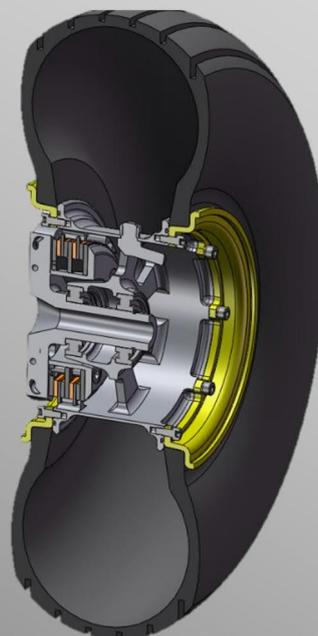


Analisi strutturale FEM – Cerchio scomponibile per carrello di velivolo

Relazione ed. 2 rev.1 del 19.05.2017

Marc-Ingegno di Alberto Marchini & C. Sas
Loc. Pomarolo di Roccapietra s/n
13019 Varallo (VC)



iMEX.A
C.so F.lli Cervi 56
Grugliasco (TO)
011-0375395
imexa@imexa.it
www.imexa.it

PAGINA INTENZIONALMENTE BIANCA

INDICE

<u>INDICE</u>	<u>3</u>
<u>PREMESSA</u>	<u>4</u>
<u>RELAZIONE</u>	<u>4</u>
<u>DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA DEL CERCHIO</u>	<u>5</u>
<u>DEFINIZIONE DEI CARICHI ESTERNI E DEI VINCOLI</u>	<u>6</u>
<u>MATERIALI</u>	<u>7</u>
<u>DESCRIZIONE DEL MODELLO AD ELEMENTI FINITI</u>	<u>8</u>
<u>RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE</u>	<u>9</u>
<u>SOMMARIO DEI MARGINI DI SICUREZZA</u>	<u>12</u>
<u>VERIFICA DELLE CONDIZIONI LIMITE DEL CERCHIO</u>	<u>13</u>

PREMESSA

È stata richiesta la verifica strutturale del cerchio e del relativo mozzo per applicazione su velivolo ultraleggero.

In accordo alla specifica CS-VLA, per ciascun cerchio del carrello principale del velivolo la massima forza verticale agente nella condizione operativa più sfavorevole equivale a:

$$F_z = M \cdot g \cdot f / 2 = 600 \cdot 9.81 \cdot 2 / 2 = 5900 \text{ N}$$

Dove:

M = massa del velivolo a pieno carico, 600 kg

g = accelerazione di gravità, 9.81 m/s²

f = fattore di carico inerziale, 2

La pressione di gonfiaggio del copertone tubeless è pari a 1.5 bar

Un fattore di sicurezza pari ad 1.5 è stato considerato durante la verifica finale per la valutazione delle massime sollecitazioni agenti sulla struttura.

In aggiunta alla precedente valutazione, è stata anche condotta una verifica per determinare il limite di carico ammissibile dalla struttura (in termini di massa a pieno carico del velivolo e di fattore di carico inerziale massimo in atterraggio)

RELAZIONE

Il presente documento raccoglie le informazioni relative alle analisi condotte sul modello FEM utilizzato per il calcolo con solutore non lineare ABAQUS, e tutti i risultati delle attività svolte per la verifica strutturale, corrispondenti a:

- Precarico agente sulle viti di collegamento
- Sollecitazioni e spostamenti rilevati sui macchinati costituenti la struttura del cerchio.

