliccando i punti che formano una Z. Ovviamente il nostro blocco è 2D, e del tipo Mapped.

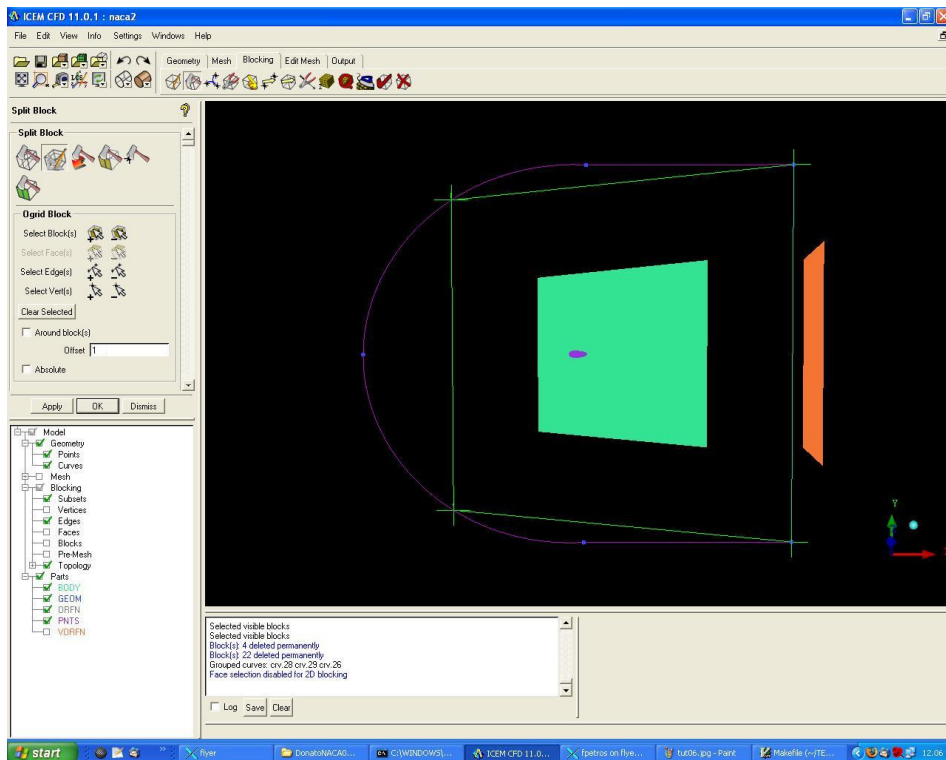
Avremo alla fine un bel quadrato bianco, come nella figura seguente.



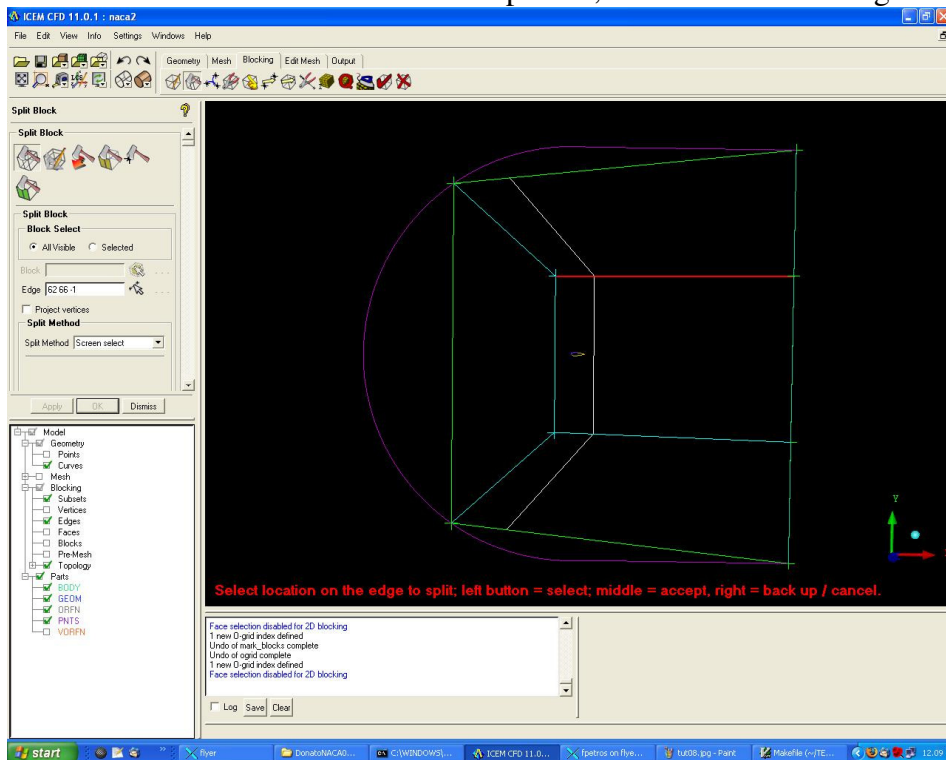
Sempre nella scheda Blocking, scegliamo “Blocking Association” ed associamo i lati del blocco ai bordi del dominio computazionale, e i vertici posteriori con i vertici del bordo posteriore del dominio. Fatto questo scegliamo il comando “Move vertices” e spostiamo i vertici del blocco sui bordi del dominio, così da renderci bene conto di cosa facciamo.



