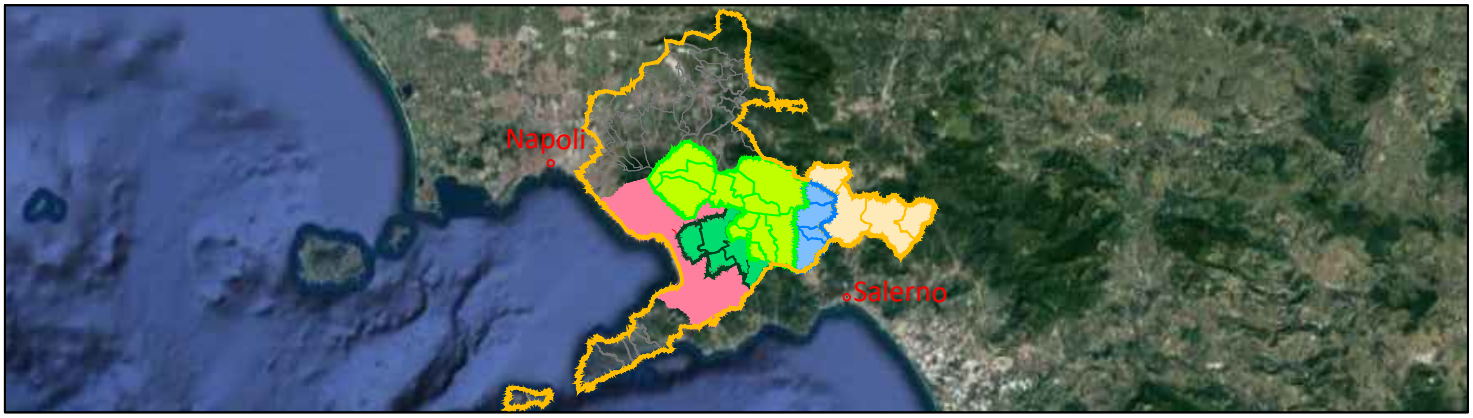
ENTE IDRICO CAMPANO

REGIONE CAMPANIA

GORI

Protocollo d'intesa del 05 Agosto 2020
Regione Campania - Ente idrico campano - Gori Spa
Completamento degli interventi fognario-depurativo del bacino idrografico del fiume Sarno ricadenti nell'Ambito Distrettuale Sarnese Vesuviano di cui alla L.R. n. 15/2015



Comprensorio Medio Sarno sub 2-3

Collettori comprensoriali Medio Sarno SUB 2
Interventi di adeguamento e completamento

GORI

UNITA' INVESTMEN,
PROGRAM & SERVICES

Gruppo di progettazione

ing. Domenico Cesare
ing. Angelo Ponticelli
geom. Raimondo Nugnes
ing. Daniele D'Avino

INT 7320

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato:
A2

Scala:
/

Titolo:

RELAZIONE SULLE STRUTTURE
Predimensionamento elementi di supporto e trasmissione coclee

Rev	Motivo della revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione per approvazione	Ottobre 2020			
1	Verifica Progetto	Settembre 2021			

Esecuzione delle Opere

Prestazioni Specialistiche

Consulenze

Il Progettista

ing. Domenico Cesare

CESARE DOMENICO
Ing. Domenico Cesare
CN=CESARE DOMENICO
C=IT
2.5.4.4=CESARE
2.5.4.42=DOMENICO
RSA/2048 bits

Il R.U.P.

ing. Francesco Ascione

ASCIONE FRANCESCO
2021.10.06 15:08:36
Responsabile del Procedimento
CN=ASCIONE FRANCESCO
C=IT
2.5.4.4=ASCIONE
2.5.4.42=FRANCESCO
RSA/2048 bits

Il presente progetto è protetto a termini di legge.

INDICE

1 PREMESSA 1

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 1

3 MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO 3

4 DESCRIZIONE MODELLO FEM 9

5 ANALISI CARICHI 10

6 ANALISI VINCOLI 11

6.1 Analisi vincoli del Supporto Inferiore 11

6.2 Analisi vincoli descritizzazione perni attacco supporto inferiore con cemento 12

6.3 Analisi vincoli del Supporto Superiore 12

7 MODELLAZIONE F.E.M. 13

7.1 ASSIEME SUPPORTO INFERIORE 13

7.1.1 A – Albero Flangiato Supporto Inferiore – F.E.M. 13

7.1.2 B – Assieme saldato Supporto Inferiore – F.E.M. 14

7.1.3 – Base platea F.E.M 15

7.1.4 C – SUPPORTO SALDATO ROTANTE SU ASSIEME SUPPORTO INFERIORE - F.E.M. 16

7.1.5 D – PIASTRA DI BASE SUPPORTO INFERIORE - F.E.M. 17

7.1.6 ASSIEME SUPPORTO FLANGIATO ROTANTE INFERIORE 18

7.2 ASSIEMO SUPPORTO SUPERIORE - F.E.M. 20

7.2.1 A – FLANGIA CALETTATA SU ALBERO SUPPORTO SUPERIORE - F.E.M. 20

7.2.2 B – BUSSOLA CALETTATA E SALDATA SU ALBERO SUPPORTO SUPERIORE - F.E.M. 21

7.2.3 C- ALBERO SU SUPPORTO SUPERIORE - F.E.M. 22

7.2.4 D - DIMENSIONAMENTO LINGUETTA 23

7.2.5 F.E.M. - CORDONI DI SALDATURE 25

7.3 F.E.M. – PERNI DI FISSAGGIO 26

7.4 F.E.M. – ALBERO COCLEA 27

8 ANALISI RISULTATI - DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES) – PICCO MASSIMO SU ALBERO SUPPORTO SUPERIORE....28

9 ANALISI RISULTATI - DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES) – PICCO MASSIMO SU SUPPERTO INFERIORE....30

9.1 Stress sui perni prigionieri M42 (vista ISO)....31

10 ANALISI RISULTATI SUPPORTO INFERIORE - DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)....32

10.1 ANALISI RISULTATI – ALBERO SUPPORTO INFERIORE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES) 32

10.2 ANALISI RISULTATI – ALBERO SUPPORTO INFERIORE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES) 33

10.3 ANALISI RISULTATI – ASSIEME ROTANTE SU SUPPORTO INFERIORE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)....35