Le seguenti fasi di carico sono tenute in conto durante le valutazioni:

- Tiro delle viti di collegamento
- Montaggio e gonfiaggio copertone tubeless
- Applicazione del carico verticale

SCRITTO DA	Giorgio Barberis									
APPROVATO DA	Luca Derosa		ED.	2	DATA	19.05.2017	REV.	1	DATA	19.05.2017

DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA DEL CERCHIO

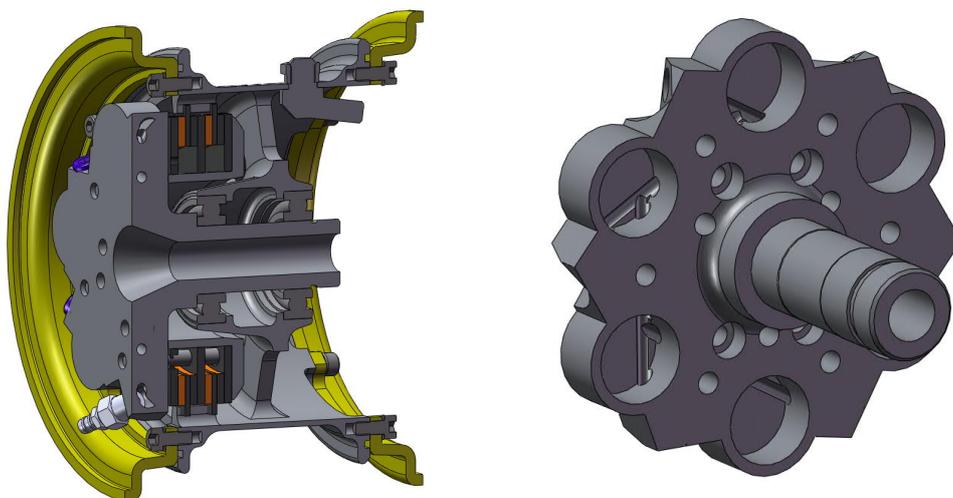
La struttura del cerchio è costituita da un corpo centrale scanalato e da n° 2 elementi anulari avvitati mediante 2 serie di viti al corpo centrale, i quali fungono da sede e spalla per il montaggio del copertone tubeless.

Di seguito viene rappresentata la configurazione del cerchio con mozzo e degli elementi costituenti il sistema frenante.



Il cerchio è supportato dal mozzo tramite l'utilizzo di 2 cuscinetti scelti a catalogo e fissati sul mozzo tramite ghiera filettata.

Il mozzo integra il sistema frenante multidisco a secco, costituito da 6 pistoncini idraulici e da una serie di dischi con ganaschia opportunamente progettato e vincolato in modo da massimizzare l'effetto frenante applicato al cerchio. Sul mozzo sono inoltre realizzati i fori di interfaccia per il montaggio sulla balestra del carrello principale del velivolo.



SCRITTO DA

Giorgio Barberis

APPROVATO DA

Luca Derosa

ED.

2

DATA

19.05.2017

REV.

1

DATA

19.05.2017

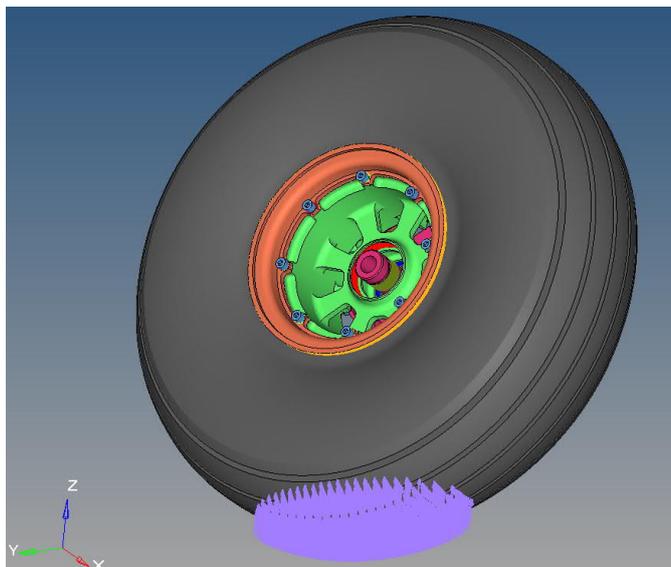
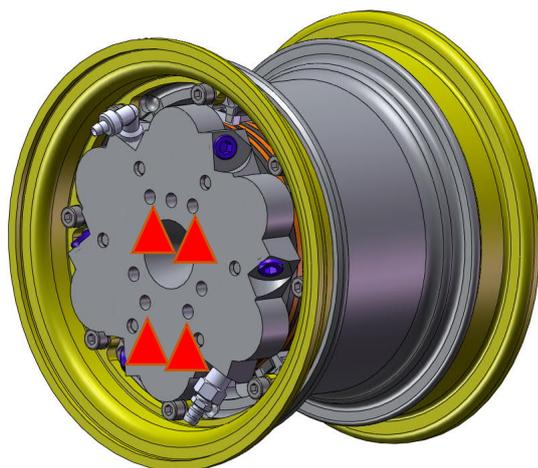
DEFINIZIONE DEI CARICHI ESTERNI E DEI VINCOLI