Siamo pronti ad utilizzare la grande feature di Icem che è l’Ogrid. Questa magica feature crea un blocco all’interno del nostro blocco principale, con la proprietà di normalità delle celle nella direzione che collega i due blocchi, proprio quello che ci serve. Andiamo nel comando “Split block” e scegliamo “Ogrid block”. Selezioniamo il blocco dal quale creare l’Ogrid (1 ne abbiamo), poi selezioniamo anche il lato posteriore (edge selection), poiché vogliamo che l’Ogrid non venga fatta su questo lato, in modo da ripetere la la forma a C del bordo del dominio anche all’interno.

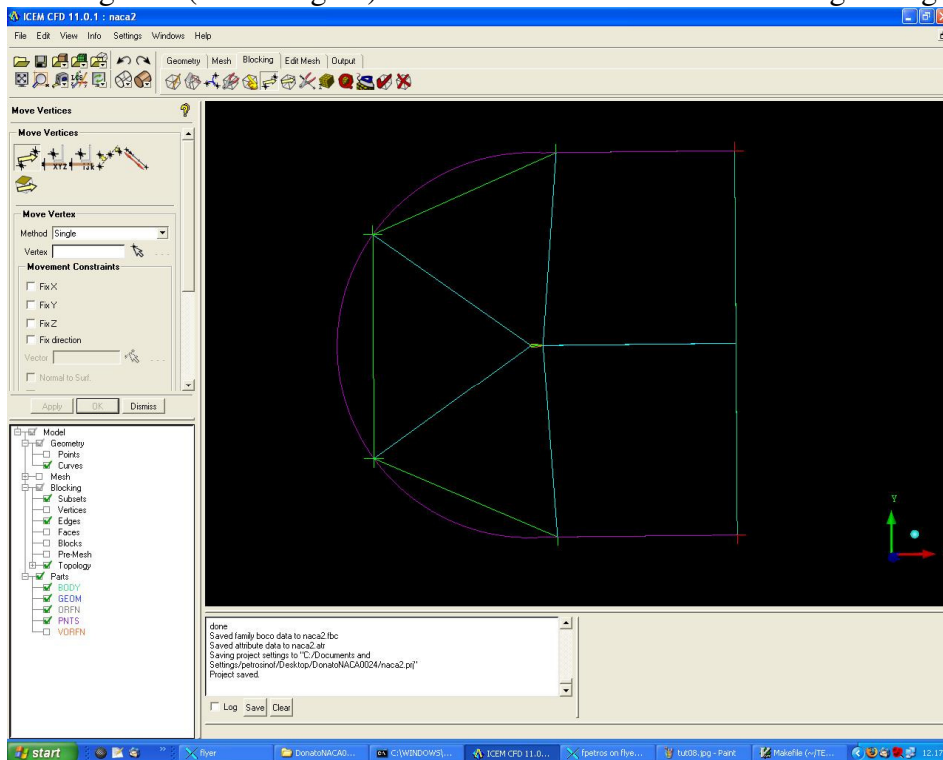


Creiamo l'Ogrid avendo cura di lasciare l'offset ad 1 (anche se la nostra corda è 1000). Abbiamo quindi un blocco all'interno uguale al blocco esterno. Andiamo a tagliare la parte posteriore così da ottenere un blocco che circonda il profilo, come si vede nella figura seguente.



