

Mitja Morgut, Enrico Nobile, Paola Ranut
DICAR - Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura
Università degli Studi di Trieste

Esercitazione di Termofluidodinamica Computazionale

Utilizzo del Generatore di Mesh ANSYS-ICEM CFD
(B) Flusso in un gomito a 90°



Aprile 2012

Indice

1	Premessa	3
2	Import della geometria in ICEM	5
3	Creazione del punto materiale	7
4	Generazione di una isolina	9
5	Creazione delle parti	12
6	Creazione dei blocchi (Blocking)	15
6.1	Blocco iniziale	15
6.2	Creazione della L-grid	16
6.3	Eliminazione del blocco superfluo	19
6.4	Ulteriore suddivisione in blocchi	20
6.5	Associazione degli edges alle curve	21
6.6	Proiezione dei vertici sulle curve	24
6.7	Spostamento dei vertici	25
7	Generazione della mesh di primo tentativo	28
7.1	Setup della mesh di superficie	28
7.2	Pre-Mesh	30
8	O-grid interna	31
9	Cambio di distribuzione sulla O-grid	34
10	Check Quality	36
11	Output to CFX	38
12	Simulazione	40
12.1	Pre	40
12.2	Solver	43
12.3	Post	43

1 Premessa

Questa esercitazione è un complemento all'esercitazione *Calcolo del flusso turbolento in un gomito a 90° con ANSYS CFX*.

In questa esercitazione infatti creerete attraverso l'utilizzo di ANSYS-ICEM CFD 11, nel seguito ICEM per brevità, una mesh strutturata per lo studio del medesimo fenomeno visto nell'esercitazione sopra citata che è lo studio del flusso turbolento di un fluido incomprimibile (acqua a 20° C), in assenza di scambio termico, attraverso una curva a 90° di una tubazione a sezione circolare.

L'approccio di meshatura di seguito proposto è stato scelto per consentire all'utente principiante, di acquisire le conoscenze di base di ICEM-Hexa, con le quali poter in futuro affrontare problemi di meshatura ben più complessi.

Nel seguito ove non diversamente specificato, si assume che i termini in **grassetto** corrispondono esattamente alle voci dell'interfaccia grafica di ICEM. Il simbolo → indica una scelta da un menu o da una casella, mentre parole o frasi in *corsivo* stanno ad indicare commenti o considerazioni importanti per l'utente.

Per com'è stata strutturata questa esercitazione, prima di cimentarvi nell'uso di ICEM dovete innanzitutto eseguire le seguenti operazioni preliminari.

1. Esportate la geometria del condotto che avete creato con DesignModeler nel formato **Testo Parasolid** così come visibile dalle Fig. 1, Fig. 2

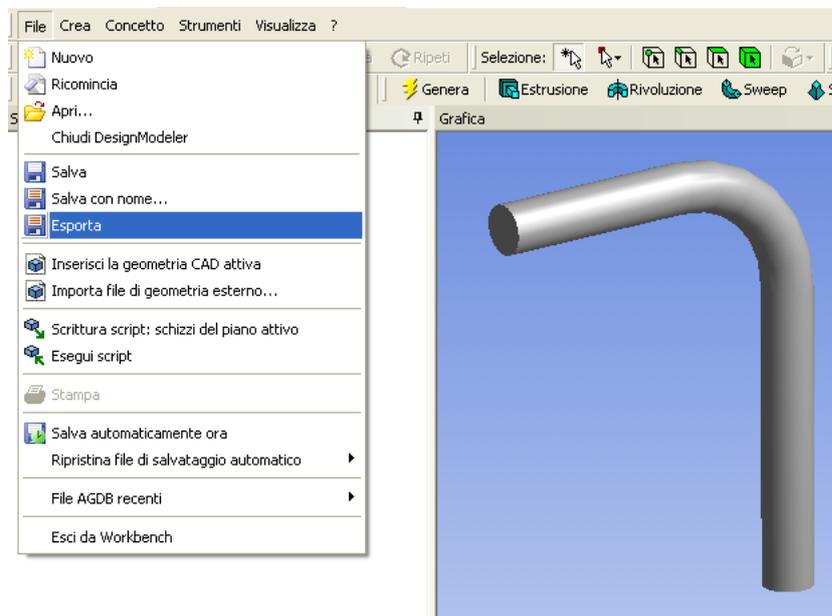


Figura 1: Selezione comando Esporta

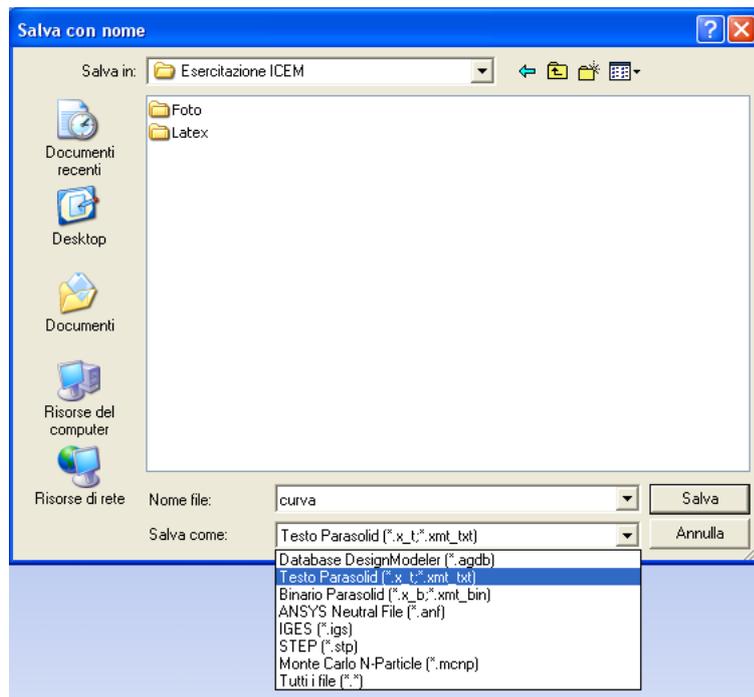


Figura 2: Selezione formato

2. Uscite dal Workbench e avviate ICEM fuori da tale ambiente.
Se volete potete avviare ICEM anche all'interno di questo ambiente selezionando dal Tab Project il tool Advance Meshing. In questo modo però vi ritroverete con una disposizione dei menu ed una rappresentazione della geometria, leggermente diversa di quella presente nelle figure del presente documento

2 Import della geometria in ICEM

1. Dal menu selezionate **File** → **Import Geometry** → **ParaSolid** così come visibile in Fig. 3

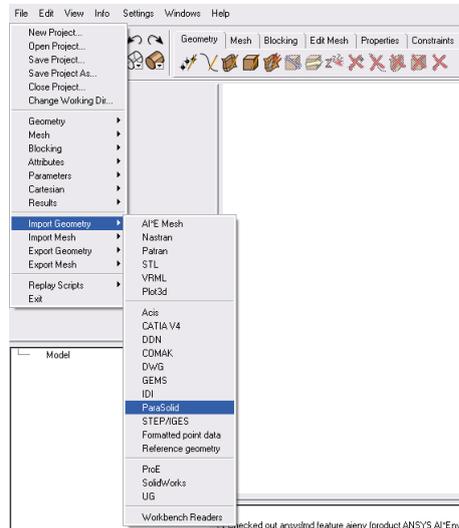


Figura 3: Selezione formato

2. Apparso il menu di Fig.4

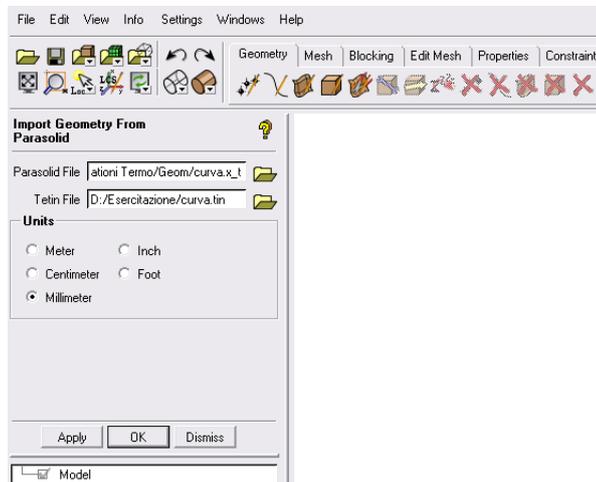


Figura 4: Impostazioni di Input

- 2.1: Nella casella **Tetin File** inserite il percorso della vostra directory di lavoro seguito da un nome da assegnare al file (ad. es. curva.tin).
- 2.2: Barrate nel campo **Units** l'opzione **Millimeter**
- 2.3: Premete **OK**

2.4: Appena premuto OK dovrebbe apparirvi la finestrella di Fig. 5.

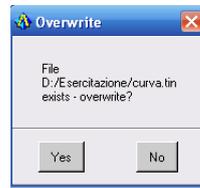


Figura 5: Richiesta di salvataggio

Premete su **NO**.

Fatto ciò dovrebbe apparirvi la geometria così come visibile in Fig. 6

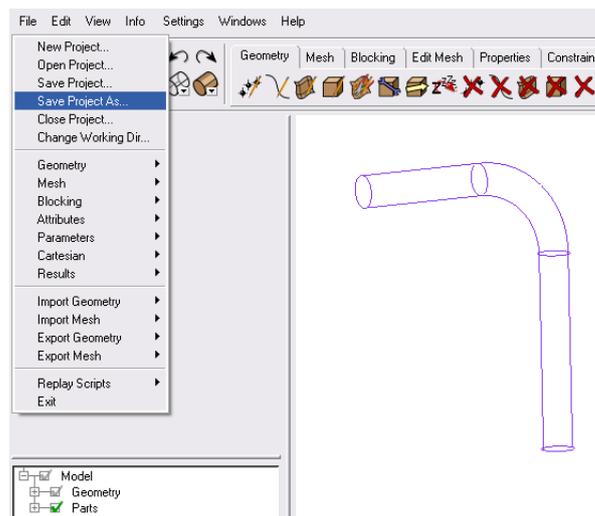


Figura 6: Salvataggio progetto

3. Premete su **File**→ **Save Project As** (Fig. 6) e salvate il progetto nella vostra directory di lavoro con il nome `Condotto_geom.prj`.

3 Creazione del punto materiale

Il punto materiale, identifica il volume chiuso (Body) che si vuole meshiare.