Il carico esterno considerato per la verifica dell'integrità strutturale del cerchio corrisponde al carico massimo verticale in applicazione durante la fase di atterraggio, diretto lungo l'asse verticale. Il suddetto carico ammonta a 5900 N.

Le fasi di carico considerate nelle valutazioni a calcolo sono le seguenti:

- Tiro delle viti di collegamento delle 2 spalle sul corpo centrale del cerchio
- Gonfiaggio del copertone tubeless
- Applicazione del carico verticale

Di seguito vengono rappresentati gli schemi di carico e vincolo agenti sul cerchio e sul mozzo.



▲ Dof 1,2 e 3
vincolati

↑↑↑ Carico verticale
distribuito sull'impronta
del copertone

SCRITTO DA

Giorgio Barberis

APPROVATO DA

Luca Derosa

ED.

2

DATA

19.05.2017

REV.

1

DATA

19.05.2017

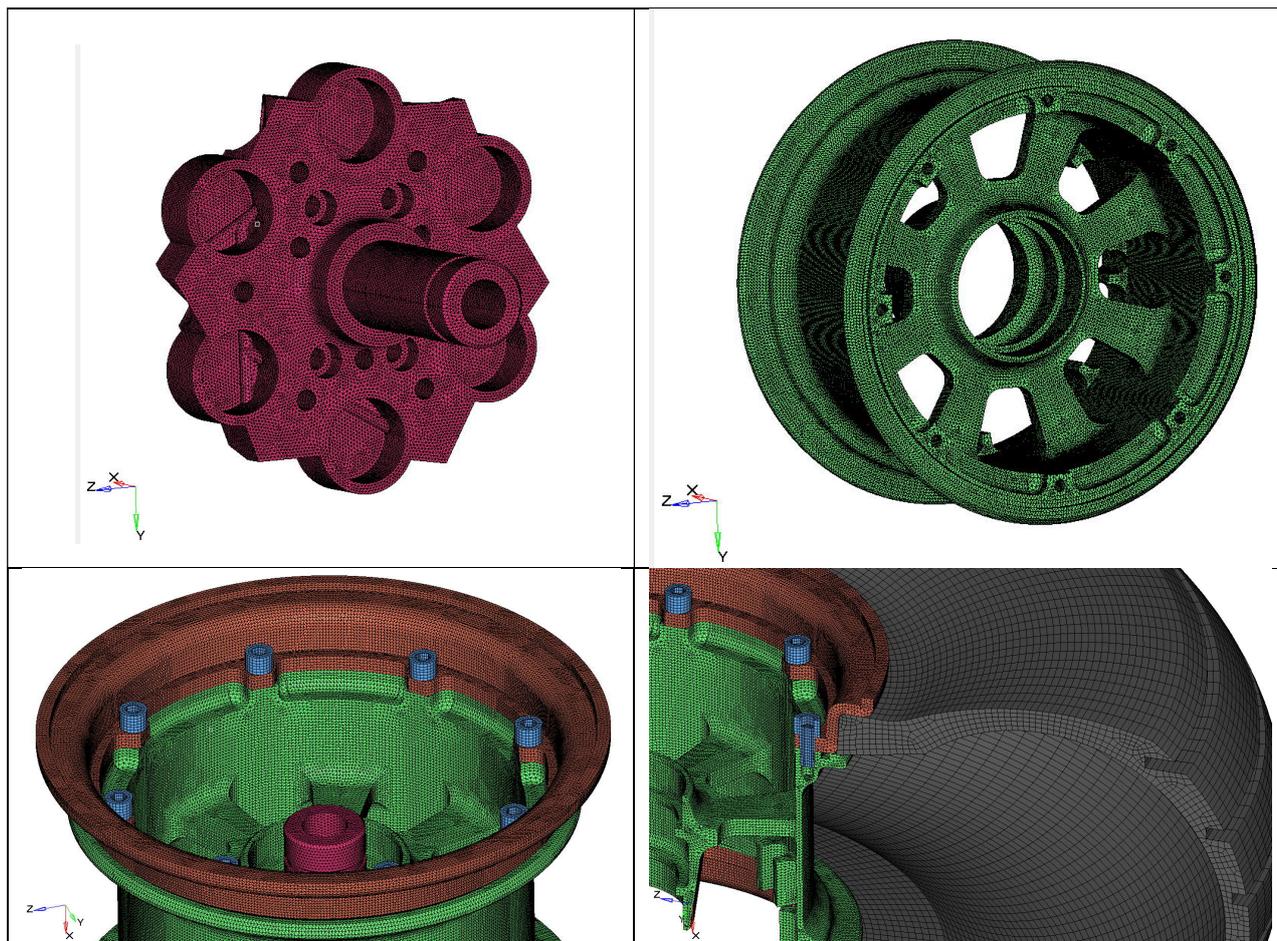
MATERIALI

La seguente tabella riporta le proprietà meccaniche del materiale utilizzato per la costruzione dei componenti macchinati del cerchio:

Materiale	Modulo di Young (N/mm ²)	Coeff. di Poisson	Massa volumica (kg/dm ³)	Sollecitazione a snervamento (MPa)	Sollecitazione a rottura (MPa)
AL7075T76	72000	0.3	2.7	490	550
Acciaio 8.8 (viti)	200000	0.3	7.8	640	800

DESCRIZIONE DEL MODELLO AD ELEMENTI FINITI

Modello di calcolo completo del cerchio e del mozzo: nell'analisi sono stati considerati tutti i componenti strutturali e il copertone in gomma.



La griglia di calcolo, mesh, è costituita da circa 2.212.000 elementi tetraedrici e brick solidi. Le condizioni di contatto tra i vari componenti strutturali sono state tenute in conto durante l'esecuzione dei calcoli.

SCRITTO DA

Giorgio Barberis

APPROVATO DA

Luca Derosa

ED.

2

DATA

19.05.2017

REV.

1

DATA

19.05.2017

RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE

Spostamenti e sollecitazioni della struttura soggetta alle varie condizioni di carico:

Caso di carico	Spostamenti [mm]	Sollecitazioni [MPa]
precarico delle viti		
Gonfiaggio del copertone tubeless		
Applicazione del carico verticale esterno		

SCRITTO DA
APPROVATO DA

Giorgio Barberis
Luca Derosa

ED.