10.4 ANALISI RISULTATI – PIASTRA DI BASE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)....36

11 ANALISI RISULTATI SUPPORTO SUPERIORE - DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)....37

11.1 ANALISI RISULTATI – FLANGIA ALBERO SUPPORTO SUPERIORE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)....37

11.2 ANALISI RISULTATI – BUSSOLA SUPPORTO SUPERIORE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)....38

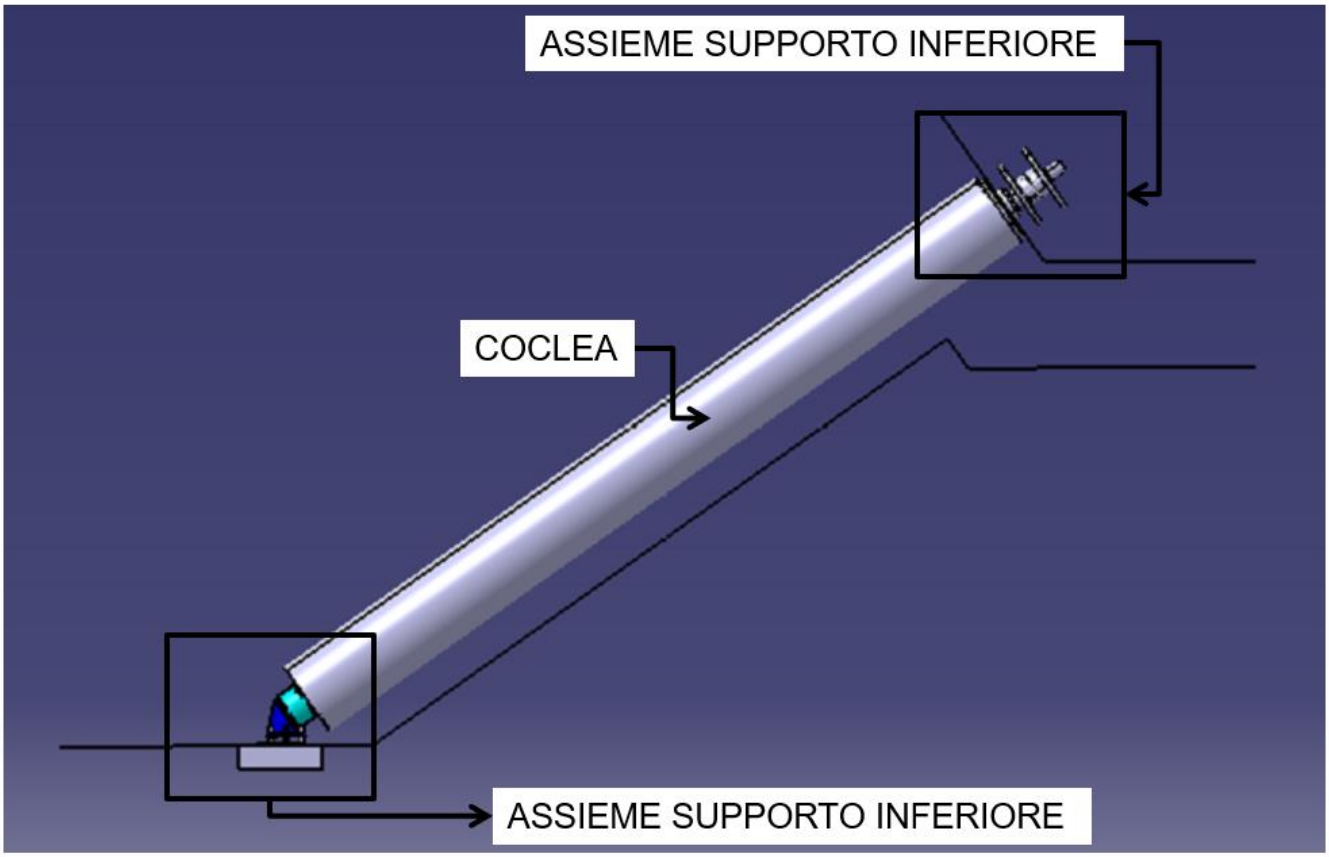
11.3 ANALISI RISULTATI – ALBERO SUPPORTO SUPERIORE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)....40

12 ANALISI RISULTATI – VERIFICA DEI BULLONI DI COLLEGAMENTO - DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)....41

13 Dimensionamento ancorante....46

1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la relazione di calcolo del modello F.E.M. del sistema Coclea, con relativi dimensionamenti degli assieme del supporto inferiore e superiore.



Impostazione Progetto base

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione, l'assemblaggio e l'installazione degli elementi meccanici dovranno essere seguite tutte le disposizioni legislative applicabili ed in vigore al momento del progetto. Eventuali varianti a disposizioni di legge o norme dovranno essere segnalate alla Direzione Lavori che, in base ai propri riscontri tecnici e previo accordo con il R.U.P., attuerà le misure necessarie affinché i lavori ultimati siano conformi ai disposti legislativi e normativi in vigore all'atto del Collaudo tecnico amministrativo.

Di seguito si riportano le principali disposizioni legislative e normative in vigore.

- UNI EN 10025. Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali.
- UNI EN 10088-1: 2014. Acciai inossidabili - Parte 1: Elenco degli acciai inossidabili.
- UNI EN 10088-3: 2014. Acciai inossidabili - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura per semilavorati, barre, bacchette, fili, profilati e prodotti lucidi di acciai resistenti alla corrosione per usi generali.
- EN 10277: 2018. Prodotti in acciaio lucido. Condizioni tecniche di fornitura - Parte 5: Acciai per tempra e rinvenimento.

- UNI EN ISO 683-1: 2018. Acciai da bonifica, acciai legati e acciai automatici - Parte 1: Acciai non legati per tempra e rinvenimento.
- EN 10305-1: 2016 / Tubi di acciaio per impieghi di precisione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 1 Tubi senza saldatura trafilati a freddo
- UNI EN ISO 683-2: 2018. Acciai da bonifica, acciai legati e acciai automatici - Parte 2: Acciai legati per tempra e rinvenimento.
- UNI EN ISO 683-3: 2018. Acciai da bonifica, acciai legati e acciai automatici - Parte 2: Acciai da cementazione.
- EN 10083-1: 1996 / Acciai da bonifica - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
- EN 10083-2: 2006 / Acciai da bonifica - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura per acciai non legati
- EN 10083-3: 2006 / Acciai da bonifica - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura per acciai legati
- UNI 6403: 1986 / Tubi senza saldatura di acciaio, destinati e no al trattamento termico, per impieghi su veicoli stradali ed impieghi particolari
- EN 10132-3: 2000 / Nastrino di acciaio laminato a freddo per trattamento termico - Condizioni tecniche di consegna - Parte 3: Acciai da bonifica
- EN 10269: 2013 / Acciai e leghe di nichel per elementi di fissaggio con proprietà specifiche a elevate e/o basse temperature
- ISO 76: 2006. Cuscinetti volventi. Coefficienti di carico statico.
- UNI ISO 281: 1995. Cuscinetti volventi. Coefficienti di carico dinamico e durata nominale.
- ISO / TR 25901-3: 2016. Saldatura e processi affini. Vocabolario processi di saldatura.
- UNI EN ISO 9606-1: 2017. Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione - Parte 1: Acciai.
- UNI EN ISO 5817: 2014. Saldatura. Giunti saldati per fusione in acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa saldatura a fascio). Livelli di qualità per le imperfezioni.
- UNI EN ISO 17635: 2017. Prove non distruttive delle saldature. Regole generali per i materiali metallici.
- UNI EN ISO 17637: 2017. Prove non distruttive delle saldature. Prova visiva dei giunti saldati per fusione.
- UNI EN ISO 17638: 2016.Prove non distruttive delle saldature. Prove con particelle magnetiche.
- UNI EN ISO 10675-1: 2017. Prove non distruttive delle saldature. Livelli di accettazione per le prove radiografiche - Parte 1: Acciaio, nichel, titanio e loro leghe.
- UNI EN ISO 15607: 2020. Specifica e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Regole generali.
- UNI EN ISO 15609-1: 2020. Specifica e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Specifica della procedura di saldatura. Parte 1: Saldatura ad arco.
- UNI EN ISO 14732: 2013. Personale di saldatura. Test di qualificazione di operatori di saldatura e addetti alla saldatura per saldatura meccanizzata e automatica di materiali metallici.
- UNI EN ISO 15614-1: 2019. Specifica e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prova della procedura di saldatura. Parte 1: Saldatura ad arco e gas di acciai e saldatura ad arco di nichel e leghe di nichel.
- UNI EN 10027-2:2015 / Sistemi di designazione degli acciai. Designazione numerica
- UNI EN 10079 Definizione dei prodotti di acciaio