1. Dal Tab di funzionamento selezionate **Geometry** e poi l'icona *Create Body* indicata dalla freccia in Fig 7.



Figura 7: Selezione comando Create Body

2. Settate il comando come di seguito descritto ed anche visibile in Fig. 8.

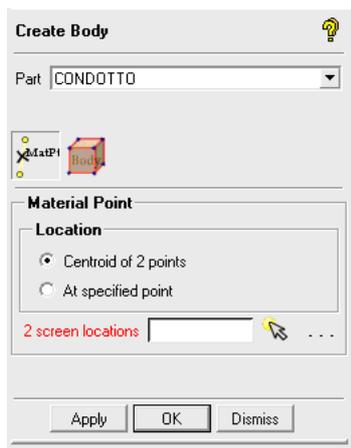


Figura 8: Setup di Create Body

- 2.1:** Rinominate la **Part**, ad.es. in CONDOTTO
- 2.2:** Scegliete di creare il punto materiale con l'opzione **Centroid of 2 points**
- 2.3:** Premete su  e poi scegliete due punti, ad.es. quelli indicati in Fig. 9. Premete poi su **Apply** oppure schiacciate il tasto centrale del mouse.
In questo modo dovrete creare il punto materiale visibile in Fig. 10.
- 2.4:** Uscite dal comando schiacciando **Dismiss**

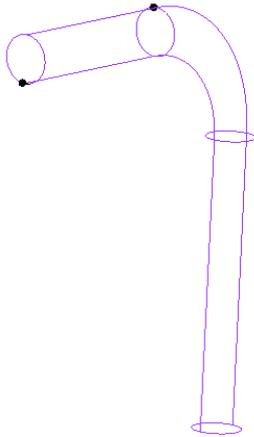


Figura 9: Sclta Punti

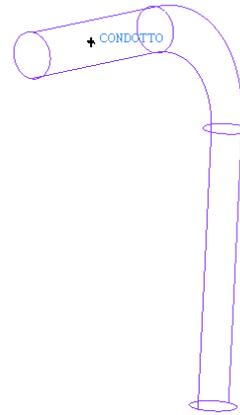


Figura 10: Punto materiale creato

3. Assicuratevi di aver scelto i punti in maniera corretta in modo tale che il punto materiale sia stato generato all'interno del condotto. Per facilitare tale controllo visualizzate anche le superfici.

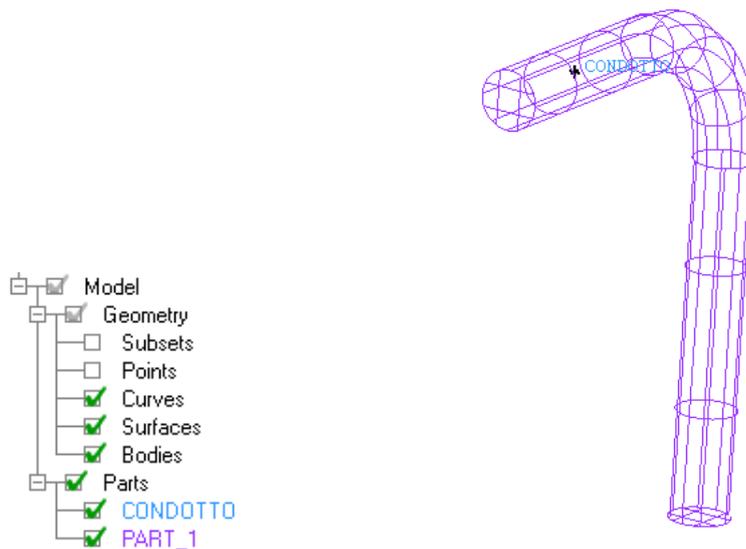


Figura 11: Visualizzazione curve, superfici, punto materiale

4. Salvate il progetto con il nome Condotto_body.prj

4 Generazione di una isolinea

Per creare più rapidamente la struttura a blocchi, per la mesh strutturata, avete bisogno di un'ulteriore curva. Più precisamente avete bisogno del perimetro della sezione in corrispondenza del ginocchio. Procedete nel seguente modo.

1. Assicuratevi che siano visibili le superfici e le curve
2. Dal Tab di funzionamento selezionate **Geometry** e poi l'icona **Create/Modify Curve** indicata dalla freccia in Fig. 12.



Figura 12: Selezione comando

3. Selezionate il comando **Create Section Curves** indicato dalla freccia in Fig. 13.

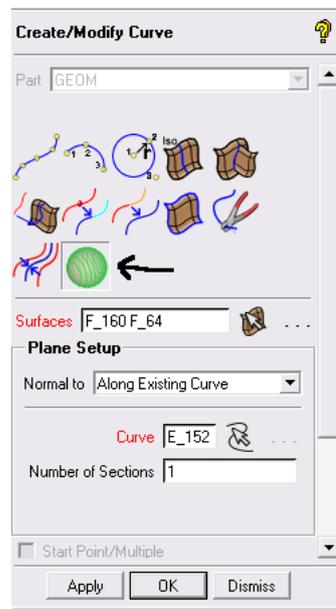


Figura 13: Comando **Create Section Curves** Attivo

- 3.1:** Premete su  e selezionate le superfici che costituiscono il ginocchio del condotto, così come indicato in Fig. 14. Una volta selezionate le curve premete il tasto centrale del mouse. (I nomi delle superfici scelte verranno visualizzati nell'apposito riquadro, vedi Fig.13).(Attenzione le superfici da selezionare sono due).



Figura 14: Selezione Superfici

3.2: Settate: **Plane Setup** → **Normal to** → **Along Existing Curve**

3.3: Premete su  e selezionate la curva indicata in Fig. 15. Una volta selezionata premete il tasto centrale del mouse. Il nome della curva scelta apparirà nell'apposito riquadro. (Vedi Fig. 13)

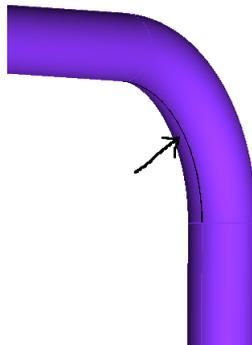


Figura 15: Selezione Curva

3.4: Impostate il **Number of Section** uguale a **1**

A questo punto dovrete avere nei campi del comando le stesse impostazioni visibili in Fig. 13

3.5: Premete **Apply**

Il meshatore dovrebbe creare la nuova curva e porla in nuova parte da lui stesso generata dal nome GEOM.

3.6: Premete **Dismiss** per uscire dal comando

4. Visualizzate esclusivamente le curve per vedere se effettivamente avete creato la nuova curva indicata in Fig. 16:

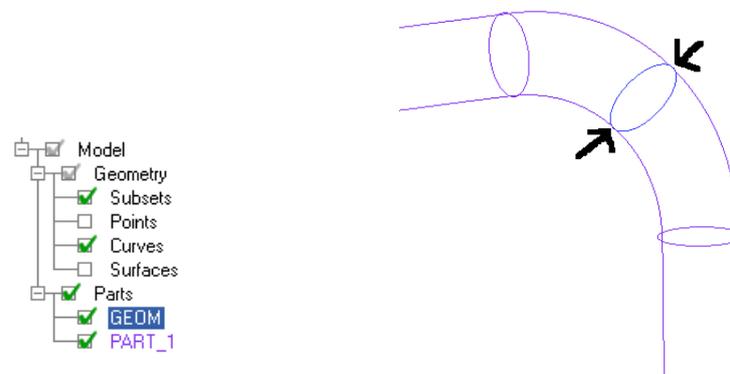


Figura 16: Creazione nuova curva

5. Salvate il progetto con il nome Condotto_Iso.prj

5 Creazione delle parti

A questo punto è utile suddividere la geometria in ulteriori parti.

1. Tasto destro del mouse sulla casella **Parts**.
Dal menu che appare scegliete l'opzione **Create Part**. (Fig. 17)

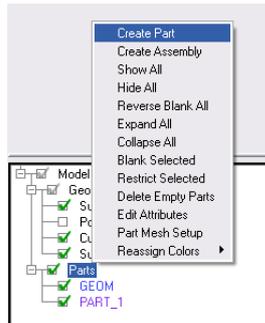


Figura 17: Selezione comando Create Part

Fatto ciò dovrebbe apparirvi il comando visibile in Fig. 18

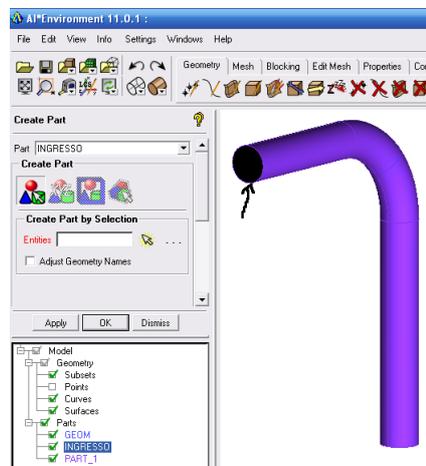


Figura 18: Selezione Superficie

- 1.1:** Digitate nella casella **Part** l'identificativo **INGRESSO**
- 1.2:** Schiacciate su  e selezionate la superficie di ingresso del condotto. (Quella indicata dalla freccia in Fig. 18)
- 1.3:** Premete il tasto centrale del mouse oppure sulla casella **Apply**.
*Premuto il tasto centrale o la casella apply il meshatore dovrebbe creare la parte **INGRESSO**.*

2. ATTENZIONE: Senza uscire dal comando create ora la parte PARETE.

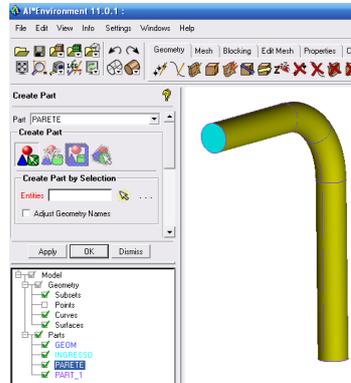


Figura 19: Creazione di PARETE

2.1: Digitate nella casella **Part** l'identificativo PARETE

2.2: Schiacciate su  e selezionate le superfici che compongono la parete/mantello del condotto.

2.3: Premete il tasto centrale del mouse oppure sulla casella **Apply**.

*Appena schiacciato il tasto centrale o la casella **Apply** il meshatore dovrebbe creare la parte PARETE.*

3. ATTENZIONE: Senza uscire dal comando create ora in maniera analoga a quanto fatto per le parti INGRESSO e PARETE la parte USCITA.

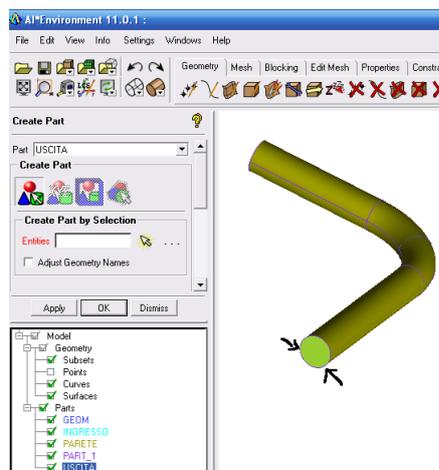


Figura 20: Creazione di USCITA

4. Provate ad accendere e spegnere le varie parti per vedere se effettivamente avete associato a ciascuna Parte le superfici desiderate.
Se vi accorgete di aver aggiunto qualche superficie o curva ad una parte sbagliata, allora rimediare è facilissimo. Ad es. se vi accorgete di aver dimenticato di aggiungere una superficie alla parte PARETE e di averla lasciata associata alla parte PART_1 così come visibile in Fig. 21 allora operate nel seguente modo:

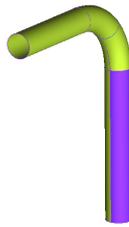


Figura 21: Parti mal create..., Giallo=PARETE, Viola=PART_1

- A1:** Tasto destro sulla **Parts** PARETE e tasto sinistro su **Add to Part** così come visibile in Fig. 22
- A2:** Selezionate la superficie che volete aggiungere alla parte PARETE. In questo caso la sup. più scura, colorata in viola. (Fig. 21)
- A3:** Premete il tasto centrale del mouse e la nuova associazione è fatta. (Fig. 23)

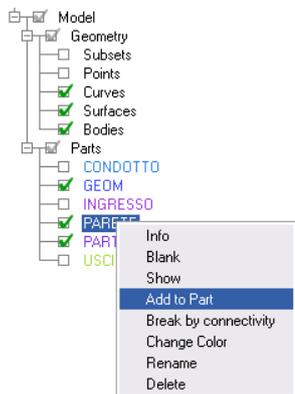


Figura 22: Add to Part

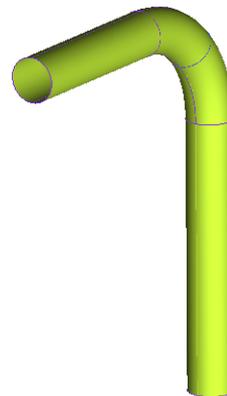


Figura 23: Superficie in PARETE

NOTA

Potete riassociare le curve e le superfici quante volte volete e in questo modo muoverle liberamente da una parte all'altra.