A questo punto dobbiamo associare i lati dei blocchi interni che abbiamo creato ai corrispondenti lati della geometria (e rispettivamente i punti ai punti dove possibile). Poiché vogliamo una griglia fatta bene, dobbiamo allineare i vertici. Useremo sempre il comando "Move vertex", scegliendo la possibilità XYZ, dove bisogna specificare un punto di riferimento ed un punto che verrà spostato assumendo la X, la Y o la Z del punto di riferimento scelto. Per fare un esempio, i vertici del blocco che si trova nella scia del profilo che si trovano al farfield posteriore, dovranno avere la stessa Y dei

punti finali del profilo (nel nostro caso il profilo è aperto all'estremità posteriore). In questo modo avremo un blocco regolare (un rettangolo). Il risultato finale è visibile nella figura seguente.



Prima di passare alla scelta della spaziatura dei vari lati dei blocchi, dobbiamo cancellare il blocco interno al profilo. Questo perché in caso contrario, essendo il blocco strutturato, il numero di punti che sceglieremo di utilizzare per il bordo d'attacco del profilo lo ritroveremo anche nel bordo verticale che chiude il profilo, con un aggravio inutile di celle. Di nuovo andremo ad utilizzare il comando "Delete Block", sempre tenendo selezionata la casella "cancella permanentemente". Possiamo adesso scegliere la spaziatura che vogliamo lungo i vari edge con il comando "PreMesh Params", nella scheda dedicata agli edges.

Rimandando all'help del programma per le diverse leggi di spaziatura possibili, quella che preferisco è "Hyperbolic". Con questa legge bisogna definire il numero di punti, la dimensione della cella iniziale e di quella finale del lato (spacing 1 e 2), tutti gli altri parametri vengono calcolati automaticamente (eventuali impostazioni dell'utente che non siano spacing 1 e 2 vengono ignorate). Ricordate che il numero di punti N impostato permette di ottenere N-1 celle lungo quel lato, quindi se vogliamo creare una griglia per un codice numerico col multigrid il valore "N-1" deve essere una potenza di 2 (di conseguenza N deve essere dispari).

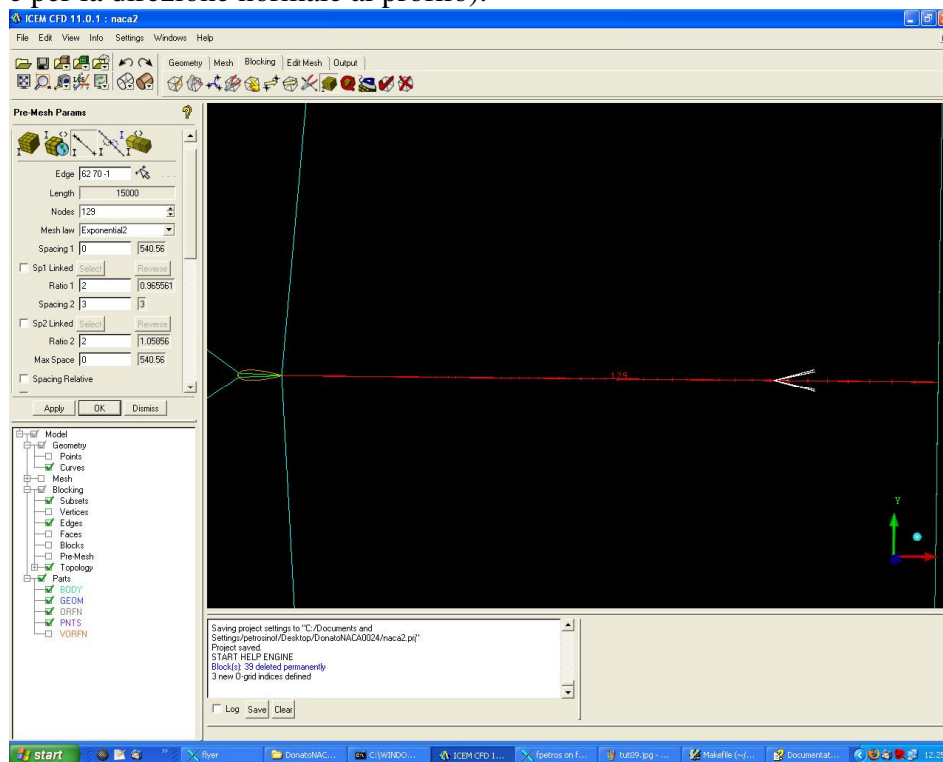
Ricordate di selezionare la casella "Apply to all parallel edges", in modo da applicare la stessa legge a tutti gli edge paralleli a quello scelto.