- UNI EN 10027-1 :2016/ Sistemi di designazione degli acciai - Parte 1: Designazione simbolica
- UN EN 10020 Definizione e classificazione dei tipi di acciaio
- UNI EN ISO 6520-1: 2008. Saldatura e processi affini - Classificazione delle imperfezioni geometriche nei materiali metallici - Parte 1: Saldatura per fusione.
- UNI EN 15048-1: 2016. Assiemi di bulloneria strutturale non precaricati. Parte 1: Requisiti generali.
- UNI EN 15048-1: 2016. Assiemi di bulloneria strutturale non precaricati. Parte 2: Idoneità allo scopo.
- UNI EN 14399-7: 2018. Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza per il precarico - Parte 7: Sistema HR. Assiemi di bulloni e dadi a testa svasata.
- UNI EN 14399-8: 2018. Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza per il precarico - Parte 8: Sistema HV. Assiemi di bulloni e dadi esagonali.
- UNI EN 14399-9: 2018.Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza per il precarico. Parte 9: Sistema HR o HV. Indicatori di tensione diretta per assiemi di bulloni e dadi.
- UNI EN 14399-10: 2018: Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza per il precarico. Parte 10: Sistema HRC. Assiemi di bulloni e dadi con precarico calibrato.
- UNI EN ISO 898-1: 2013. Proprietà meccaniche degli elementi di fissaggio in acciaio al carbonio e acciaio legato - Parte 1: Bulloni, viti e prigionieri con classi di proprietà specificate - Filettatura grossa e filettatura a passo fine.
- UNI EN ISO 898-2: 2012. Proprietà meccaniche degli elementi di fissaggio in acciaio al carbonio e acciaio legato - Parte 2: Dadi con classi di proprietà specificate - Filettatura grossa e filettatura a passo fine.
- UNI EN ISO 4762: 2007. Viti a testa cilindrica con esagono incassato .
- UNI EN ISO 4017: 2014. Elementi di fissaggio - Viti a testa esagonale - Prodotti di qualità A e B.00000000
- UNI EN ISO 6158: 2019. Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici -Rivestimenti elettrodepositi di cromo per scopi ingegneristici.
- UNI 1751: 2013. Rondella elastica a spirale singola - Serie normale - Metodi di prova generali.
- UNI 6604: 1969 + FA 64: 1976. Chiavi parallele. Dimensioni e applicazione.
- UNI EN ISO 8734: 1999. Spine parallele, in acciaio temprato e acciaio inossidabile martensitico (Spine cilindriche).
- Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio” - EN 1993.

3 MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO

Di seguito si riportano le informazioni relative all’elenco dei materiali impiegati, alle loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo. Per la realizzazione dell’opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali, i cui valori dei parametri caratteristici sono di seguito elencati.

MATERIALI ACCIAIO

Caratteristiche acciaio

N_{id}	γ_k	$\alpha_{T,i}$	E	G	Stz	$f_{yk,1}$ / $f_{yk,2}$	$f_{tk,1}$ / $f_{tk,2}$	$f_{yd,1}$ / $f_{yd,2}$	f_{td}	γ_s	γ_{M1}	γ_{M2}	$\gamma_{M3,SLV}$	$\gamma_{M3,SLE}$	γ_{M7}	
															NCnt	Cnt
	[N/m³]	[1/°C]	[N/mm²]	[N/mm²]		[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]							
S355 - (S355)																
001	78.500	0,000012	210.000	80.769	P	355,00	510	338,10	-	1,05	1,05	1,25	-	-	-	-
						335,00	470	319,05								

Caratteristiche acciaio

N_{id}	γ_k	$\alpha_{T,i}$	E	G	Stz	$f_{yk,1}$ / $f_{yk,2}$	$f_{tk,1}$ / $f_{tk,2}$	$f_{yd,1}$ / $f_{yd,2}$	f_{td}	γ_s	γ_{M1}	γ_{M2}	$\gamma_{M3,SLV}$	$\gamma_{M3,SLE}$	γ_{M7}	
															NCnt	Cnt
	[N/m³]	[1/°C]	[N/mm²]	[N/mm²]		[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]							
S355 - (S355)																
002	78.500	0,000012	210.000	80.769	P	355,00 355,00	510 470	338,10 319,05	-	1,05	1,05	1,25	-	-	-	-
8.8 - Acciaio per Bulloni - (8.8)																
003	78.500	0,000012	210.000	80.769	P	640,00 -	800,00	512,00 -	640,00	1,25	-	-	1,25	1,10	1,10	1,00
10.9 - Acciaio per Bulloni - (10.9)																
004	78.500	0,000012	210.000	80.769	P	900,00 -	1000,00	720,00 -	800,00	1,25	-	-	1,25	1,10	1,10	1,00

LEGENDA:

N_{id} Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ_k Peso specifico.
$\alpha_{T,i}$ Coefficiente di dilatazione termica.
E Modulo elastico normale.
G Modulo elastico tangenziale.
Stz Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
$f_{tk,1}$ Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con t ≤ 40 mm).
$f_{tk,2}$ Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
f_{td} Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).
γ_s Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.
γ_{M1} Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.
γ_{M2} Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.
$\gamma_{M3,SLV}$ Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).
$\gamma_{M3,SLE}$ Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).
γ_{M7} Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.
$f_{yk,1}$ Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con t <= 40 mm).
$f_{yk,2}$ Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
$f_{yd,1}$ Resistenza di calcolo (per profili con t ≤ 40 mm).
$f_{yd,2}$ Resistenza di calcolo (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
NOTE [-] = Parametro non significativo per il materiale.

ALTRI MATERIALI

Teflon™ 532-6118 Rivestimento industriale ETFE resistente alla permeazione

Categorie: Polimero; Termoplastica; Fluoropolimero; ETFE/ECTFE

Materiali Note: I rivestimenti industriali in teflon™ tetrafluoroetilene etilene (ETFE) sono ampiamente utilizzati nelle industrie chimiche, elettriche, di produzione di energia e semiconduttori. Questi rivestimenti hanno un'eccellente resistenza chimica perché sono costituiti da un film non poroso in grado di funzionare continuamente a 149 ° C (300 ° F). Questi sistemi multistrato sono disponibili in forma di liquido e polvere a base d'acqua. Le caratteristiche dei rivestimenti in Teflon a base di acqua e polvere™ ETFE includono: elevate capacità di costruzione di pellicole, resistenza chimica leader del settore, resistenza dielettrica molto buona. I rivestimenti ™ in teflon funzionano su acciaio al carbonio, alluminio, acciaio inossidabile, leghe di acciaio, ottone e magnesio.

Proprietà fisiche	Metrica	English	Comments
Assorbimento d'acqua	<= 0.0300 % Tempo 86400 sec	<= 0.0300 % Time 24.0 hour	ASTM D570
Spessore	76.2 - 254 microns	3.00 - 10.0 mil	Film Build per coat
	<= 635 microns	<= 25.0 mil	Max Total Film Build

Proprietà termiche	Metrica	English	Comments
Temperatura massima di servizio, aria	149 °C	300 °F	

Proprietà di elaborazione	Metrica	English	Comments
Temperatura di elaborazione	316 °C	601 °F	Cure Temperature

Proprietà di conformità	Metrica	English	Comments
FDA	No	No	Contatto per 21CFR.

Proprietà descrittive		
Vettore	Polvere	
Resistenza chimica / ai solventi	Eccellente	ASTM D543
Colore	Spk. Beige	
Rivestimenti resistenti alla nebbia salina (ore)	1000	ASTM B117. 5% NaCl at 35 °C (95 °F).
Resistenza agli agenti atmosferici (anni inalterati)	15	Florida Exposure

39NiCrMo3 Acciaio

Categorie: Metallo; Metallo Ferroso; Acciaio legato; Acciaio serie AISI 8000

Key Words: UNI 6403(86) 39NiCrMo3; Comparable to AISI 8637, UNS G86370

Proprietà fisiche	Metrica	English
Densityà	7.85 g/cc	0.284 lb/in³

Proprietà Meccaniche	Metrica	English
Durezza, Brinell	179 - 229	179 - 229
Modulo di elasticità	205 GPa	29700 ksi
Poissons Ratio	0.29	0.29
Modulo di taglio	80.0 GPa	11600 ksi

Proprietà Elettriche	Metrica	English
Resistività elettrica	0.0000234 ohm-cm	0.0000234 ohm-cm

Thermal Properties	Metrica	English
Capacità termica specifica	0.475 J/g-°C	0.114 BTU/lb-°F
Conduttività termica	46.6 W/m-K	323 BTU-in/hr-ft²-°F

Proprietà degli elementi del componente	Metrica	English
Carbonio, C	0.35 - 0.43 %	0.35 - 0.43 %
Cromo, Cr	0.60 - 1.0 %	0.60 - 1.0 %
Ferro, Fe	96.100 - 97.5 %	96.100 - 97.5 %
Manganese, Mn	0.50 - 0.80 %	0.50 - 0.80 %
Molibdeno, Mo	0.15 - 0.25 %	0.15 - 0.25 %
Nickel, Ni	0.70 - 1.0 %	0.70 - 1.0 %
Fosforo, P	<= 0.035 %	<= 0.035 %
Silicio, Si	0.15 - 0.35 %	0.15 - 0.35 %
Zolfo, S	<= 0.035 %	<= 0.035 %

304 Acciaio inossidabile

Categorie: Metallo; Metallo ferroso; Resistente al calore; Acciaio inossidabile; Acciaio inossidabile serie T 300

Materiali Note: Questa voce MatWeb ha valori tipici per campioni di forma/trattamento termico sconosciuti, ma sembra essere campioni ricotturati. Stiamo creando altre voci per trattamenti termici e forme più specifici. Acciaio inossidabile Austenitic Cr-Ni. Migliore resistenza alla corrosione rispetto al tipo 302. Alta duttilità, eccellente disegno, formatura e proprietà di filatura. Essenzialmente non magnetico, diventa leggermente magnetico quando il freddo funziona. Basso contenuto di carbonio significa meno precipitazione di carburo nella zona

termicamente colpita durante la saldatura e una minore suscettibilità alla corrosione intergranulare.