5. Salvate il progetto con il nome `Condotto_Part1.prj`

6 Creazione dei blocchi (Blocking)

Inizierete ora a creare la struttura a blocchi attraverso la quale definirete successivamente la mesh strutturata

6.1 Blocco iniziale

1. Dal Tab di funzionamento selezionate **Blocking** e poi cliccate sull'icona **Create Block** così come visibile in Fig. 24.



Figura 24: Selezione del comando *Create Block*

2. Comparsa la finestra di comando visibile in Fig. 25, premete direttamente il tasto **Apply** e vedrete generato un blocco che racchiude la geometria.
Generato il blocco iniziale il meshatore inizierà una nuova parte chiamata VORFN e renderà disponibili tutti gli altri comandi del Tab Blocking utili a manipolare la struttura a blocchi.

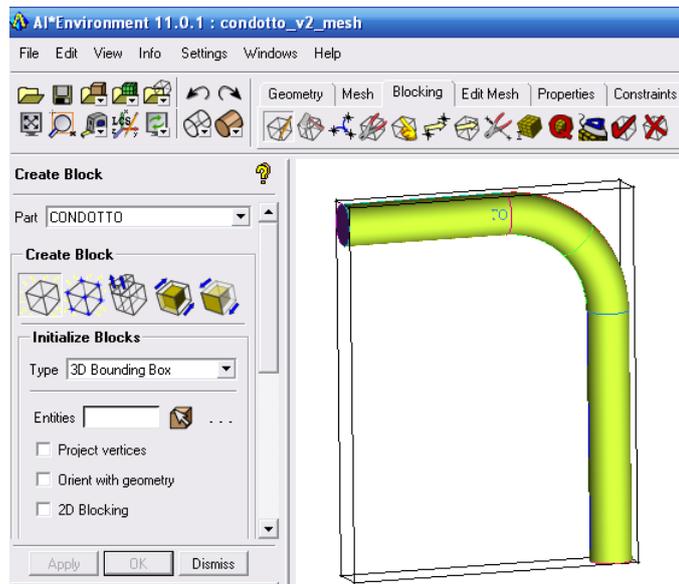


Figura 25: Blocco iniziale

6.2 Creazione della L-grid

Per catturare al meglio la topologia del condotto conviene creare una L-grid.

1. Sempre dal Tab **Blocking**, schiacciate sull'icona **Split Block** indicata dalla freccia in Fig. 26.
2. Dal menu **Split Block** selezionate il comando **Ogrid Block**. (Fig. 26)

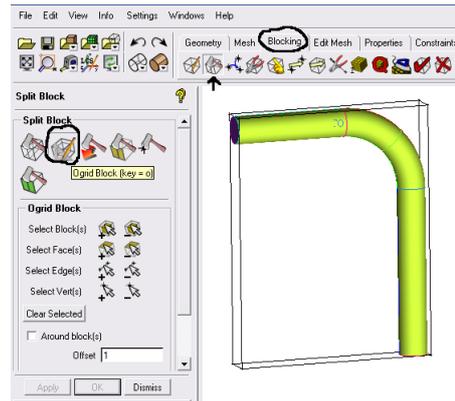


Figura 26: Selezione comando Ogrid Block

3. Schiacciate sull'icona accerchiata, di Fig. 27, del campo **Select Block(s)**. Appena schiacterete su tale l'icona vedrete apparire il blocco di Fig. 27.

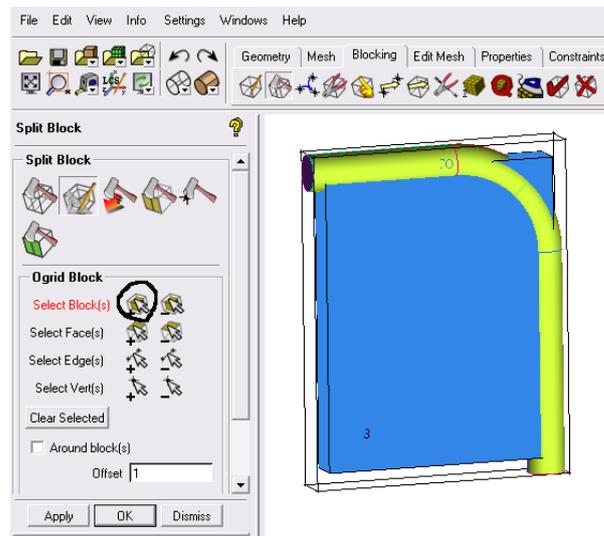


Figura 27: Selezione blocco

- 3.1:** Selezionate il blocco con il tasto sinistro del mouse e una volta selezionato premete il tasto centrale.

Con ciò dovrete ottenere il risultato visibile in Fig. 28

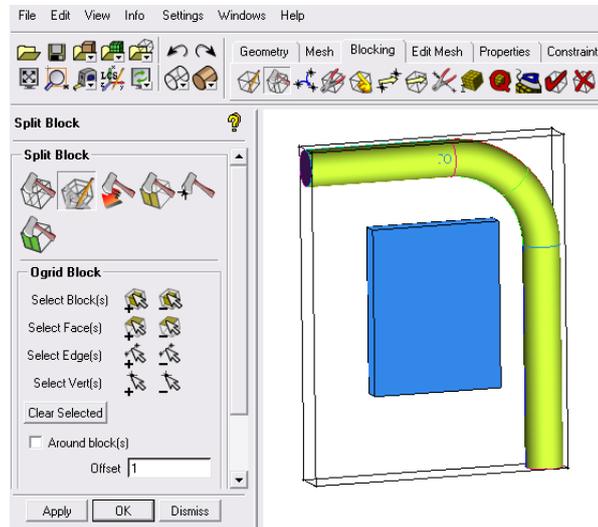


Figura 28: Selezione Blocco Effettuata

- 3.2:** Schiacciate sull'icona di **Select Face(s)**, cerchiata in Fig. 29

Appena schiacterete su questa icona, appariranno su ciascuna faccia del blocco iniziale dei rettangoli visibili in Fig. 29.

Selezionando i rettangoli si decide su quali facce si vuole spiaccicare il blocco selezionato in precedenza.

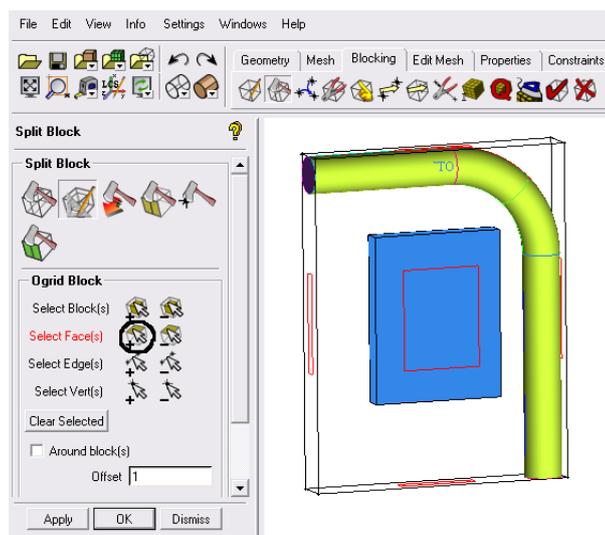


Figura 29: Selezione facce

- 3.3:** Selezionate il rettangolo della faccia di ingresso, quello della faccia di uscita e quelli che stanno sulle due facce laterali. Una volta selezionate le facce premete il tasto centrale del mouse.

Fatto ciò dovrete essere nella situazione visibile in Fig. 30

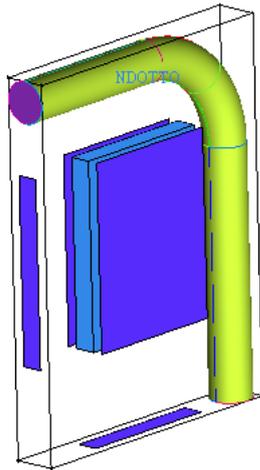


Figura 30: Selezione blocco+facce

- 3.4:** Premete il tasto **Apply** ottenendo la struttura L-grid visibile in Fig. 31.

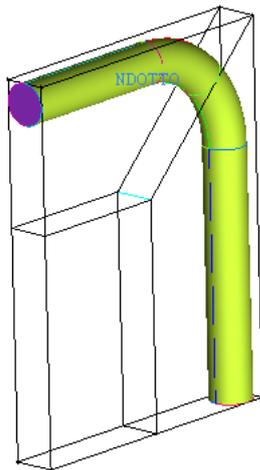


Figura 31: L-grid

4. Salvate il progetto con il nome `Condotto_Lgrid.prj`

6.3 Eliminazione del blocco superfluo

1. Dal Tab di funzionamento selezionate **Blocking** e cliccate sull'icona **Delete Block** indicata dalla freccia in Fig. 32.

1.1: Selezionate il blocchetto in basso a sinistra, evidenziato in Fig. 32.

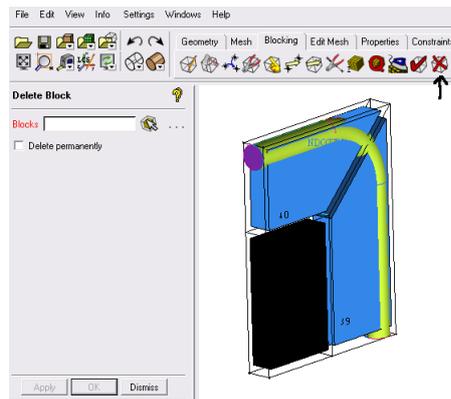


Figura 32: Prima di premere Apply

1.2: Premete **Apply**.

