



Condizioni di Vincolo e di Carico

Politecnico di Milano
Dipartimento di Ingegneria
Aerospaziale

Corso di Progetto Aerospaziale
Esercitazione 6

Marco Morandini
marco.morandini@polimi.it

Mauro Manetti
manetti@aero.polimi.it

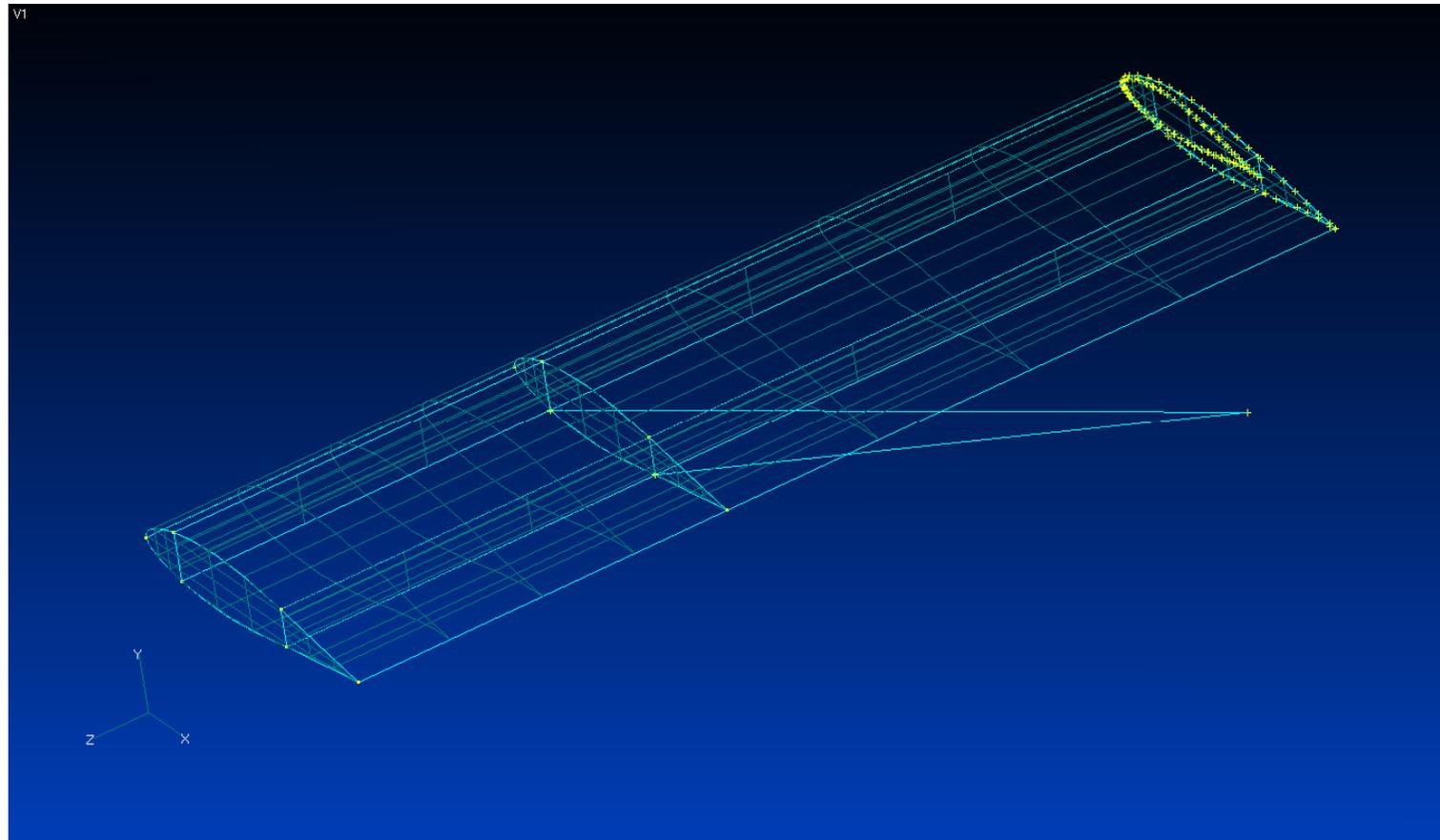
Alessandro Scotti
scotti@aero.polimi.it

Luca Cavagna



...Punto di Partenza...