Resistenza alla corrosione: resiste alla maggior parte degli acidi ossidanti e dello spruzzo di sale.

UNS S30400; AMS 5501, 5513, 5560, 5565; ASME SA182, SA194 (8), SA213, SA240; ASTM A167, A182, A193, A194

Proprietà fisiche	Metrica	English	Comments
Densità	8.00 g/cc	0.289 lb/in³	

Proprietà Meccaniche	Metrica	English	Comments
Durezza, Brinell	123	123	Convertito dalla durezza Rockwell B
Durezza, Knoop	138	138	Convertito dalla durezza Rockwell B
Durezza, Rockwell B	70	70	
Durezza, Vickers	129	129	Convertito dalla durezza Rockwell B
Resistenza alla trazione, massima	505 MPa	73200 psi	
Resistenza alla trazione, resa	215 MPa Sforzo 0.200 %	31200 psi Sforzo 0.200 %	
Allungamento alla rottura	70 %	70 %	in 50 mm
Modulo di elasticità	193 GPa	28000 ksi	
Poissons Ratio	0.29	0.29	
Modulo di taglio	77.0 GPa	11200 ksi	
Izod Impact	150 J Temperatura -195 °C	111 ft-lb Temperatura -319 °F	V-Notch
	150 J Temperatura 21.0 °C	111 ft-lb Temperatura 69.8 °F	V-Notch
Charpy Impact	325 J	240 ft-lb	

Proprietà Elettriche	Metrica	English	Comments
Resistività Elettrica	0.0000720 ohm-cm Temperatura 20.0 °C	0.0000720 ohm-cm Temperatura 68.0 °F	
	0.000116 ohm-cm Temperatura 650 °C	0.000116 ohm-cm Temperatura 1200 °F	
Permeabilità magnetica	1.020	1.020	at RT

Thermal Properties	Metrica	English	Comments
CTE, linear	17.3 µm/m-°C Temperatura 0.000 - 100 °C	9.61 µin/in-°F Temperatura 32.0 - 212 °F	
	17.8 µm/m-°C Temperatura 0.000 - 315 °C	9.89 µin/in-°F Temperatura 32.0 - 599 °F	
	18.7 µm/m-°C Temperatura 0.000 - 650 °C	10.4 µin/in-°F Temperatura 32.0 - 1200 °F	
Capacità termica specifica	0.500 J/g-°C Temperatura 0.000 - 100 °C	0.120 BTU/lb-°F Temperatura 32.0 - 212 °F	
Conduttività Termica	16.2 W/m-K Temperatura 0.000 - 100 °C	112 BTU-in/hr-ft²-°F Temperatura 32.0 - 212 °F	
	21.5 W/m-K Temperatura 500 °C	149 BTU-in/hr-ft²-°F Temperatura 932 °F	
Punto Fusione	1400 - 1455 °C	2550 - 2651 °F	

Solidus	1400 °C	2550 °F
Liquidus	1455 °C	2651 °F

Proprietà degli elementi del componente	Metrica	English	Comments
Carbonio, C	<= 0.080 %	<= 0.080 %	
Cromo, Cr	18 - 20 %	18 - 20 %	
Ferro, Fe	66.345 - 74 %	66.345 - 74 %	come equilibrio
Manganese, Mn	<= 2.0 %	<= 2.0 %	
Nickel, Ni	8.0 - 10.5 %	8.0 - 10.5 %	
Fosforo, P	<= 0.045 %	<= 0.045 %	
Silicio, Si	<= 1.0 %	<= 1.0 %	
Zolfo, S	<= 0.030 %	<= 0.030 %	

S355JR Acciaio

Categorie: Metallo; Metalli ferrosi; Acciaio legato

Materiali Note: **Informazioni generali**: S355 è un grado strutturale micro-legato 7tilizzati per una grade varietà di applicazioni. È standardizzato con una resistenza all'impatto specificata di 27 J a temperature diverse, ma EN10027 fornisce linee guida su come estendere la designazione.

Proprietà fisiche	Metrica	English	Comments
Densità	7.80 g/cc	0.282 lb/in³	

Proprietà Meccaniche	Metrica	English	Comments
Durezza, Brinell	140 – 190 Spessore <=16.0 mm	140 – 190 Spessore <=0.630 in	Barra piatta
	140 – 190 Spessore 16.0 – 40.0 mm	140 – 190 Spessore 0.630 – 1.57 in	Barra piatta
	140 – 190 Spessore 40.0 – 63.0 mm	140 – 190 Spessore 1.57 – 2.48 in	Barra piatta
	140 – 190 Spessore 63.0 – 80.0 mm	140 – 190 Spessore 2.48 – 3.15 in	Barra piatta
	140 – 190 Spessore 80.0 – 100 mm	140 – 190 Spessore 3.15 – 3.94 in	Barra piatta
Resistenza alla Trazione	470 – 630 Mpa Spessore <=16.0 mm	68200 – 91400 psi Spessore <=0.630 in	Barra piatta
	470 – 630 Mpa Spessore 16.0 – 40.0 mm	68200 – 91400 psi Spessore 0.630 – 1.57 in	Barra piatta
	470 – 630 Mpa Spessore 40.0 – 63.0 mm	68200 – 91400 psi Spessore 1.57 – 2.48 in	Barra piatta
	470 – 630 Mpa Spessore 63.0 – 80.0 mm	68200 – 91400 psi Spessore 2.48 – 3.15 in	Barra piatta
	470 – 630 Mpa Spessore 80.0 – 100 mm	68200 – 91400 psi Spessore 3.15 – 3.94 in	Barra piatta
Resistenza alla trazione Resa	>= 315 Mpa Spessore 80.0 – 100 mm	>= 45700 psi Spessore 3.15 – 3.94 in	R_{el}, Barra piatta
	>= 325 Mpa Spessore 63.0 – 80.0 mm	>= 47100 psi Spessore 2.48 – 3.15 in	R_{el}, Barra piatta
	>= 335 Mpa Spessore 40.0 – 63.0 mm	>= 48600 psi Spessore 1.57 – 2.48 in	R_{el}, Barra piatta
	>= 345 Mpa Spessore 16.0 – 40.0 mm	>= 50000 psi Spessore 0.630 – 1.57 in	R_{el}, Barra piatta