Dovreste ottenere la struttura a blocchi di Fig. 33. Notate come tale struttura abbia una forma ad L

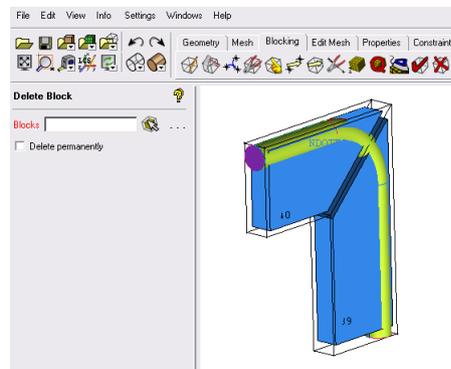


Figura 33: Blocco eliminato

2. Salvate il progetto con il nome `Condotto_NoBlock.prj`

6.4 Ulteriore suddivisione in blocchi

Per ottenere una buona mesh dovete ulteriormente suddividere la struttura a blocchi fin qui creata.

1. Dal Tab **Blocking** selezionate l'icona indicata dalla freccia in Fig. 34.
2. Dal **Split Block** cliccate sull'icona cerchiata (Fig. 34)
 - 2.1: Cliccate sul simbolo  e selezionate l'edge indicato dalla freccetta.
 - 2.2: Una volta visibile il taglio premete il tasto centrale del mouse.

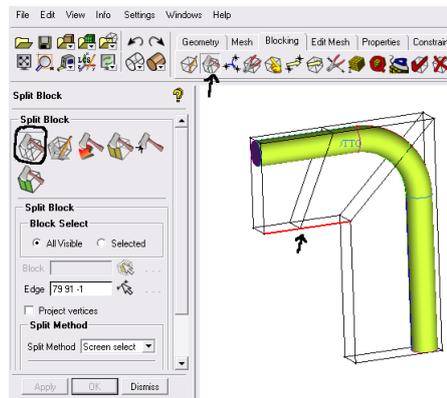


Figura 34: Primo Split

- 2.3: Cliccate con il mouse sull'edge in rosso di Fig. 35.
- 2.4: Una volta visibile il taglio premete il tasto centrale del mouse.
- 2.5: Premete **Dismiss** per chiudere il comando.

Effettuati i due tagli dovreste ritrovarvi con una struttura simile a quella di Fig. 36.

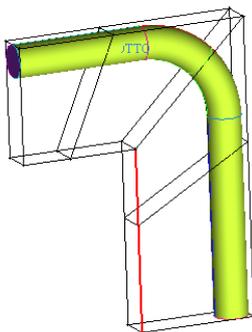


Figura 35: Secondo Split

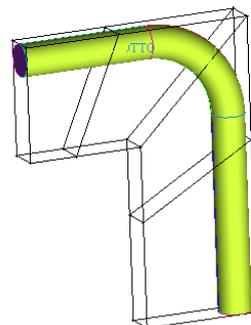


Figura 36: Struttura a blocchi finale

3. Salvate il progetto con il nome `Condotto_Split.prj`

6.5 Associazione degli edges alle curve

1. Per operare con maggiore facilità visualizzate solamente le curve
2. Dal Tab **Blocking** selezionate l'icona **Associate** indicata dalla freccetta (Fig. 37) e successivamente scegliete da **Edit Associations** il comando cerchiato.

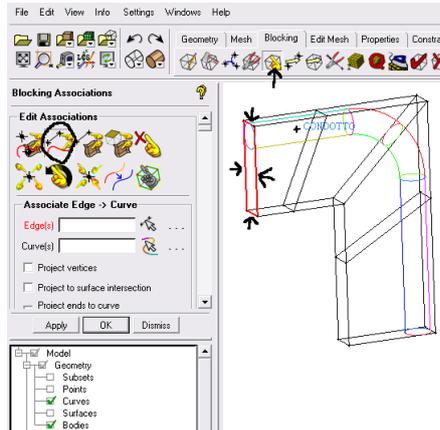


Figura 37: Selezione comando

- 2.1: Premete sull'icona , scegliete gli edges evidenziati in Fig. 37 e premete il tasto centrale del mouse. *I nominativi degli edges scelti dovrebbero comparire nella casella Edge(s); (Fig. 38).*
- 2.2: Premete sull'icona , selezionate le curve che compongono il cerchio della sezione di ingresso (Fig. 38) e una volta selezionate premete il tasto centrale del mouse. Premuto il tasto centrale il meshatore immediatamente associerà gli edge selezionati alle curve selezionate. *Gli edge appena associati si coloreranno di verde. Infatti quando gli edges vengono associati essi si colorano sempre di verde.*

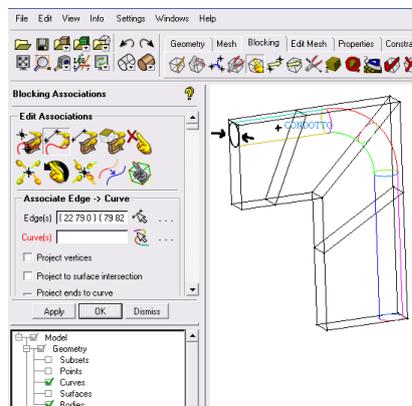


Figura 38: Selezione curve 1^a associazione

ATTENZIONE: Senza uscire dal comando proseguite con le seguenti associazioni.

2.3: Premete sull'icona , scegliete gli edges evidenziati in Fig.39 e premete il tasto centrale del mouse

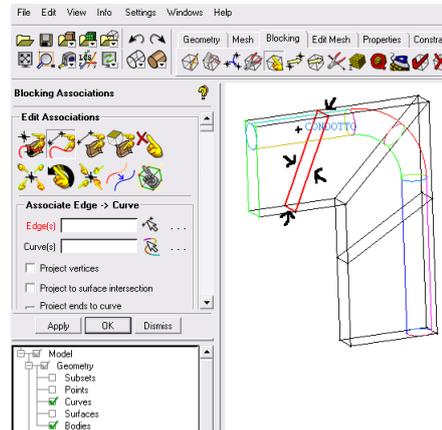


Figura 39: Selezione edges 2^a associazione

2.4: Premete sull'icona , selezionate le curve indicate in Fig. 40 e premete il tasto centrale del mouse.

Come in precedenza il meshatore dovrebbe associare gli edge(s) selezionati alle curve selezionate. Notate come gli edge(s) appena associati si colorino anch'essi di verde.

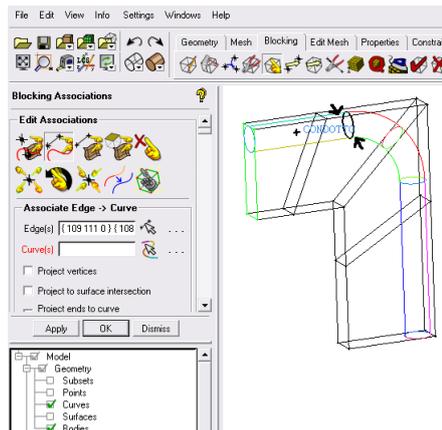
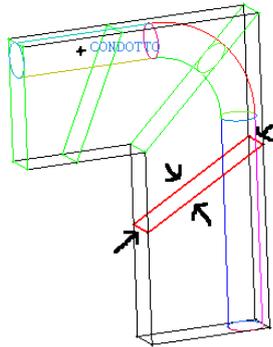
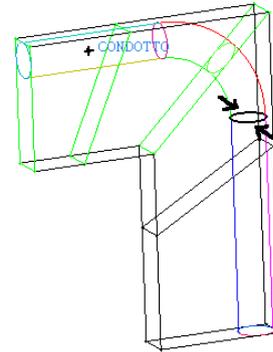
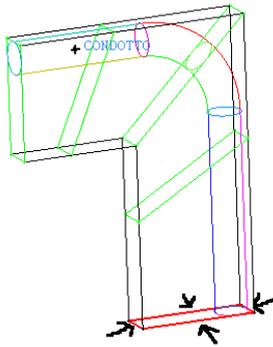
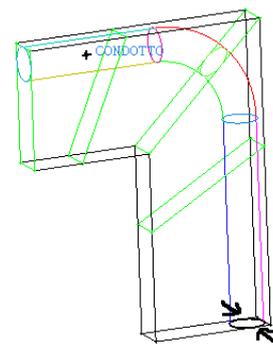


Figura 40: Selezione curve 2^a associazione

3. Proseguite in modo analogo a quanto fatto fin qui associando i restanti edges alle rispettive curve seguendo la sequenza delle figure di seguito riportate.

Figura 41: 3^a Selezione EdgesFigura 42: 3^a Selezione CurveFigura 43: 4^a Selezione EdgesFigura 44: 4^a Selezione Curve

4. Concluse le associazioni, salvate il progetto come Condotto_associations.prj

6.6 Proiezione dei vertici sulle curve

Ora proietterete i vertici degli edges sulle rispettive curve.

1. Selezionate dal menu **Edit Associations** il comando cerchiato (**Snap Project Vertices**). Lasciate le impostazioni del comando così come sono di default e premete il tasto **Apply**.

Questa operazione dovrebbe produrvi il risultato di Fig. 45. Come potete notare i vertici degli edges si sono adagiati sulle curve alle quali gli stessi edges sono stati precedentemente associati.

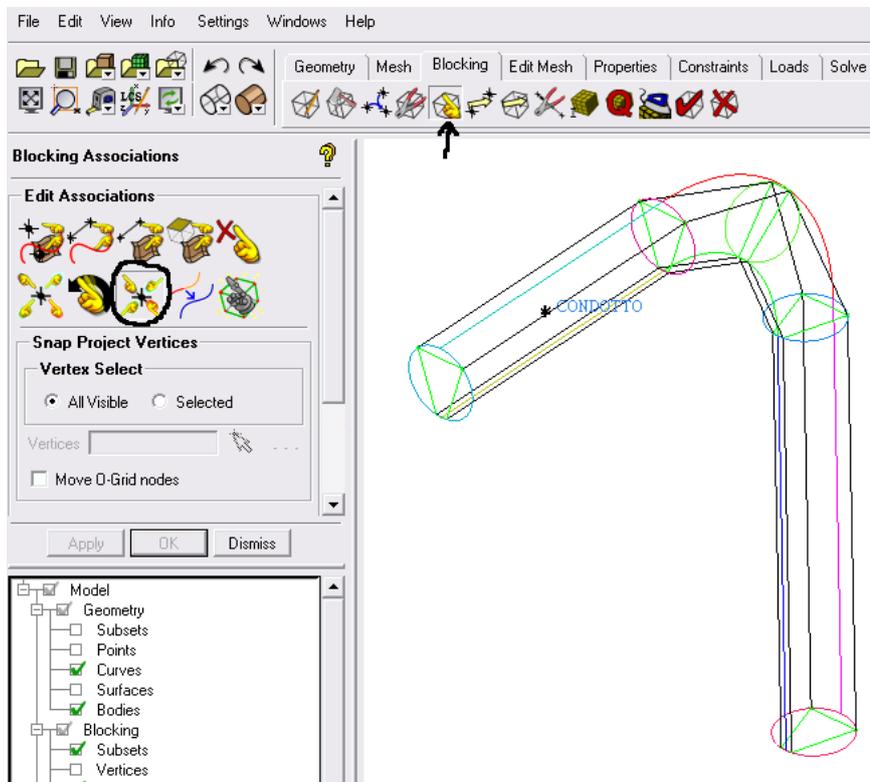


Figura 45: Snap dei vertici

2. Salvate il progetto come Condotto_Snap.prj

6.7 Spostamento dei vertici

In questa sezione sposterete i vertici associati alle varie curve in modo tale da adattare meglio i blocchi alla geometria del condotto.