La legge hyperbolic permette di impostare la stessa dimensione di spacing per due edge vicini, in modo da ottenere una ottima regolarità tra diversi blocchi, senza salti che influirebbero sul risultato numerico finale.

Altra legge che consiglio di usare per i lati posteriore e in direzione normale al profilo è quella esponenziale, nella versione 1 o 2 a seconda di quale spacing vogliamo impostare (1 è quello di inizio del lato, 2 è quello finale, seguendo il verso indicato dalla freccia che compare sull'edge quando lo selezioniamo). Per questa legge va impostato il numero di punti, lo spacing e l'esponente dell'esponenziale, ma volendo si può anche non assegnare poiché Icem provvede a dare un valore ottimizzato. Lo stesso effetto si ottiene con la legge Geometric1 o 2, ovviamente la spaziatura segue un andamento di serie geometrica.

Nella figura seguente si vede un esempio di quanto detto, ovvero l'utilizzo della legge Exponential2 per il lato del blocco che va dal bordo d'uscita alla fine del dominio. La parte che si trova vicino al profilo, secondo il verso della freccia, è la 2, ed imposteremo la dimensione Spacing2 in modo da

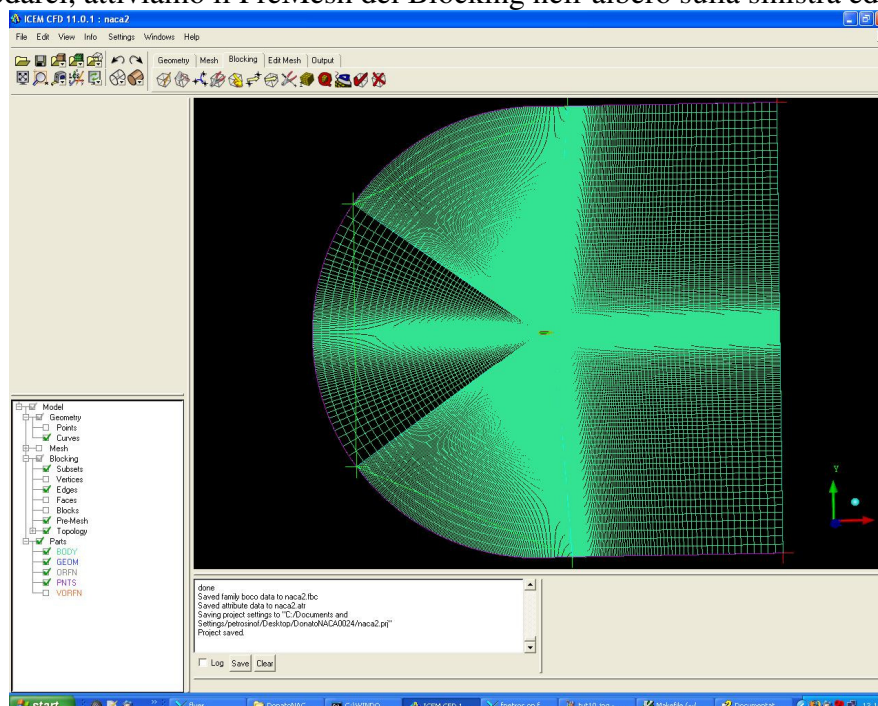
assicurare una uniformità della griglia nella parte posteriore (rispetto quindi alle spaziature scelte per il profilo e per la direzione normale al profilo).



Io consiglio di impostare le spaziature lungo il profilo, in modo che poi vengano copiate lungo i lati che si trovano al farfield del dominio. Questo perché ovviamente la parte importante della simulazione numerica è il profilo.