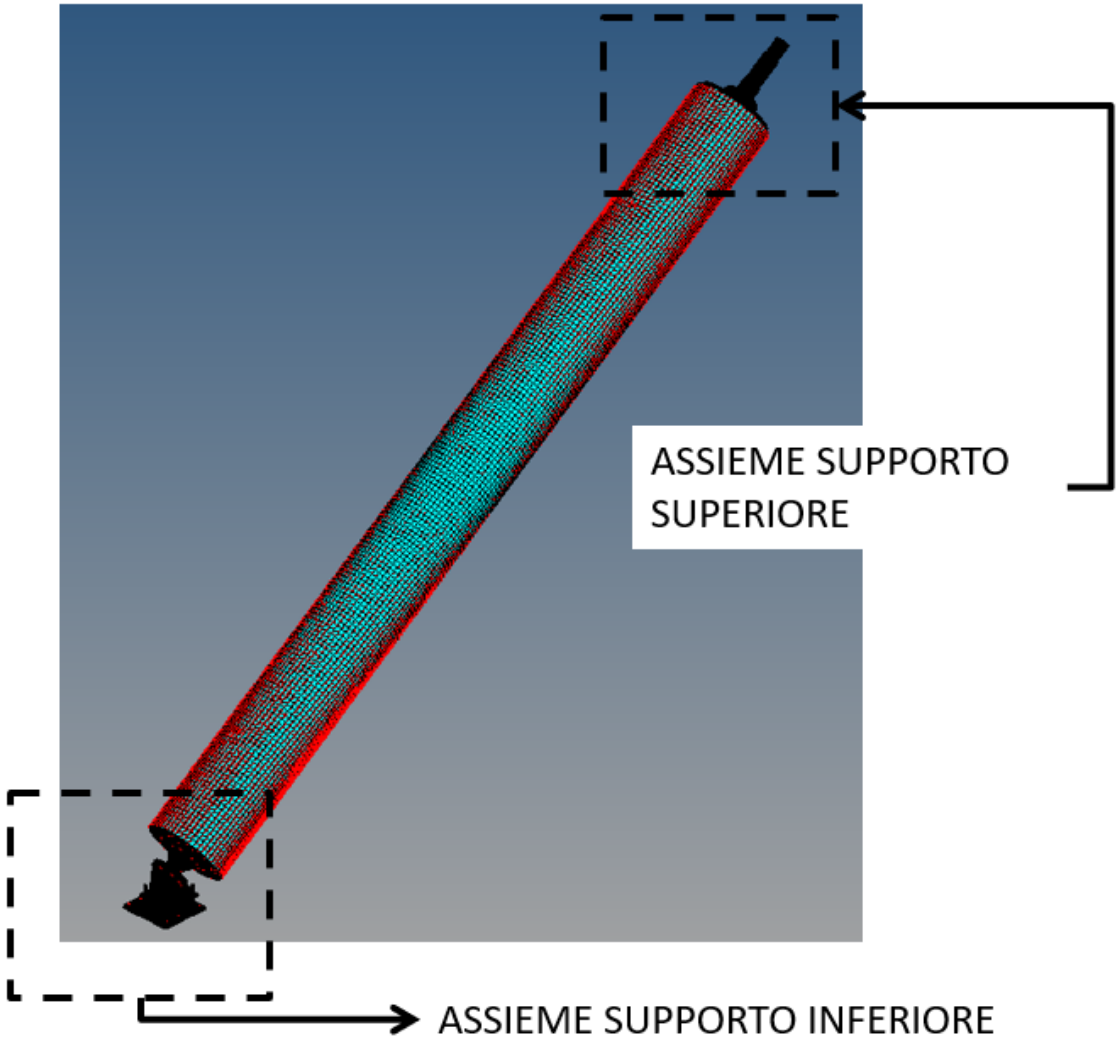
	>= 355 Mpa Spessore <=16.0 mm	>= 51500 psi Spessore <=0.630 in	R_{el}, Barra piatta
Allungamento alla pausa	20 % Spessore 63.0 – 80.0 mm	20 % Spessore 2.48 – 3.15 in	Barra piatta
	20 % Spessore 80.0 – 100 mm	20 % Spessore 3.15 – 3.94 in	Barra piatta
	21 % Spessore 40.0 – 63.0 mm	21 % Spessore 1.57 – 2.48 in	Barra piatta
	22 % Spessore <=16.0 mm	22 % Spessore <=0.630 in	Barra piatta
	22 % Spessore 16.0 – 40.0 mm	22 % Spessore 0.630 – 1.57 in	Barra piatta
Modulo di Elasticità	210 Gpa	30500 ksi	
Poissons Ratio	0.30	0.30	
Modulo di taglio	80.0 Gpa	11600 ksi	

Thermal Properties	Metrica	English	Comments
CTE, linear	12.0 µm/m-°C Spessore 20.0 – 300 °C	6.67 µin/in-°F Spessore 68.0 – 572 °F	
Capacità termica specifica	0.460 – 0.480 J/g-°C Spessore 50.0 – 100 °C	0.110 – 0.115 BTU/lb-°F Spessore 122 – 212 °F	
Conducibilità termica	40.0 – 45.0 W/m-K	278 – 312 BTU-in/hr-ft²-°F	Ambient temperature
Temperatura di trasformazione	540 °C	1000 °F	MS
	720 °C	1330 °F	AC1
	790 °C	1450 °F	AC3

Proprietà degli elementi del componente	Metrica	English	Comments
Carbonio, C	<= 0.24 %	<= 0.24 %	
Rame, Cu	<= 0.40 %	<= 0.40 %	
Ferro, Fe	>= 97.12 %	>= 97.12 %	As Balance
Manganese, Mn	<= 1.6 %	<= 1.6 %	
Azoto, N	<= 0.012 %	<= 0.012 %	
Fosforo, P	<= 0.040 %	<= 0.040 %	
Silicio, Si	<= 0.55 %	<= 0.55 %	
Zolfo, S	<= 0.040 %	<= 0.040 %	

4 DESCRIZIONE MODELLO FEM

Modello F.E.M. del sistema Coclea è un modello agli elementi finiti, prevede una modellazione, nel dettaglio, di tutte le parti costituenti l'assieme oggetto di analisi.



Il Passo della mesh è ~ 10.00mm.

Di seguito una descrizione di ciascun particolare modellato.

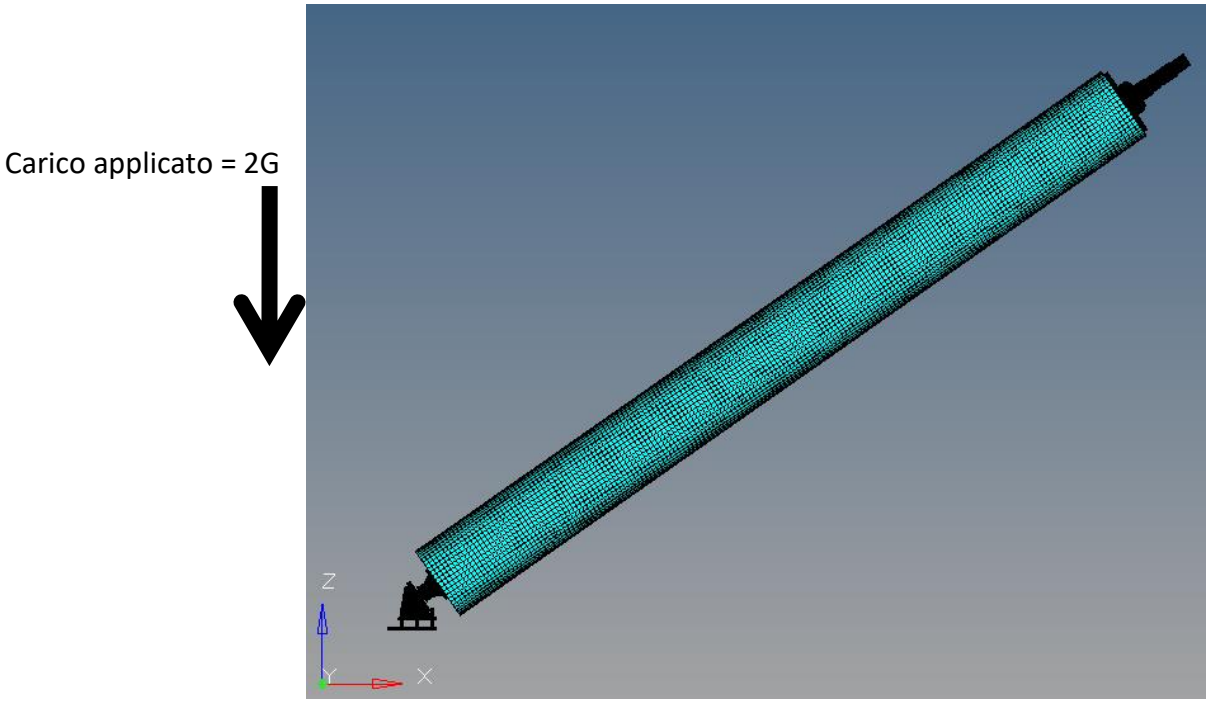
La massa complessiva del modello è ~ 9477.00kg.