1. Selezionate il Tab **Blocking**, schiacciate sull'icona **Move Vertex** indicata dalla freccia e poi selezionate il comando cerchiato di Fig. 46.

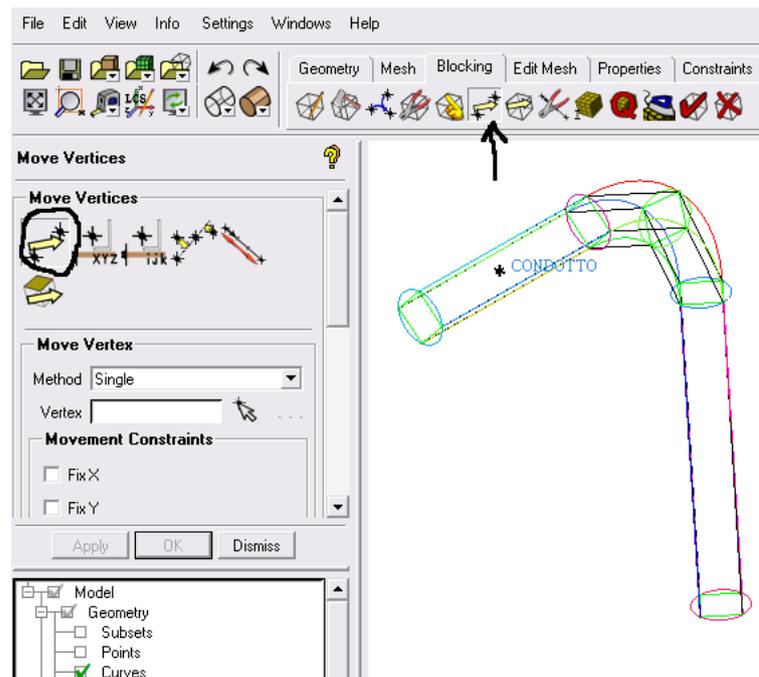


Figura 46: Selezione comando

2. Muovete i vertici associati alla curva della sezione di ingresso in modo tale da formare con gli edges un rettangolo. Per fare ciò potete seguire la sequenza di seguito proposta.
 - 2.1: Premete sul simbolo , successivamente premete sul vertice n.22 e spostatelo nella nuova posizione visibile in Fig. 47. Una volta spostato premete il tasto centrale del mouse.
 - 2.2: Premete sul simbolo , successivamente premete sul vertice n.26 e spostatelo nella nuova posizione visibile in Fig. 48. Una volta spostato premete il tasto centrale del mouse.
 - 2.3: Premete sul simbolo , successivamente premete sul vertice n.27 e spostatelo nella nuova posizione visibile in Fig. 49. Una volta spostato premete il tasto centrale del mouse.
 - 2.4: Premete sul simbolo , successivamente premete sul vertice n.82 e spostatelo nella nuova posizione visibile in Fig. 50. Una volta spostato premete il tasto centrale del mouse.

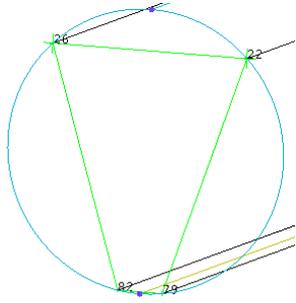


Figura 47: Posizione iniziale dei Vertici

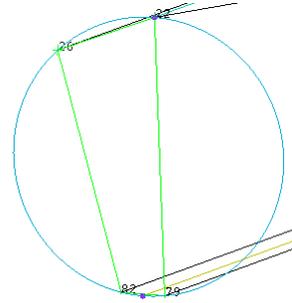


Figura 48: Spostamento Vertice 22

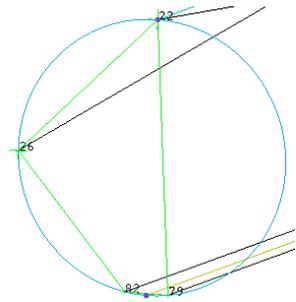


Figura 49: Spostamento vertice 26

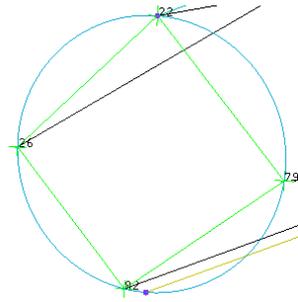


Figura 50: Spostamento Vertice 27

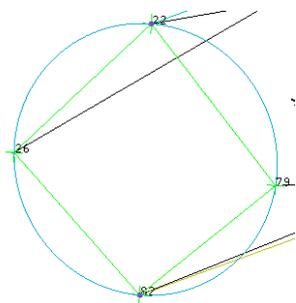


Figura 51: Spostamento Vertice 28

A questo punto dovete proseguire con un lavoro abbastanza lungo e minuzioso. Dovete infatti creare, spostando i vertici associati alle rispettive curve, delle strutture rettangolari simili a quella della sezione di ingresso.

Alle fine dovrete ottenere na struttura simile a quella visibile in Fig. 52 e Fig. 53.

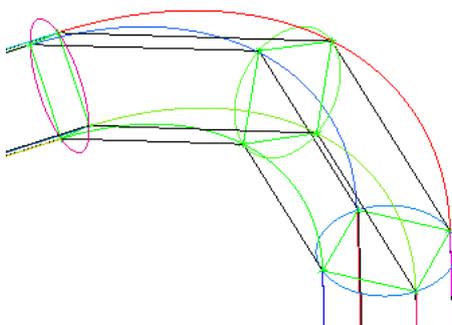


Figura 52: Ingrandimento del ginocchio

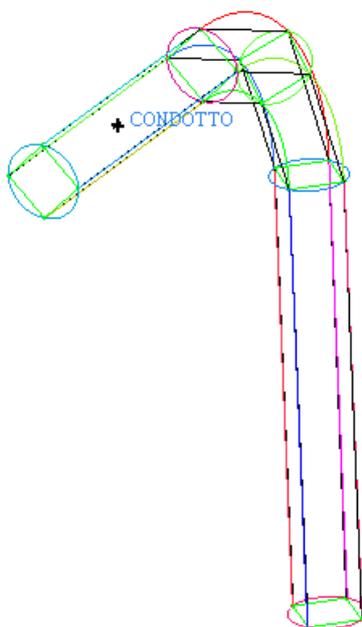


Figura 53: Struttura completa

3. Salvate il progetto con il nome Condotto_OKblock.prj

7 Generazione della mesh di primo tentativo

Ora creerete una mesh di primo tentativo.

Creare una mesh di primo tentativo è utile per capire immediatamente se la struttura a blocchi è stata creata in maniera adeguata

7.1 Setup della mesh di superficie

1. Accendete le superfici e tutte le parti.
2. Selezionate il Tab **Mesh** e l'icona **Surface mesh Setup** indicata dalla freccetta in Fig. 54.

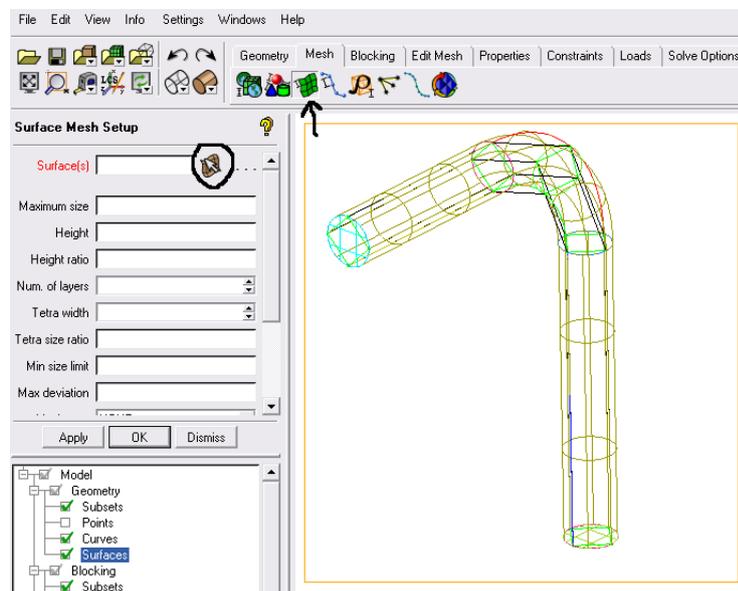


Figura 54: Selezione comando

- 2.1:** Selezionate tutte le superfici **accercchiando** il corpo così come visibile in Fig. 54.
- 2.2:** Premete il tasto centrale del mouse. *Fatto questo la selezione dovrebbe comparirvi nel campo Surfaces così come visibile in Fig. 55*
- 2.3:** Ponete il **Maximum size** uguale a **5** come visibile in Fig. 55.
- 2.4:** Premete **Apply**
- 2.5** Premete **Dismiss** per uscire dal comando

In questo modo dovrete aver definito la mesh di superficie

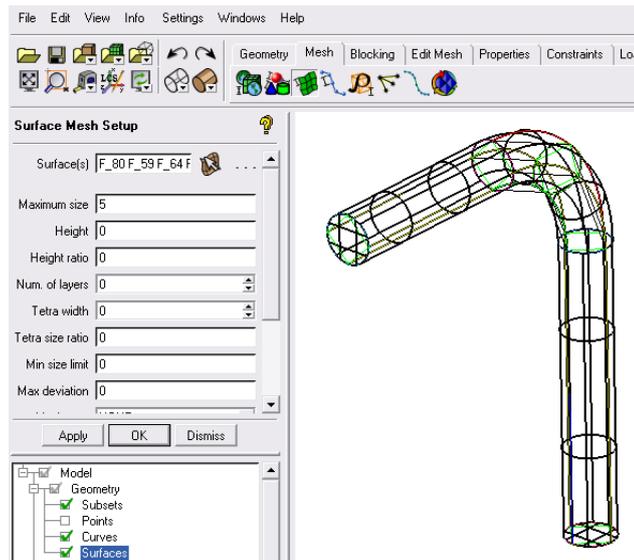


Figura 55: Selezione Superfici

3. Tornate nel Tab **Blocking** e selezionate l'icona **Pre-Mesh Params** indicata dalla freccia.

3.1: Assicuratevi che sia attivo il comando cerchiato di Fig. 56 e poi premete **Apply**

3.2: Premete **Dismiss** per chiudere il comando

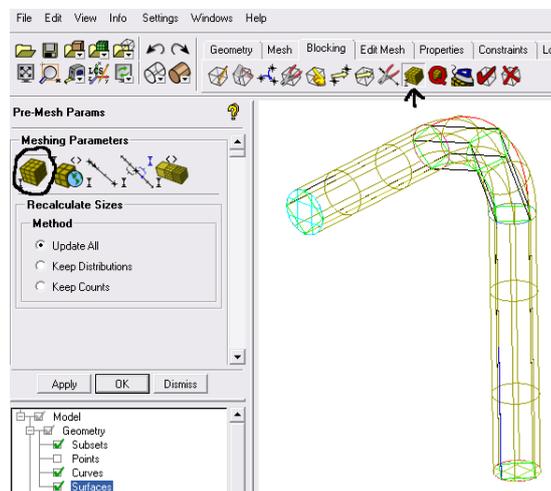


Figura 56: Pre-Mesh Params

7.2 Pre-Mesh

Ora siete finalmente pronti per generare la mesh strutturata.