POLITECNICO DI MILANO



Condizioni di Vincolo

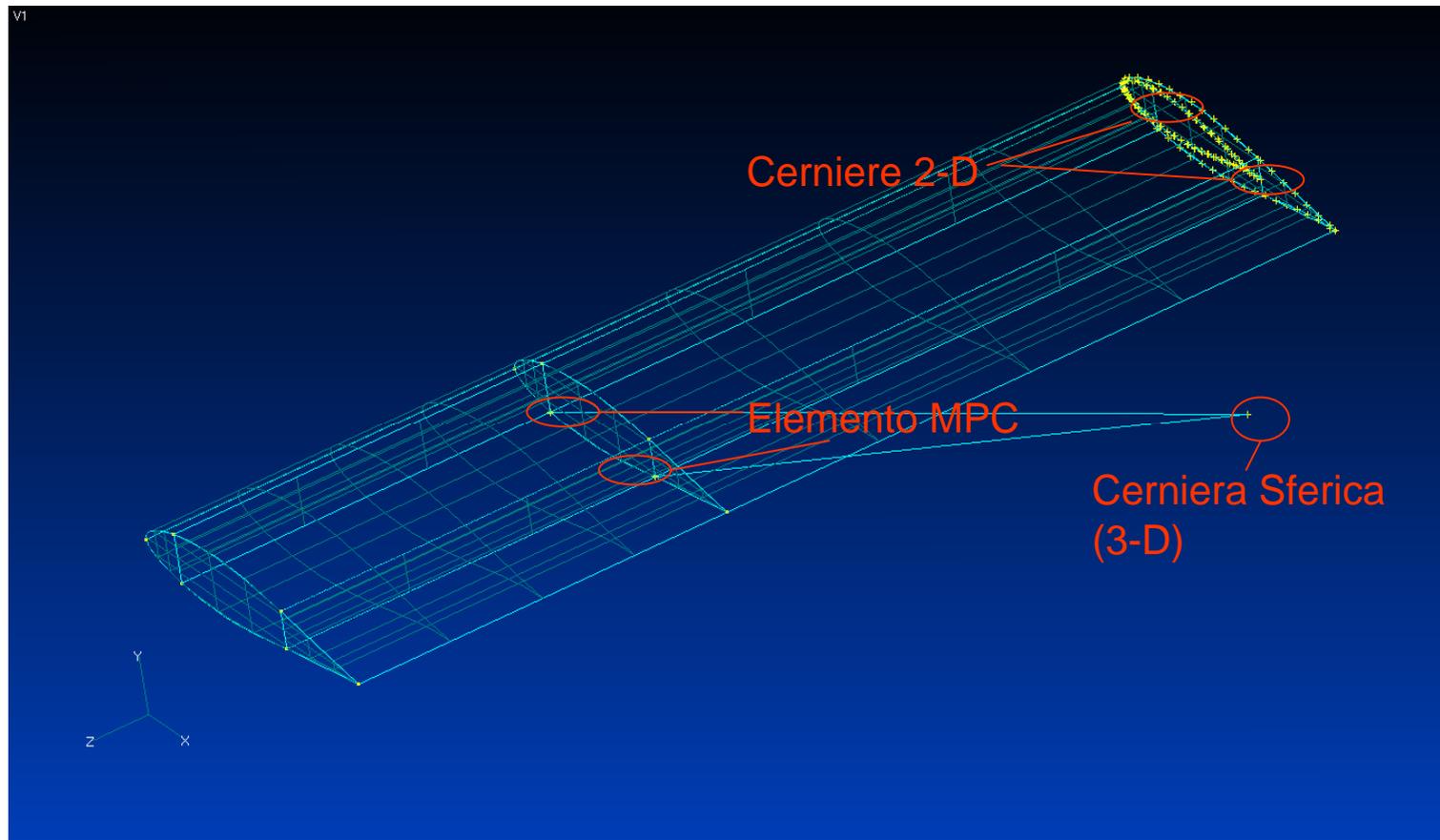
Vincoli sull'ala:

- Cerniera (2-D) sul longherone anteriore: nella sezione in radice, costruire un punto in mezzzeria del longherone, e copiarlo verso la fusoliera di una quantità pari a metà della altezza di tale longherone (si impone il vincolo di cerniera sul nodo creato in tale posizione. Tale nodo è da ritenersi nodo master di un elemento rigido che ha come nodi slave tutti i nodi dell'anima del longherone anteriore in sezione di radice).
- Cerniera (2-D) sul longherone posteriore. Creare lo stesso punto copiando semplicemente il punto di cui sopra alla quota corretta sul longherone posteriore. (i due punti, sul longherone anteriore e quello posteriore, devono per forza identificare un solo asse di rotazione...). In pratica, si procedo come al punto precedente.
- Cerniera sferica inferiore di fusoliera (per l'attacco inferiore della controventatura). Questa è una cerniera 3-D!!!
- Cerniera sferica collegamento Ala Longherone Anteriore(opzionalmente anche longherone posteriore). Si usa un elemento MPC.