Il Numero di elementi complessivo è 655726.

Il Numero di nodi complessivo è 168635.

5 ANALISI CARICHI

Gli sw utilizzati per l'esecuzione dell'elaborato sono Hypermesh, Hyperview e Nastran.
L'analisi effettuata è una SOL101 (analisi statica lineare) nella quale è stato tenuto conto dell'effetto del peso proprio della struttura pari a 9477.00kg, tramite l'uso della card GRAV del codice Nastran.
È stato tenuto conto di un **fattore di sicurezza** pari a **2** nell'applicazione del carico, così come descritto nella immagine sotto.



Dove **G** rappresenta l'accelerazione gravitazionale ed è pari a 9810.00mm/s2.
In funzione della massa del modello si ha una forza applicata pari a 2G*m = 92969.4 N distribuita sul modello.

ANALISI DEI CARICI DEL SISTEMA COCLEA

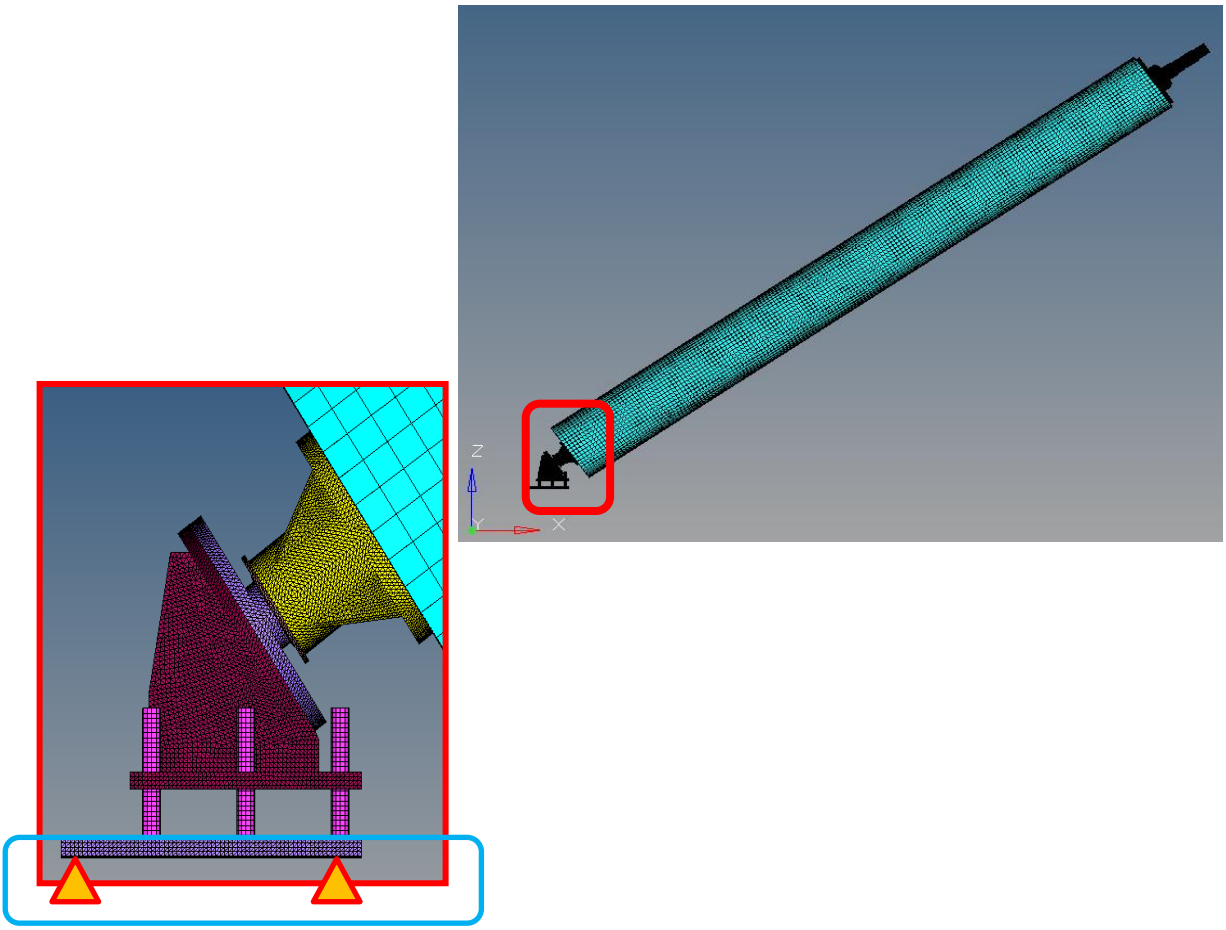
Supporto Inferiore : 528,688 kg
Supporto Superiore : 951,670 kg
Coclea : 7000 kg
Carico variabile acqua : 1000 kg

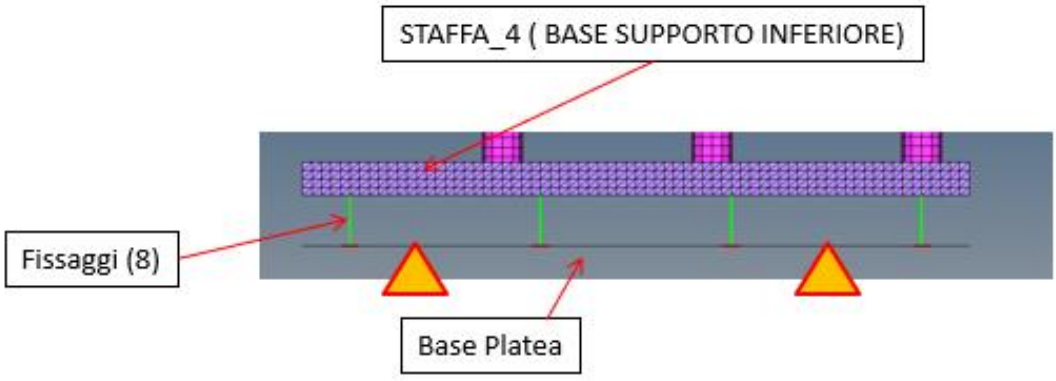
Ulteriori informazioni relative al peso dei singoli componenti sono riportate sugli elaborai grafici di assieme sottostanti.