1. Barrate la voce **Pre-Mesh** del menu **Blocking**.
Fatto ciò dovrebbe apparirvi la finestrella di Fig. 57
Premete **YES**.

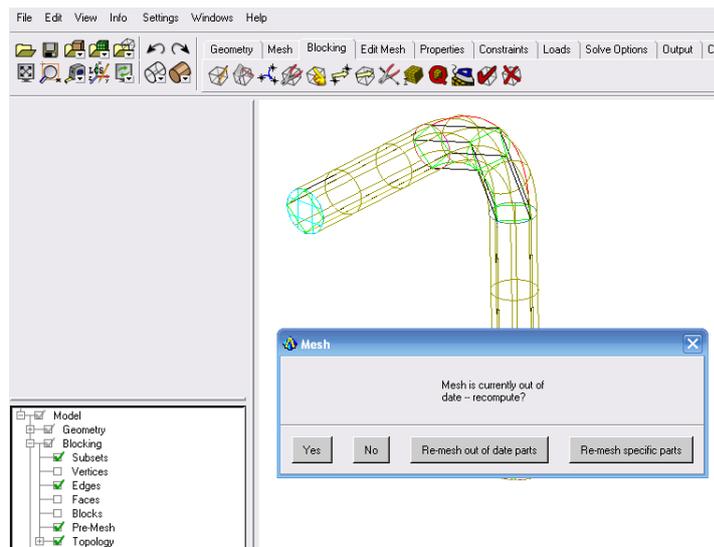


Figura 57: Selezione comando

Premuto Yes la mesh dovrebbe essere stata creata. Per vedere meglio la mesh non visualizzate le superfici e le curve.

condotto.

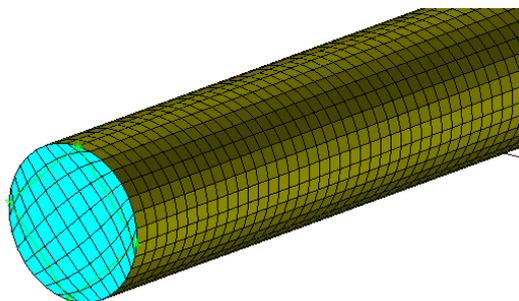


Figura 58: Mesh in corrispondenza della sezione di ingresso

2. Salvate il progetto con il nome `Condotto_mesh1.prj`

8 O-grid interna

Per migliorare ulteriormente la mesh dovete creare una O-grid interna al condotto (Fig. 60). Con ciò migliorerete la qualità degli elementi posti in corrispondenza della curvatura, come visibile dalle Fig. 59 e Fig. 60.

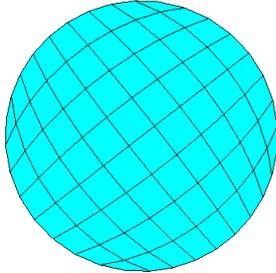


Figura 59: Senza l' O-grid

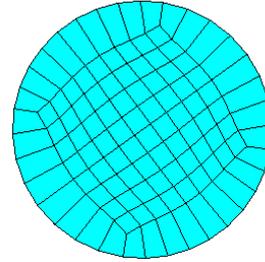


Figura 60: Con l'O-grid

Per giungere al risultato di Fig. 60 seguite la procedura che segue.

1. Per meglio operare, spegnete la **Pre-Mesh** e accendete le curve.
2. Selezionate, in maniera analoga a quanto è già stato fatto per la generazione della L-grid, dal Tab **Blocking** l'icona **Split Block** e poi il comando cerchiato (**Ogrid Block**).

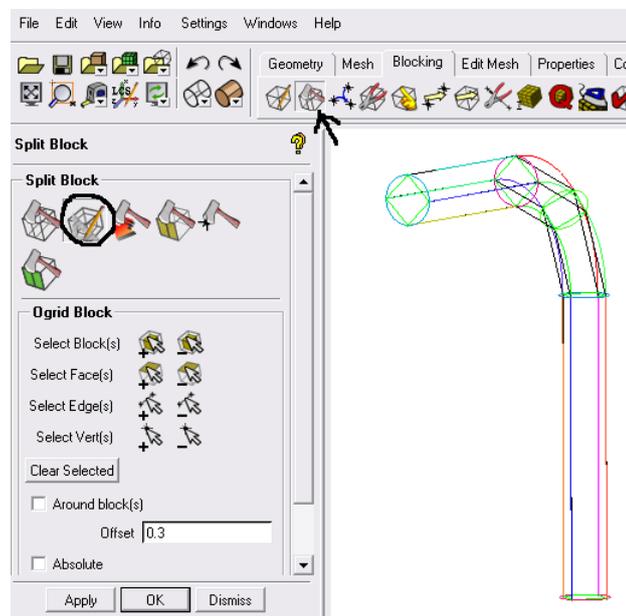


Figura 61: Selezione comando

- 2.1:** Premete su **Select Block(s)** ,
- 2.2:** Selezionate tutti i blocchi (Fig. 62)
- 2.3:** Premete il tasto centrale del mouse (Fig. 63)

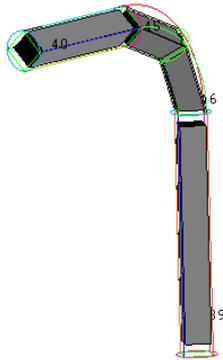


Figura 62: Selezione blocchi (2.2)



Figura 63: Dopo aver premuto Apply (2.3)

- 2.4:** Premete su **Select Face(s)**, ,
- 2.5:** Selezionate i rettangoli sulle facce di Ingresso e di Uscita (Fig. 64).
- 2.6:** Premete il tasto centrale del mouse (Fig. 65)

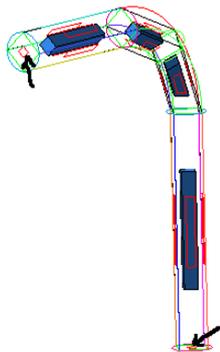


Figura 64: Selezione facce (2.5)

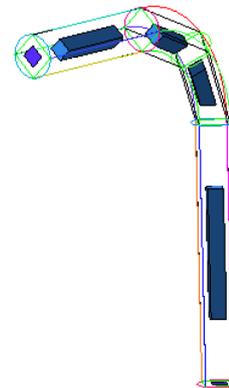


Figura 65: Dopo aver premuto Apply (2.6)

- 2.7:** SENZA BARRARE l'opzione **Around Block(s)**, ponete l'**Offset** uguale a **0.5**
- 2.8:** Premete **Apply** e poi **Dismiss**.

Spegnendo le curve e visualizzando solo gli edges dovrete aver ottenuto una struttura simile a quella di Fig. 66

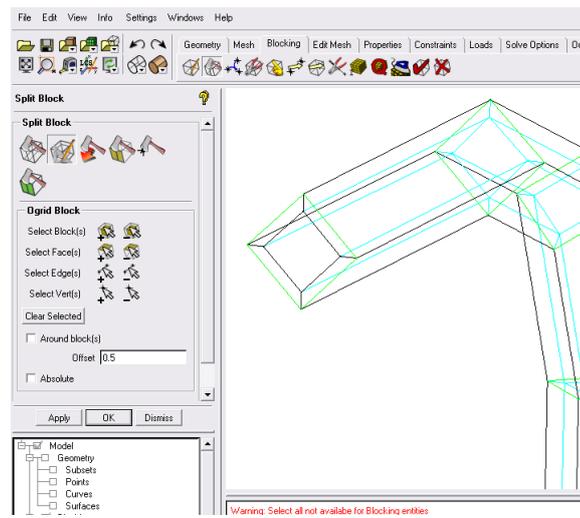


Figura 66: Visualizzazione O-grid interna

Accendendo poi la Pre-Mesh dovreste ottenere il risultato visibile in Fig. 67

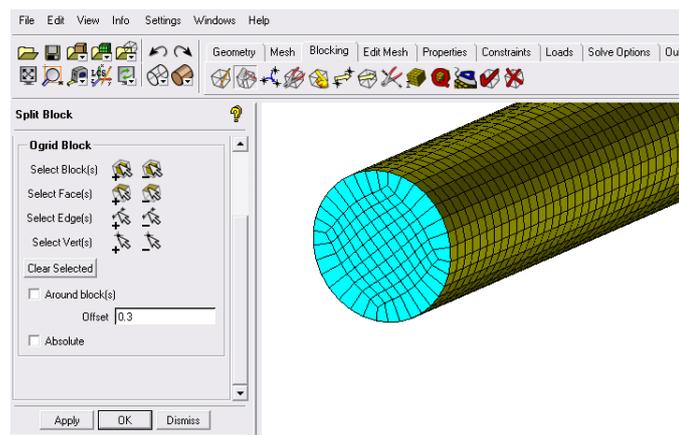


Figura 67: Visualizzazione della Pre-mesh

3. Salvate il progetto con il nome Condotto_Ogrid.prj

9 Cambio di distribuzione sulla O-grid

Come potete notare dalla Fig. 67 la mesh che è stata creata è tutt'altro che buona per studiare il problema in questione poichè a seguito della creazione della O-grid ora avete a contatto della PARETE degli elementi di buona qualità, con un angolo favorevole (essi infatti se notate sono ortogonali alla PARETE) ma purtroppo essi sono troppo alti.

Per migliorare la mesh l'operazione da fare è quella di spaccare questi elementi in tanti elementi più piccoli. Per fare ciò bisogna cambiare, aumentare la distribuzione dei nodi sugli edges che formano l'O-grid.