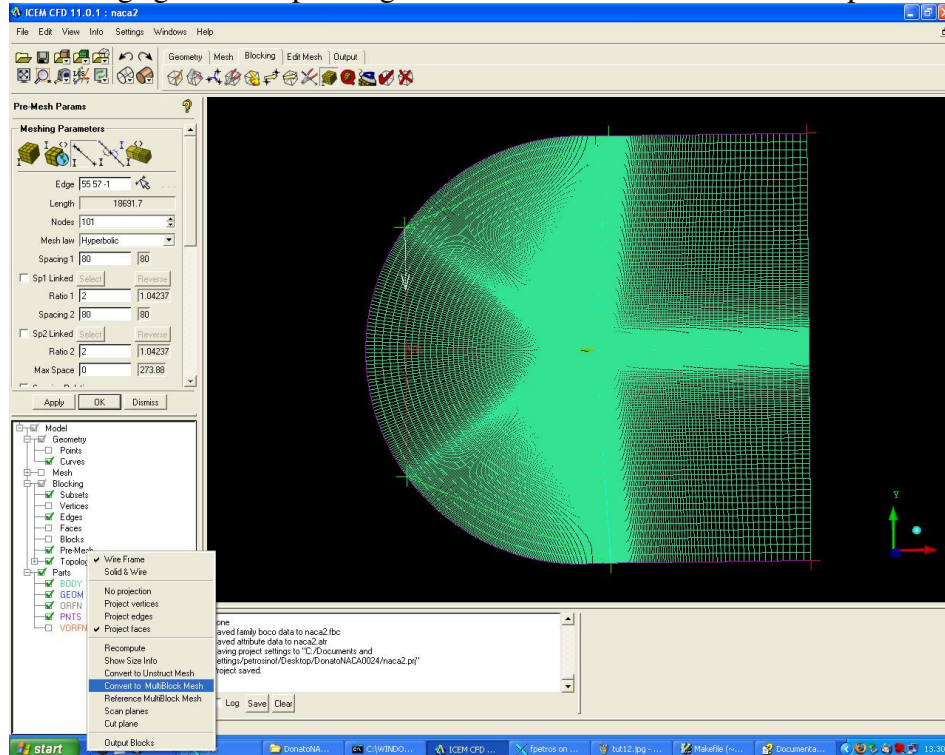
Soprattutto se la simulazione che faremo è viscosa bisogna fare attenzione a quante celle vogliamo mettere nello strato limite. La dimensione dello strato limite è sempre $1/(Re^{0.5})$, quindi se il Reynolds è 10^6 sarà 10^{-3} , se vogliamo mettere 10 celle nello strato limite dovremo imporre uno spacing di 10^{-4} , lavorando vicino al limite della precisione di Icem. Ma poiché siamo furbi, abbiamo utilizzato una griglia scalata 1000, così dovremo imporre come spaziatura sul corpo solo 0.1, facilitando il lavoro del software ed evitando di ottenere celle degeneri.

Finito di autolodarci, attiviamo il PreMesh del Blocking nell'albero sulla sinistra ed abbiamo questo



Come si nota, la griglia è uniforme nelle vicinanze del profilo. Dobbiamo correggere i salti di spaziatura tra i blocchi che si hanno allontanandosi dal profilo, altrimenti ne risentirà la simulazione numerica. In modo molto semplice, dobbiamo correggere la spaziatura per il lati dei blocchi che si trovano lungo il bordo del dominio. Deselezioniamo “PreMesh” e ritorniamo nel comando “PreMesh parameter” e leggiamo gli spacing dei lati che vogliamo tenere invariati. Nel nostro esempio cambieremo lo spacing del lato che si trova di fronte al bordo d’attacco del profilo, lasciando invariati i laterali. Fate attenzione a deselezionare “Apply to all parallel edge”, perché la spaziatura scelta sul profilo la vogliamo tenere invariata. Possiamo usare sempre la legge hyperbolic, lasciando invariato il numero di punti, ma cambiando gli spacing ponendoli uguali a quelli del corrispondente blocco.

Alla fine avremo una griglia molto più “regolare”. Rileselezioniamo “PreMesh” per un’anteprima.



Il lavoro è quasi finito.

Prima di creare il mesh conviene orientare in un modo a noi favorevole i diversi blocchi, anche in vista di future modifiche al file della griglia per adattarne il formato al nostro codice di simulazione.