6 ANALISI VINCOLI

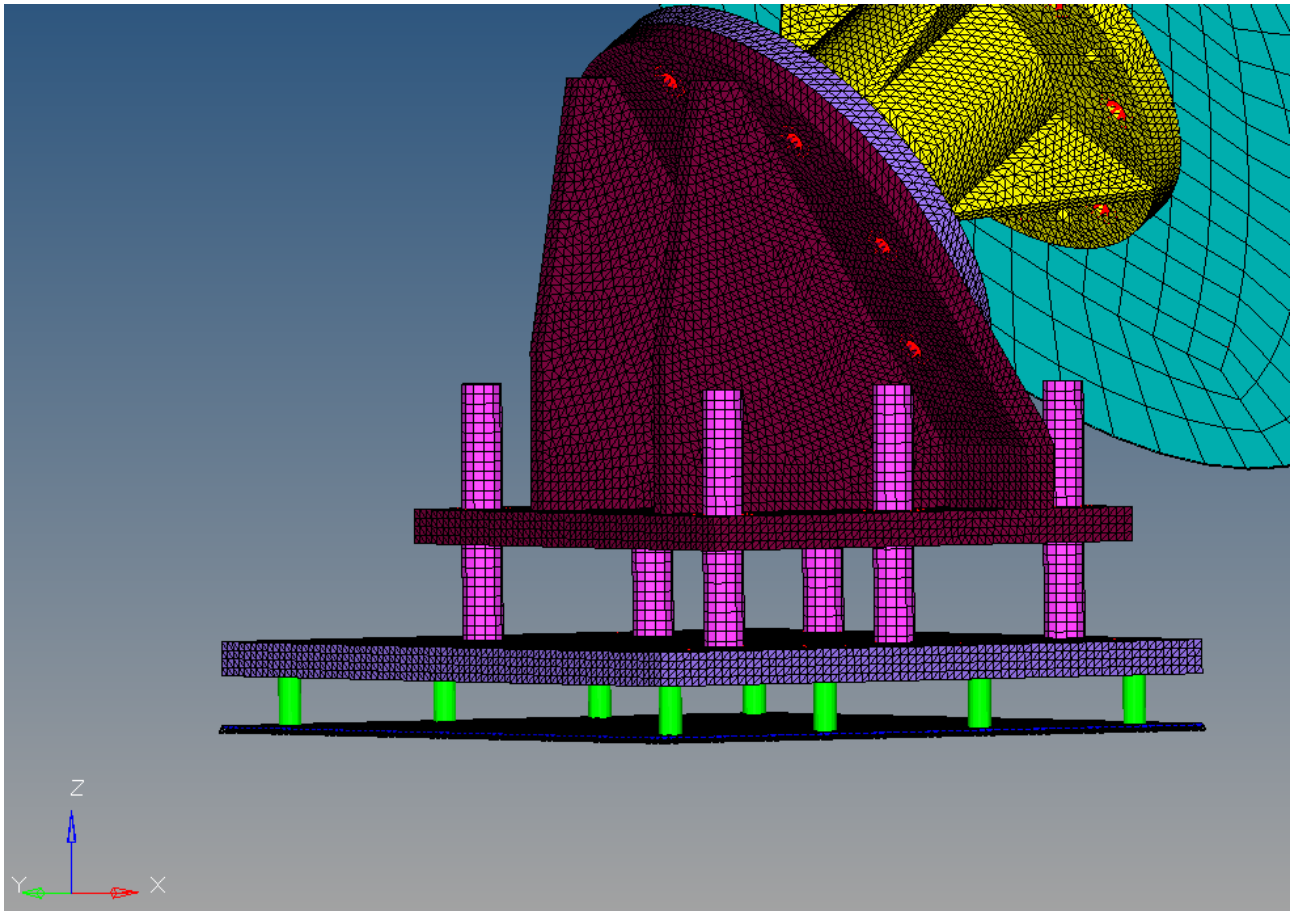
6.1 Analisi vincoli del Supporto Inferiore

Le parti vincolate sono 2 (tramite SPC constraints), e precisamente:
La Base platea che riguarda il supporto inferiore e l'asse superiore alla sua estremità.
Di seguito una descrizione di quanto scritto.





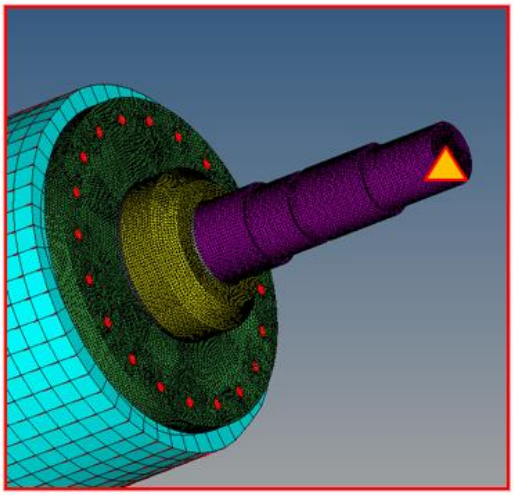
6.2 Analisi vincoli descritizzazione perni attacco supporto inferiore con cemento

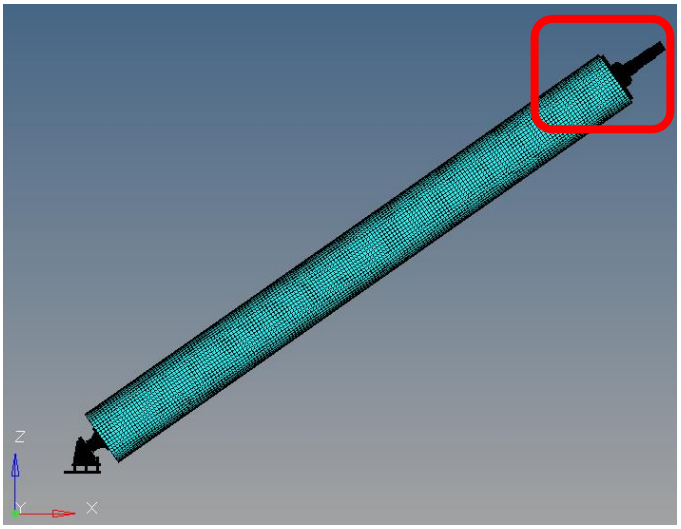


Vista Supporto Inferiore

Gli elementi evidenziati in verde sono i tirafondi a sezione circolare che simulano gli 8 perni di dimensione M24 (Φ 24) che connettono la base in cemento armato al piastrone superiore in viola nell'immagine sopra raffigurata.

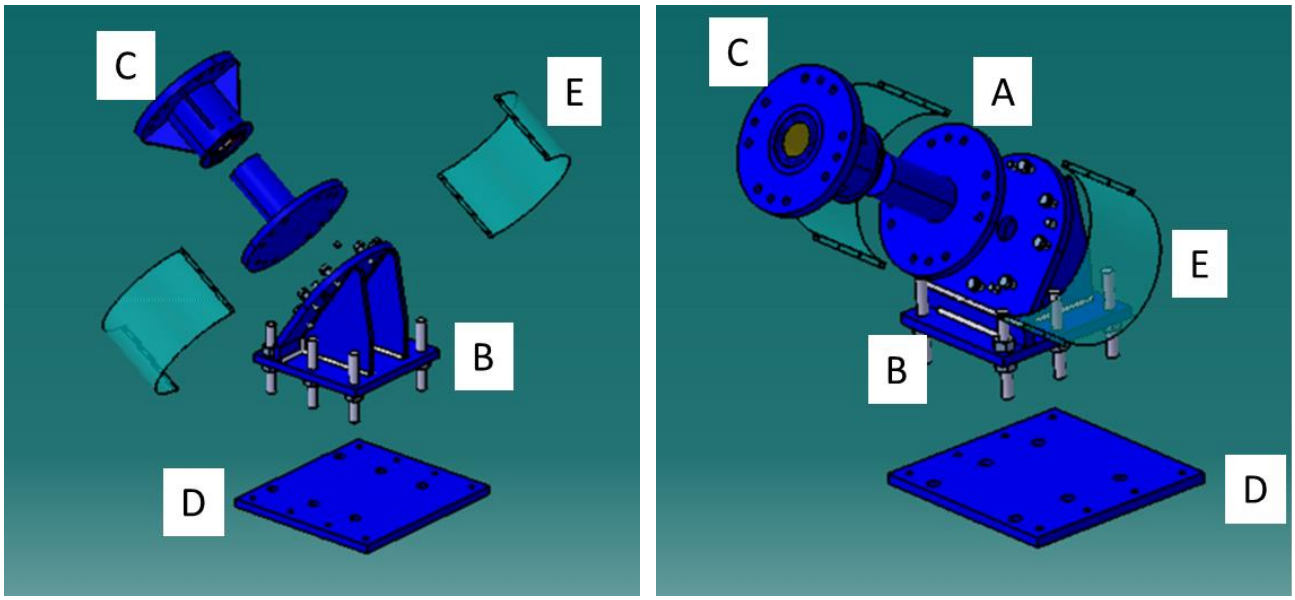
6.3 Analisi vincoli del Supporto Superiore