1. Scegliete il Tab **Blocking**, schiacciate sull'icona **Pre-Mesh Params** indicata dalla freccia e selezionate il comando cerchiato. (vedi Fig. 68)

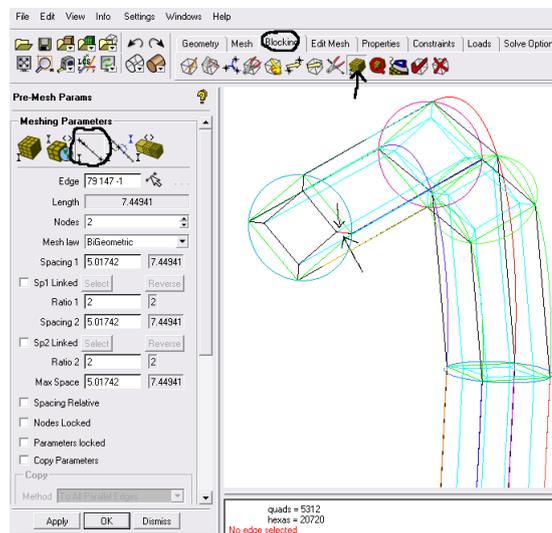


Figura 68: Selezione comando Edge params

- 2.1: Premete su  e poi selezionate ad.es. l'edge indicato dalle frecce. *Assicuratevi che la selezione dell'edge sia stata ricopiata nell'apposita casella. Fatto ciò dovrete ritrovarvi con la situazione visibile in Fig. 68*
- 2.2: Cambiate il numero di nodi da 2 a 5
- 2.3: Scegliete la **Mesh law** → **Uniform**
- 2.4: Barrate l'opzione **Copy Parameters**, e scegliete **To All Parallel Edges**
Fatto ciò dovrete ritrovarvi con la configurazione visibile in Fig. 69 dove il numero 5 sugli edges sta ad indicare il numero di nodi presente sugli edges selezionati.
- 2.5: Premete **Apply** e poi **Dismiss**

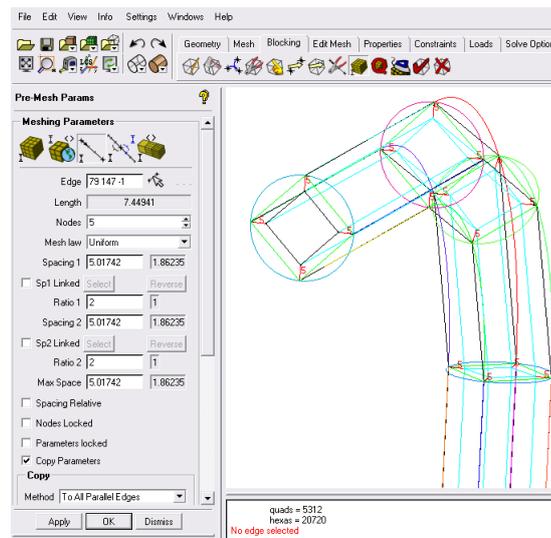


Figura 69: Distribuzione nodi

In Fig. 71 è visibile il risultato che avreste dovuto ottenere dopo l'aumento dei nodi.

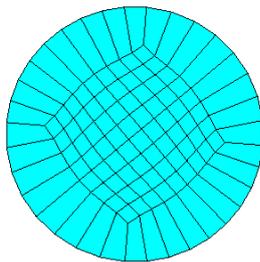


Figura 70: Prima del cambio di distribuzione

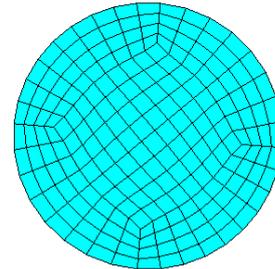


Figura 71: Dopo l'aumento dei nodi

Giocando sul numero dei nodi presenti sugli edges e sulla loro distribuzione potreste migliorare ulteriormente la mesh. Infatti il risultato ottenuto in questo esercizio è ben lontano dal risultato ottimale. Noi cmq. ci riteniamo già soddisfatti.

2. Salvate il progetto con il nome Condotto_fine.prj

10 Check Quality

Per verificare che la mesh creata sia effettivamente buona dovete eseguire un check della mesh. I parametri che normalmente si valutano sono il determinante 3x3x3 e l'angolo, poichè attraverso ad essi è possibile valutare la deformazione delle celle e la presenza di eventuali celle penetranti.

1. Selezionate dal Tab **Blocking** l'icona indicata dalla freccia in Fig. 72.



Figura 72: Selezione comando

- 1.1: Scegliete come criterio: **Determinant 3x3x3**. (Fig. 73)

- 1.2: Assicuratevi che **non** sia sbarrato **Active parts only**

- 1.3: Premete **Apply**

Dovreste ottenere il risultato visibile in Fig. 75. Non preoccupatevi se la qualità è globalmente minore di quella indicata in figura. L'importante è che il determinante 3x3x3 sia maggiore di 0, poichè questo garantisce che nella mesh non ci sono celle penetranti.

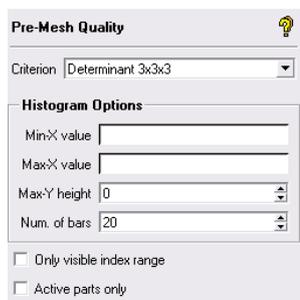


Figura 73: Check Determinant 3x3x3

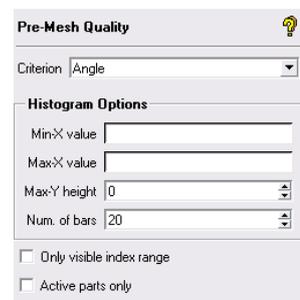


Figura 74: Check Angle

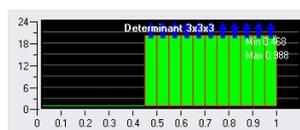


Figura 75: Determinant 3x3x3

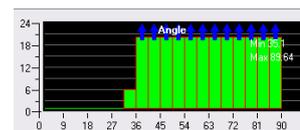


Figura 76: Angle

1.4: Scegliete come criterio: **Angle** (Fig. 74)

1.5: Assicuratevi che **non** sia barrato **Active parts only**

1.6: Premete **Apply**

Dovreste ottenere la distribuzione di Fig. 76.

Infine si fa presente che una mesh strutturata può considerarsi di buona qualità se il determinante $3 \times 3 \times 3$ è maggiore di 0.3 e se l'angolo è maggiore di 18 gradi.

11 Output to CFX

1. *Inanzitutto dovete convertire la mesh da strutturata a non-strutturata perchè il Solver di CFX riconosce solamente le mesh non-strutturate*

Tasto destro su **Pre-Mesh** e poi selezionate **Convert to Unstruct Mesh** così come indicato in Fig. 77.

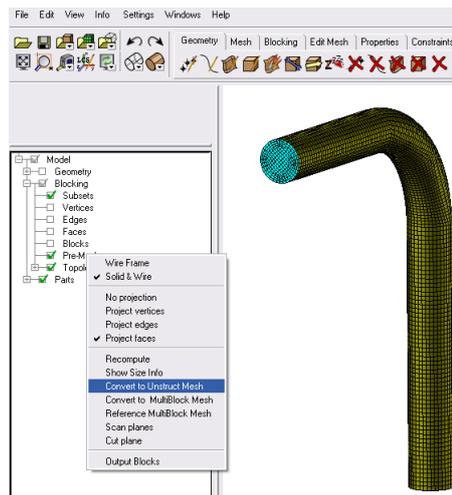


Figura 77: Conversione Mesh

2. Selezionate il Tab **Output**, schiacciate sull'icona **Select Solver** indicata dalla freccia in Fig. 78.

Impostate **Output Solver** → ANSYS CFX .

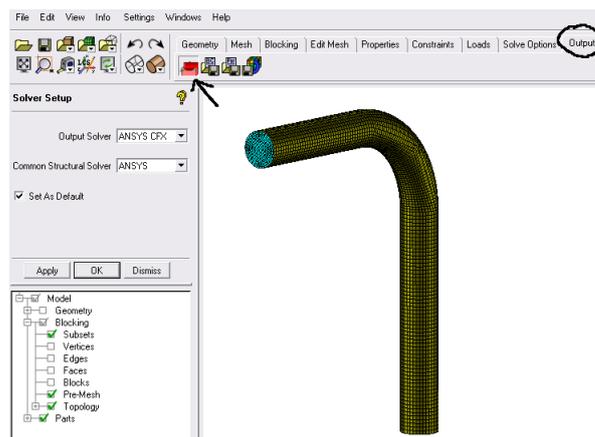


Figura 78: Selezione Solver

3. Schiacciate sull'icona **Write Input** indicata dalla freccia in Fig. 79.

3.1: Appena schiacciata l'icona, il meshatore vi chiederà di salvare il progetto. Scegliete **YES**.

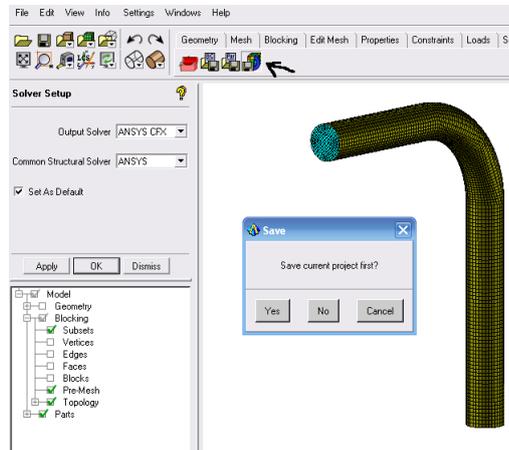


Figura 79: Salvataggio progetto

3.2: Salvato il progetto dovrebbe apparirvi la finestra con le opzioni di output di Fig. 80. Lasciate le opzioni di default e premete **Done**

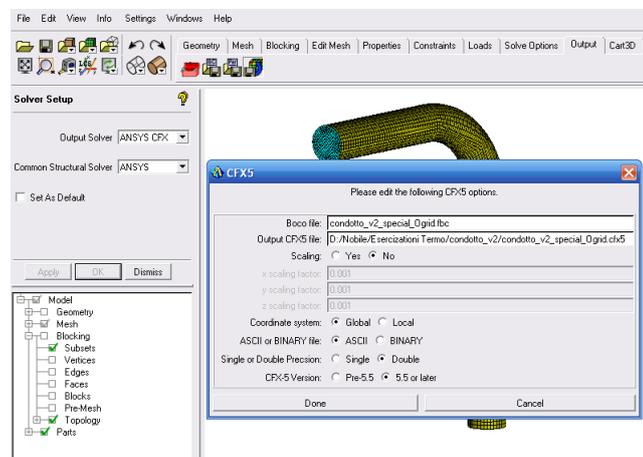


Figura 80: Finestrella di Output

!!!! Complimenti !!!!

ora potete importare la mesh in CFX-Pre ed eseguire le simulazioni.

12 Simulazione

12.1 Pre

1. Aprite il file .cfx (curva.cfx) che avete utilizzato nella definizione della precedente simulazione e rinominatelo ad. es. in curvaHexa.cfx.
2. Ponetevi con il mouse sull'icona della vostra mesh, schiacciate il tasto destro del mouse e poi scegliete **Delete Mesh** (Fig. 81)

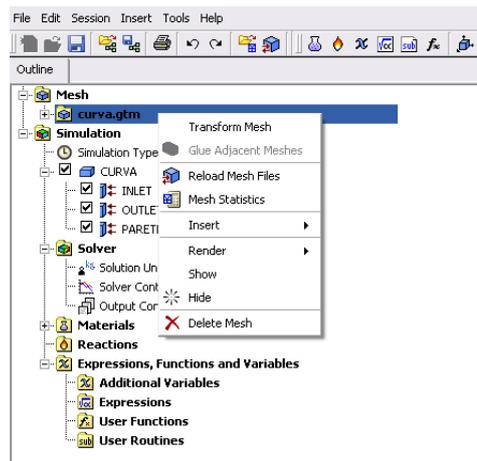


Figura 81: Delete Mesh

Fatto ciò dovrebbero apparirvi delle scritte analoghe a quelle di fig. 82. Non preoccupatevi e proseguite avanti

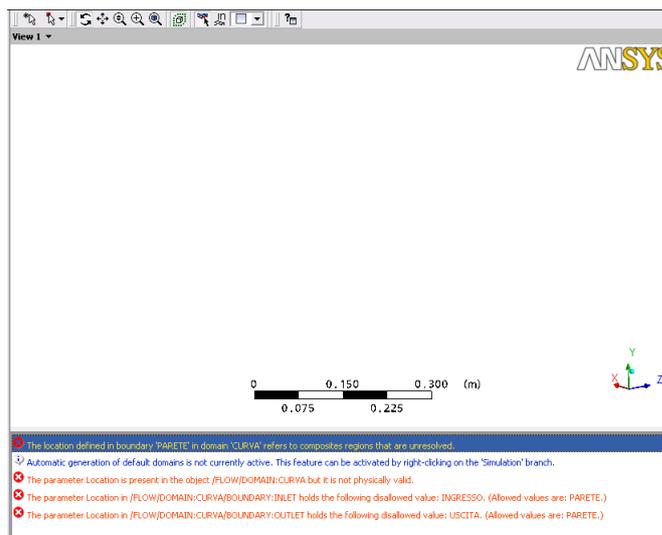


Figura 82: Avvertimenti

3. Ponetevi sull'icona **Mesh**, schiacciate il tasto destro del mouse e scegliete **Import Mesh** così come visibile in fig. 83.