Possiamo vedere l’orientamento selezionando nell’albero a sinistra “Blocking/Block”

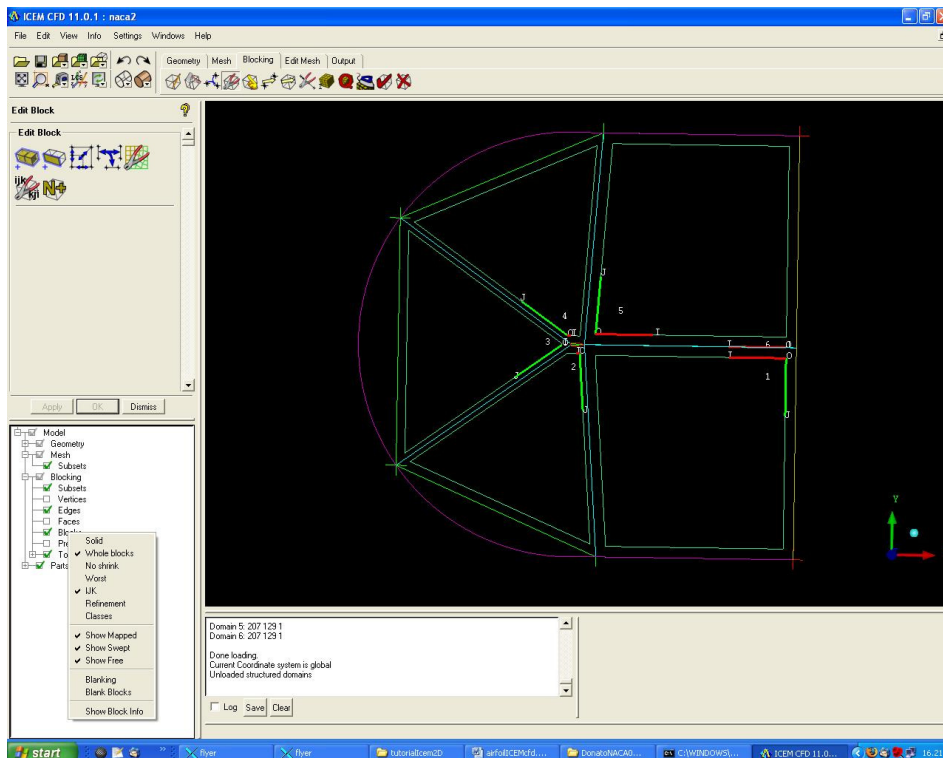
(deselezionando PreMesh per avere una visione più pulita). E poi cliccando con il destro ancora su Blocks selezioniamo “IJK”. Avremo modo di vedere così l’orientamento di tutti i blocchi.

Possiamo agire su di esso tramite il comando “Edit Block” della scheda Blocking, scegliendo appunto “Change Block IJK”. Dobbiamo prima di tutto settare l’origine del blocco in modo congruente in tutti i blocchi, e poi possiamo settare IJK utilizzando il pannello che ci appare, ovvero scegliendo l’attuale indice I quale indice dovrà diventare (può rimanre I, o diventare J o K).

Per una questione di semplicità, conviene orientare l’indice I sempre in direzione tangenziale al profilo, dal ventre verso il dorso; mentre l’indice J va dal profilo verso il bordo del dominio. Il blocco che chiude il profilo lo modifichiamo a piacere.

Possiamo cambiare anche il nome dei blocchi, con il comando “Rename Blocks”, in modo da avere in output i blocchi nell’ordine che vogliamo. Consiglio di dare i blocchi nella sequenza che rispetti la direzione dell’indice I.

Nella figura seguente vediamo nel nostro caso i blocchi orientati e rinominati come consigliato.



Possiamo finalmente creare il Mesh. Lo facciamo cliccando con il tasto destro sulla voce “Blocking/PreMesh” dell’albero a sinistra e scegliendo “Convert to Multiblock Mesh”.

In questo modo avremo una griglia multiblocco strutturata.

Possiamo scriverla in un file di testo, in modo da poterla modificare successivamente. Andiamo nella scheda “Output” e scegliamo come solutore “ZEN”, solutore strutturato del CIRA. Se la griglia fosse tridimensionale potremmo scegliere il solutore “POPINDA” che corrisponde al formato del solutore Flower del DLR, ma il formato POPINDA non gestisce il 2D.

Andiamo direttamente sul comando “Write Input” e facciamo scrivere la griglia. La troveremo nel file “ZEN.GRDFOR”. Questo file è un semplice file di testo. Saltate le prime righe che contengono la topologia per Zen, troviamo il numero di “celle” che formano il blocco seguito dalle coordinate dei punti del blocco ordinate secondo un ciclo for del tipo “for K ... for J ... for I”.