2

DATA

19.05.2017

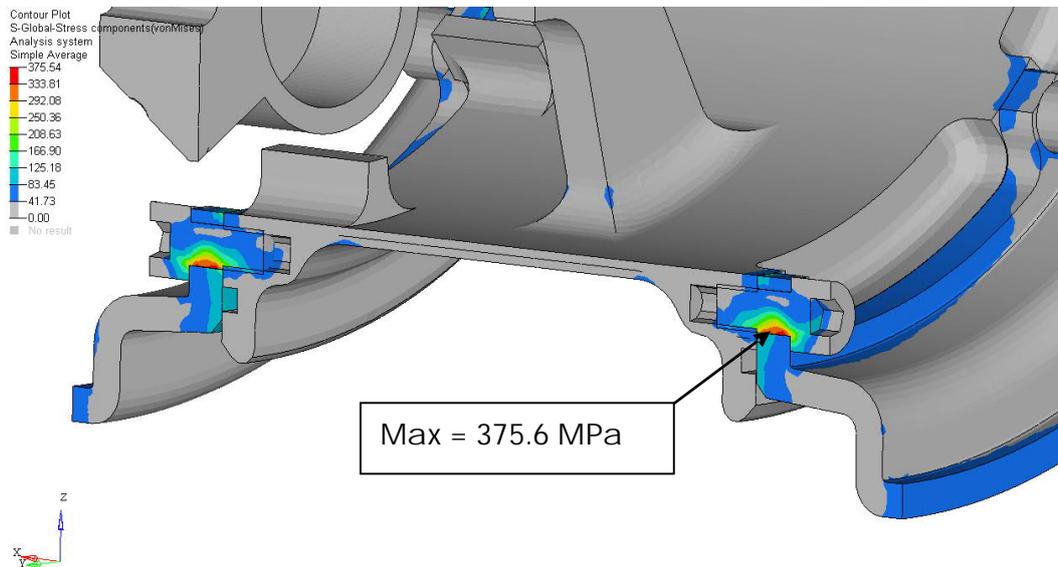
REV.