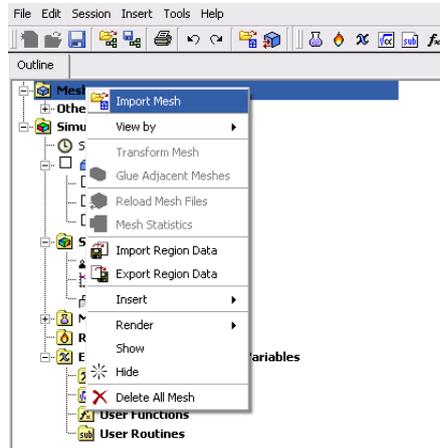


Figura 83: Import Mesh

- 3.1:** Per importare la Mesh creata con ICEM selezionate il **File type: ICEM CFD** evidenziato in fig. 84.
- 3.2:** Settate il parametro **Mesh Units** in **mm**.
- 3.3:** Premete **Open**.

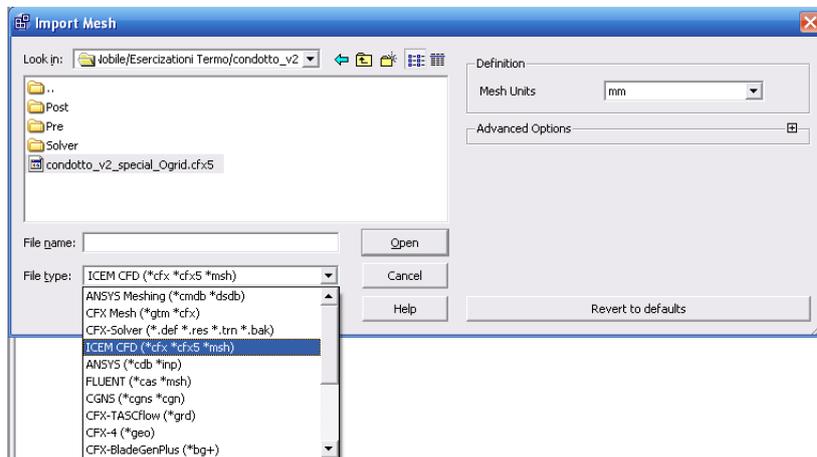


Figura 84: Selezione Mesh Type

Premuto Open dovrebbe riapparirvi il condotto.

Poichè in questo esercizio per la mesh strutturata generata con ICEM le parti sono state definite in maniera identica a quanto fatto con CFX, il programma CFX-Pre, dovrebbe in automatico aggiornarvi le boundary condition sulla nuova mesh. Purtroppo però

in questo caso CFX-Pre vede le due parti PARETE, quella di CFX (PARETE) e quella di ICEM (PARETE 2) come due parti distinte e quindi dovete resettare la boundary condition PARETE in modo tale che essa sia posta su PARETE 2. Infatti se notate, dalla Fig. 85 si nota l'apparizione dell'icona **CURVA default** la quale sta ad indicare che su qualche parte non è ancora stata definita la condizione al contorno.

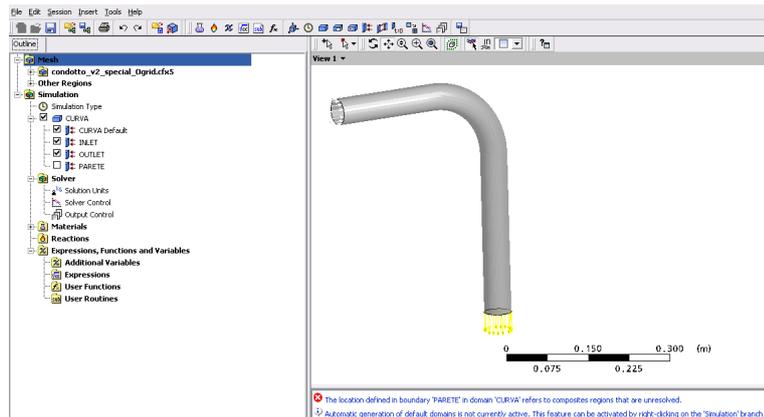


Figura 85: Errore sulle B.C.

4. Per resettare la condizione al contorno PARETE fate così:

4.1: Double Click sull'icona di PARETE

4.2: Lasciate la **Boundary Type** uguale a **Wall**, ma scegliete la **location** PARETE 2 (Fig. 86)

4.3: Premete **OK**

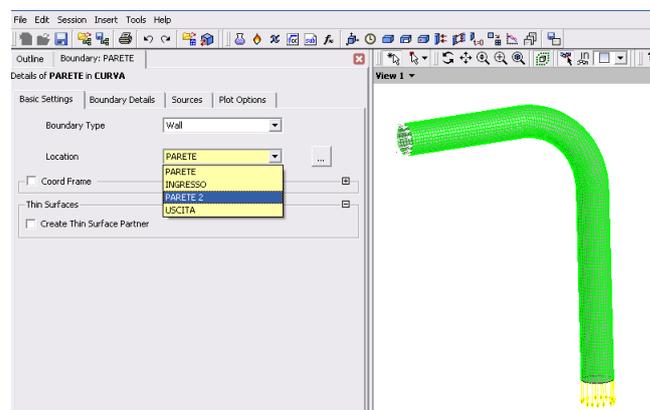


Figura 86: Selezione Location

Fatto ciò dovrebbe sparirvi l'icona CURVA default ed anche gli errori così come visibile in Fig. 87

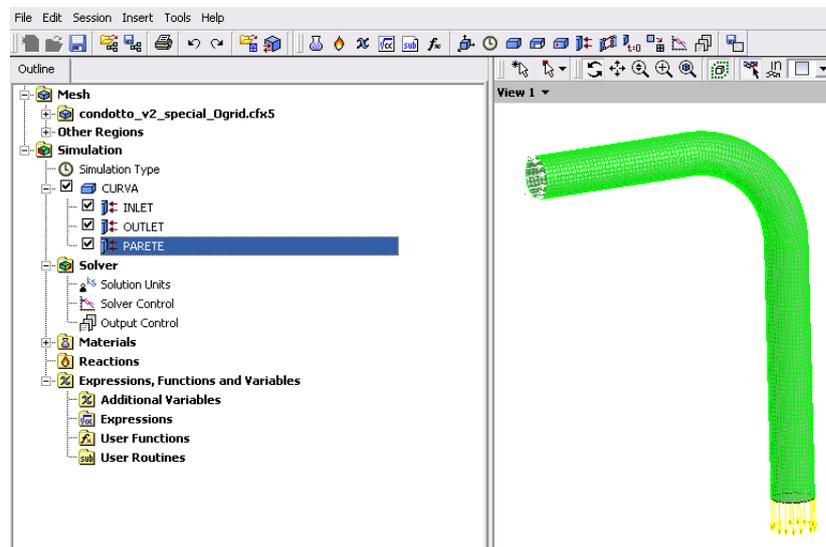


Figura 87: Bounday Contitions OK

5. Nel **Solver Control** ponete l'opportuno schema convettivo.
6. Salvate il file ad.es. come curvaHexa.cfx
7. Create il definition file curvaHexa.def e lanciate CFX-Solver.

12.2 Solver

Lanciate il calcolo come avete fatto fino adesso.

12.3 Post

1. Definite come nell'esercitazione *Esempio di analisi con CFX-5*, un piano a valle del gomito del condotto come: piano XY posto a $Z=-200\text{mm}$.
2. Su questo piano fate poi:
 - 2.1: I contour del campo di velocità
 - 2.2: Il vector plot
 e paragonateli con i countour ed il vector plot ottenuti nell'esercitazione precedente, dove la mesh era ibrida (tetraedri+prismi), così come visibile nella pagina a seguire.

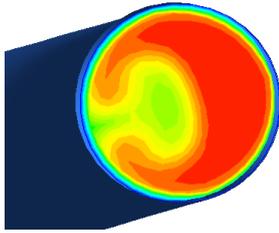


Figura 88: Mesh Hexa

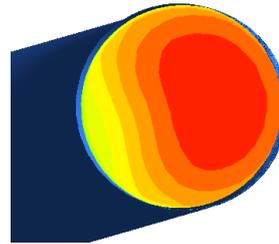


Figura 89: Mesh Ibrida

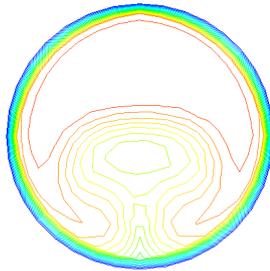


Figura 90: Mesh Hexa

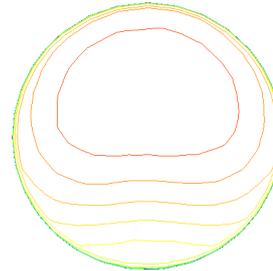


Figura 91: Mesh Ibrida

Dalle figure potete notare come in questo caso usando una mesh strutturata, avente addirittura un numero di nodi (33674) minore rispetto alla mesh ibrida usata in precedenza (44011), siete stati cmq in grado di ottenere una migliore soluzione del campo di velocità. Dalle figure sottostanti invece potete osservare come la presente mesh strutturata risulti inadeguata per la soluzione dello strato limite aderente alla parete del condotto, essendo essa in prossimità della parete troppo rada.

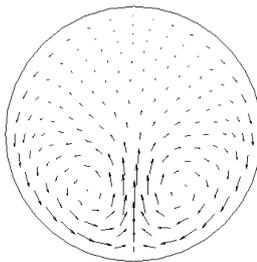


Figura 92: Mesh Hexa

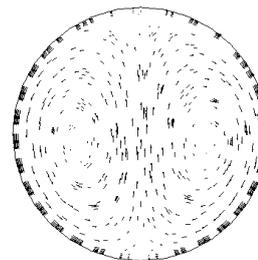


Figura 93: Mesh Ibrida

Per risolvere con buona accuratezza anche lo strato limite basta però infittire la mesh strutturata in tale zona aumentando il numero dei nodi ed eventualmente anche la loro distribuzione, lungo gli opportuni edges.