...Ricapitolando...

POLITECNICO DI MILANO





L'elemento MPC

E' una equazione di vincolo che lega i gradi di libertà di due o più nodi: si devono specificare due entità, come per gli RBE, e sono rispettivamente un nodo master ed un nodo slave....

Il nodo Master, è il nodo indipendente, ovvero quello su cui si impone lo spostamento. Il nodo slave, è quello su cui si impone il vincolo di spostamento (e quindi la 'constrain equation'). Selezionando come gradi di libertà vincolati rispettivamente le sole tre traslazioni, realizziamo una cerniera sferica tra due entità, ala e controventatura.



Elemento MPC

Come si costruisce?????

Dal menù Mesh->Connection selezionare Closest Link

Selezionare il nodo indipendente (nel menù a tendina Select Node to Generate From). (si seleziona un nodo del longherone anteriore...Vedi slide successiva...).

Selezionare il nodo dipendente (nel menù a tendina Select Node to Generate to)- (si seleziona il nodo di estremità della controventatura...).

Attenzione!!!!!!!

Il nodo master ed il nodo slave sono due nodi distinti, e non coincidenti!!!!!!

Di solito, l'MPC si costruisce alla fine del modello, poichè la azione di check dei nodi coincidenti, elimina i due nodi (giustamente)coincidenti, facendoli collassare in un unico nodo!!!!

Il Collegamento Controventatura-Longherone Anteriore....

POLITECNICO DI MILANO



Ma quale nodo del longherone anteriore dobbiamo scegliere?

Uno a caso non può andare bene.

Bisogna creare un elemento rigido rbe2 che inglobi tutti i nodi posti sulla intersezione longherone anteriore centina di controventatura. (il nodo da vincolare con l'MPC, sarà il nodo master dell'elemento rigido appena creato).

Condizione di Carico 1:

POLITECNICO DI MILANO



Set di carichi 1

Stazione [m]	Portanza [N]	Momento torcente [Nm]	
5.375		0	0
5.11		152.6	10.4
4.57		260.3	14.2
4.03		320.4	18
3.49		358.2	21.8
2.96		383.2	25.5
2.42		400.3	29.3
1.88		412.1	33.1
1.34		420	36.9
0.75		424.8	41

Condizione di Carico 2:

POLITECNICO DI MILANO



Set di carichi 2

Stazione [m]	Portanza [N]	Momento torcente [Nm]
5.375	0	0
5.11	-144.4	20
4.57	-198.23	27.5
4.03	-228.3	35
3.49	-247.2	42.5
2.96	-259.72	50
2.42	-268.27	57.5
1.88	-274.15	65
1.34	-278.08	72.5
0.75	-280.52	80



Introduzione dei carichi:

Come si inseriscono i carichi nella struttura?

Per ogni centina che avete a disposizione, si crea un elemento RBE3. Tale elemento ha come nodi slave tutti i nodi che costituiscono il contorno della centina.

Il nodo master, invece, è un nodo che si costruisce in modo opportuno e che sta al di fuori del profilo del cassone realizzato.

Tale nodo , ha come distanza dal longherone anteriore, il braccio tale per cui la applicazione della forza di taglio genera il corretto valore di momento torcente agente sulla centina. Così facendo, applicando solo il valore della forza di taglio, si carica contemporaneamente l'ala a flessione ed a torsione.

Il carico agente sulle centine...

POLITECNICO DI MILANO



Attenzione, le tabelle di carico fornite, vi permetterebbero di applicare direttamente in dieci punti il valore di forza di taglio e di momento torcente. Ma solo per le 10 stazioni note!!!! Non avendo a disposizione la posizione delle centine, bisogna rielaborare in modo opportuno tali tabelle in modo tale da ottenere le forze per unità di apertura che devono essere poi reintegrate per ottenere i valori corretti in corrispondenza delle centine.

Si raccomanda di verificare che la risultante dei carichi applicati alla struttura sia corretta. (Tramite il comando `tools->check->sum forces...`)