1

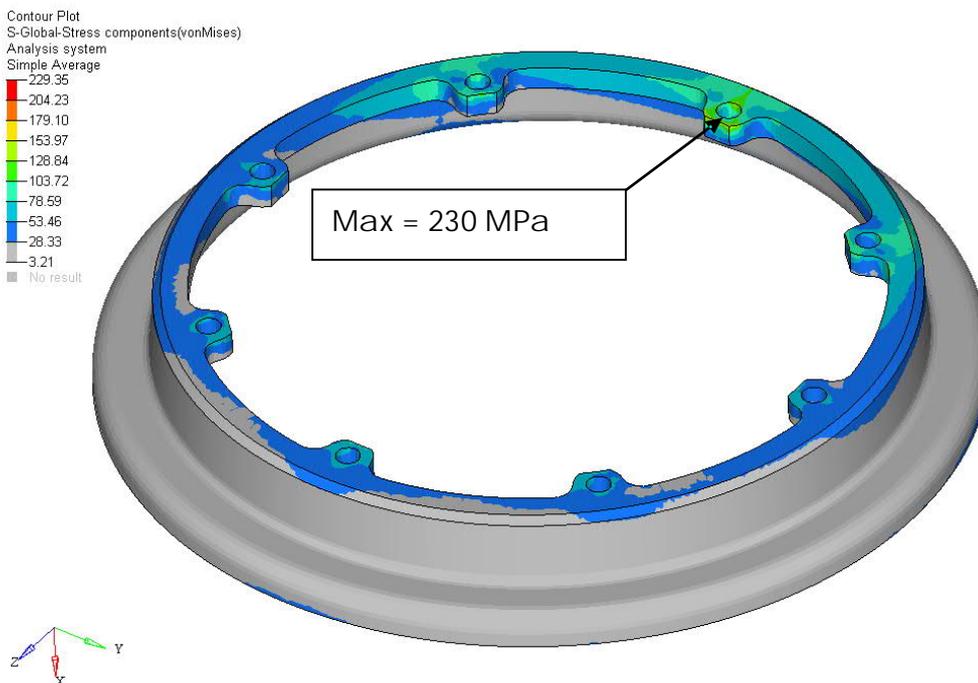
DATA

19.05.2017

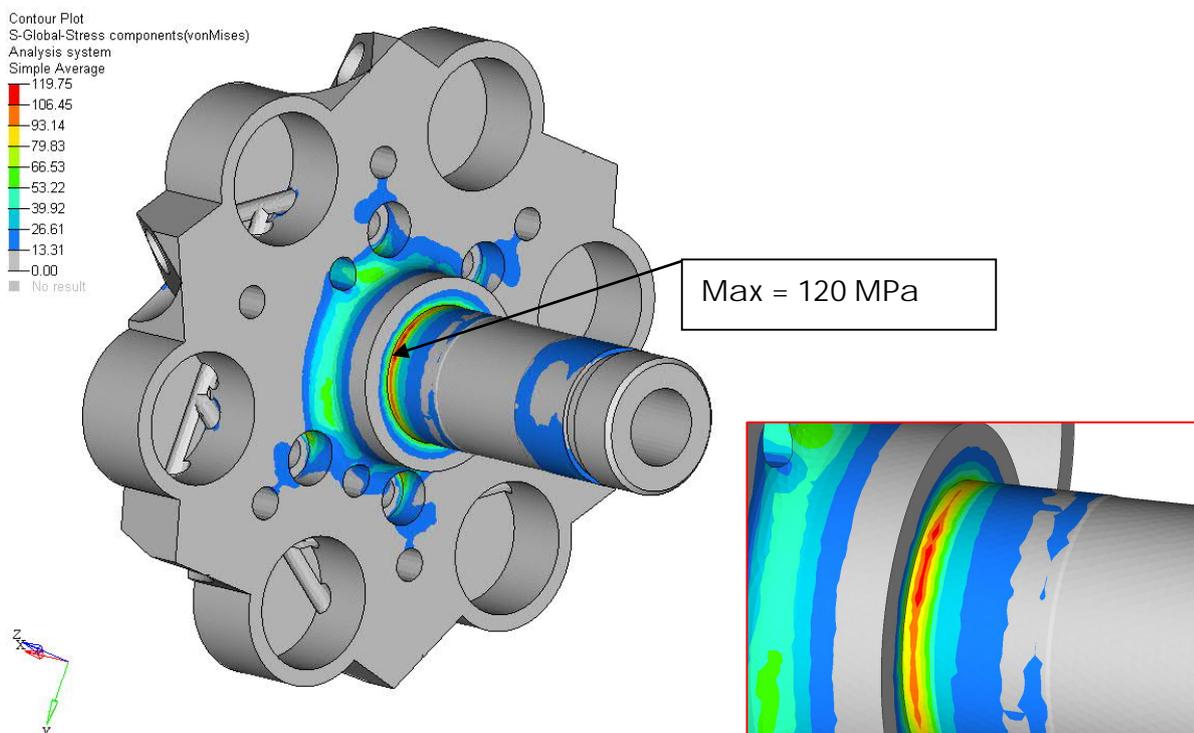
Il massimo valore di sollecitazione ammonta a circa 376 MPa, rilevato sulla vite di collegamento della spalla al corpo centrale del cerchio.



Per quanto riguarda i macchinati in alluminio, il massimo valore di sollecitazione ammonta a circa 230 MPa, rilevato sulla spalla, all'interfaccia della vite di collegamento.



Di seguito viene riportato il dettaglio delle sollecitazioni e spostamento relativi al mozzo: il massimo valore di sollecitazione ammonta a circa 120 MPa.



In generale non sono state rilevate zone critiche all'interno della struttura.

SOMMARIO DEI MARGINI DI SICUREZZA

Di seguito il calcolo dei margini di sicurezza:

$$\text{Margine di sicurezza} = 1 - \frac{\text{Coefficiente di sicurezza} \cdot \text{Sollecitazione max}}{\text{sollecitazione ammissibile}}$$

Per i casi di carico considerati è necessario prevenire con sufficiente margine l'insorgenza di zone plasticamente deformate all'interno della struttura. Per i componenti macchinati costruiti in AL7075T76 e per le viti abbiamo:

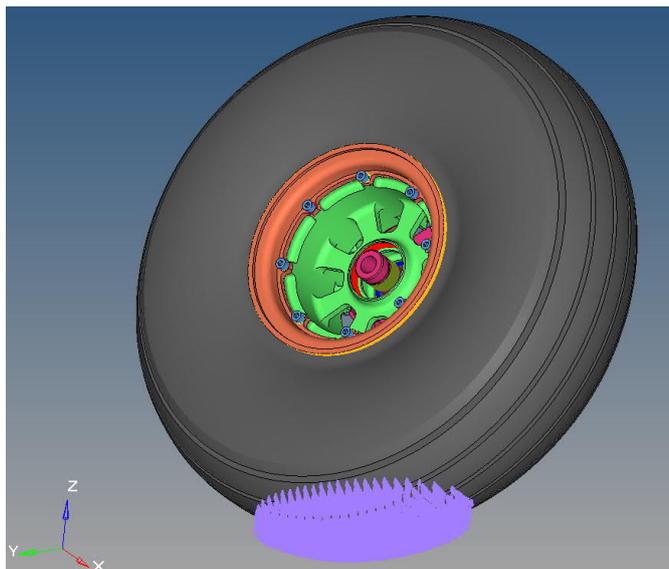
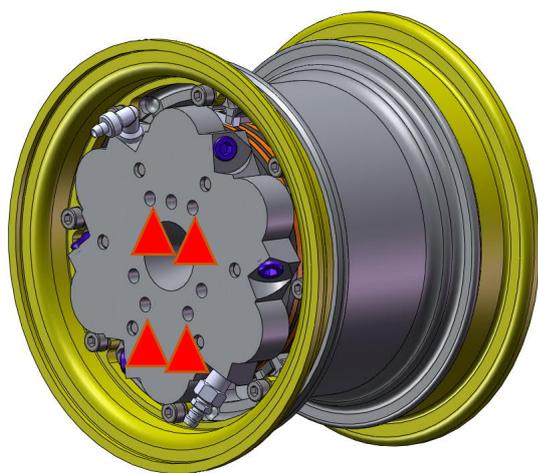
Componente	Coefficiente di sicurezza applicato	Sollecitazione massima	Sollecitazione ammissibile	Margine di sicurezza
Macchinato in AL7075T76	1.5	230	490	0.3
Vite in Acciaio 8.8	1.5	375.6	640	0.12

I valori calcolati dei margini di sicurezza sono in ogni caso > 0.

L'integrità strutturale nei confronti dei carichi considerati può essere considerata quindi positiva.

VERIFICA DELLE CONDIZIONI LIMITE DEL CERCHIO

Per testare l'effettivo limite strutturale del cerchio è stata condotta un'analisi statica con carico verticale applicato crescente fino al valore di 9000N; le condizioni di carico e di vincolo sono invariate rispetto alla condizione di carico prevista dalla specifica CS-VLA:



▲ Dof 1,2 e 3
vincolati

↑↑↑ Carico verticale
distribuito sull'impronta
del copertone

Dai risultati, è stato evidenziato il livello di sollecitazione tale da indurre imminente cedimento dei macchinati in AL7075. Il valore del margine di sicurezza in tale condizione corrisponde a 0.

Componente	Livello di carico	Coefficiente di sicurezza applicato	Sollecitazione massima	Sollecitazione ammissibile	Margine di sicurezza
Macchinato in AL7075T76	9000N	1.5	325	490	0.0

SCRITTO DA
APPROVATO DA

Giorgio Barberis
Luca Derosa

ED.

2

DATA

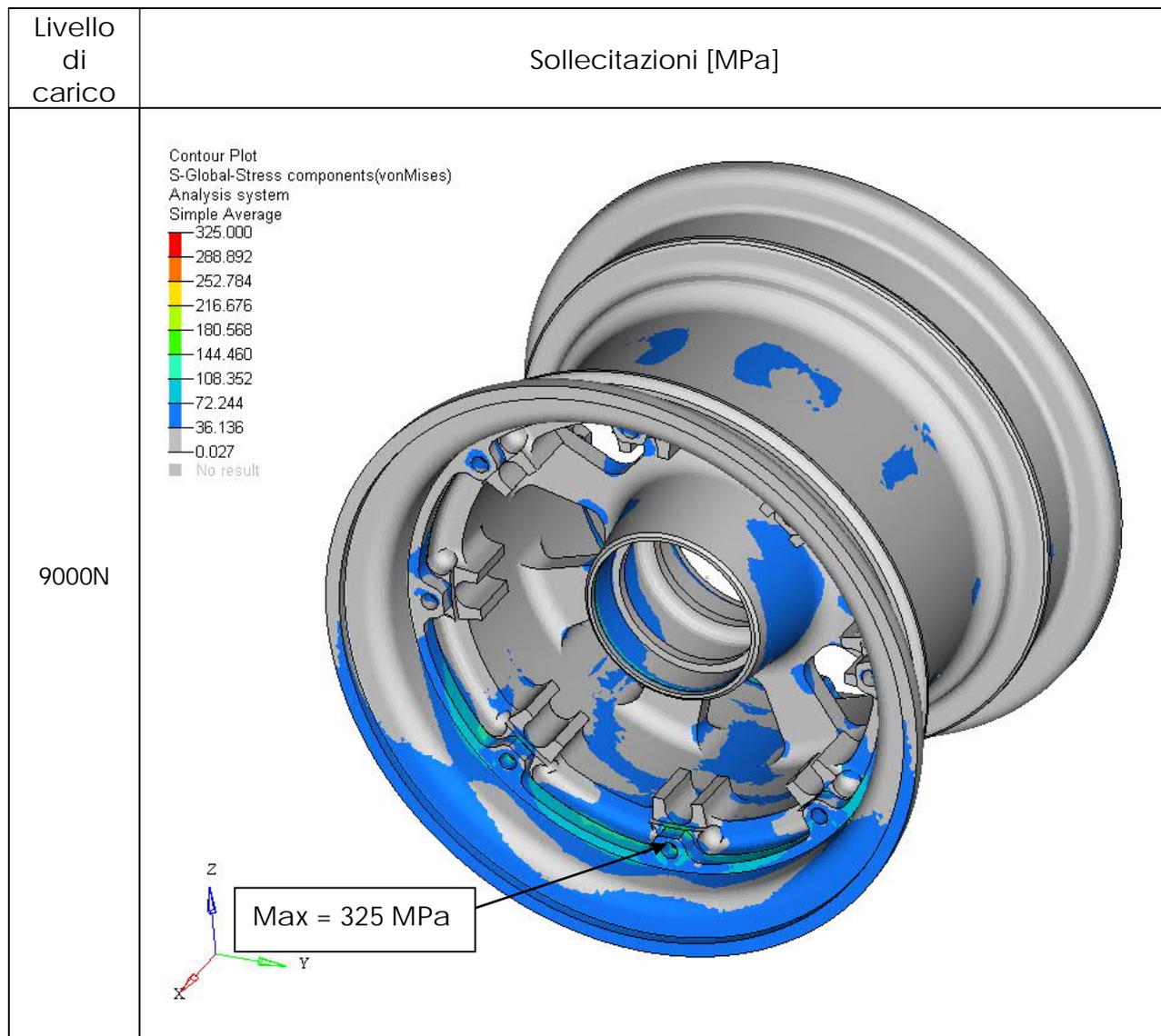
19.05.2017

REV.

1

DATA

19.05.2017



Di seguito il calcolo della massa a pieno carico del velivolo e del fattore di carico inerziale massimo in atterraggio corrispondenti a 9000N di carico verticale applicato sulla singola ruota:

Massa a pieno carico in linea di atterraggio [Kg]	fattore di carico inerziale massimo in atterraggio [g]
450	4
500	3.6
550	3.2
600	3



INGEGNERIA E FORMAZIONE AEROSPAZIALE
MECCANICA
CIVILE/EDILE
ICT
ELETTRONICA
OTTICA

iMEX.A
c.so F.lli Cervi 56
Grugliasco (TO)
011-0375395
imexa@imexa.it
www.imexa.it