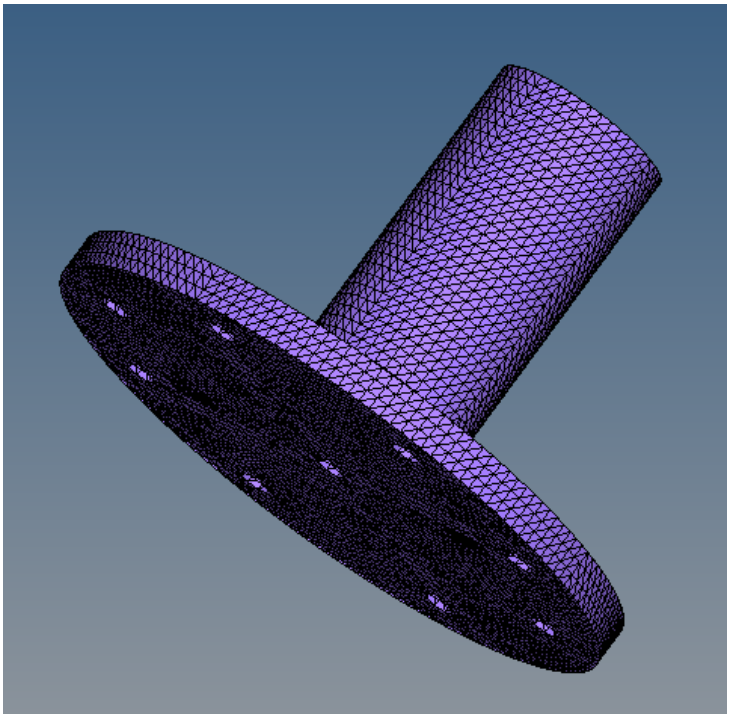
7 MODELLAZIONE F.E.M.

7.1 ASSIEME SUPPORTO INFERIORE



Estrusione dei componenti del supporto inferiore in F.E.M.

7.1.1 A – Albero Flangiato Supporto Inferiore – F.E.M.



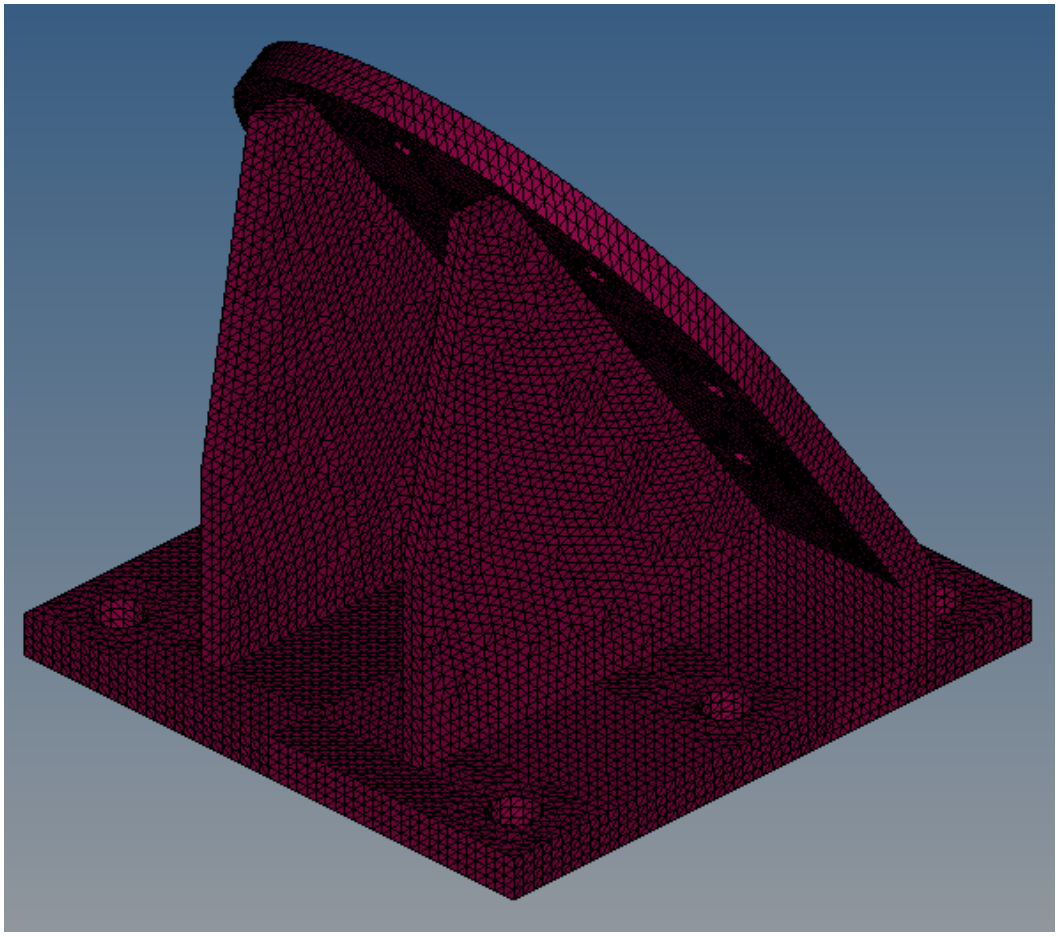
Staffa presente nell'assieme supporto inferiore. Modellato con elementi 3D del tipo TETRA4.

M= 91.57 kg

Numero El = 48448

Numero nodi = 11400

7.1.2 B – Assieme saldato Supporto Inferiore – F.E.M.



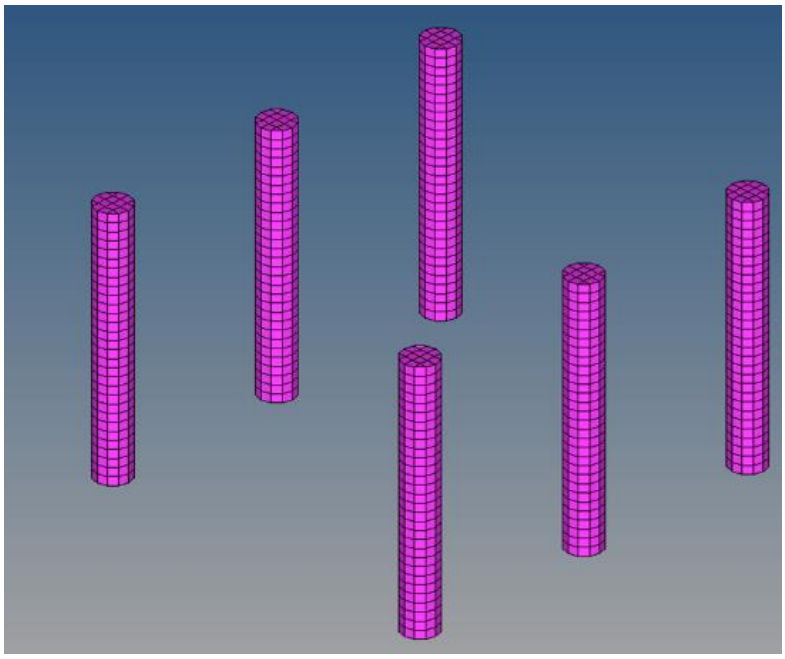
Staffa presente nell'assieme supporto inferiore. Modellato con elementi 3D del tipo TETRA4.

M = 174.02 kg
El =101422
Num nodi = 25340

Legenda:

M	Massa
El	Numero identificativo di elementi della mesh 3D
Num nodi	Numero nodi all'interno della mesh 3D del pezzo

Perni Prigionieri su piastra supporto inferiore – F.E.M.



I prigionieri, per avere un maggior controllo sulla distribuzione degli stress, sono stati modellati con elementi 3D del tipo CHEXA e CPENTA.

M = 18.470 kg

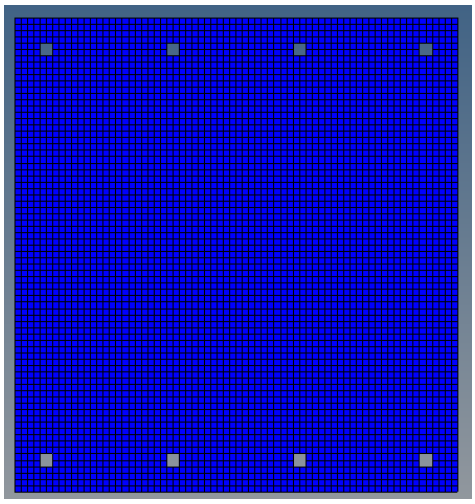
Num El = 2880

Num nodi = 3906

Legenda:

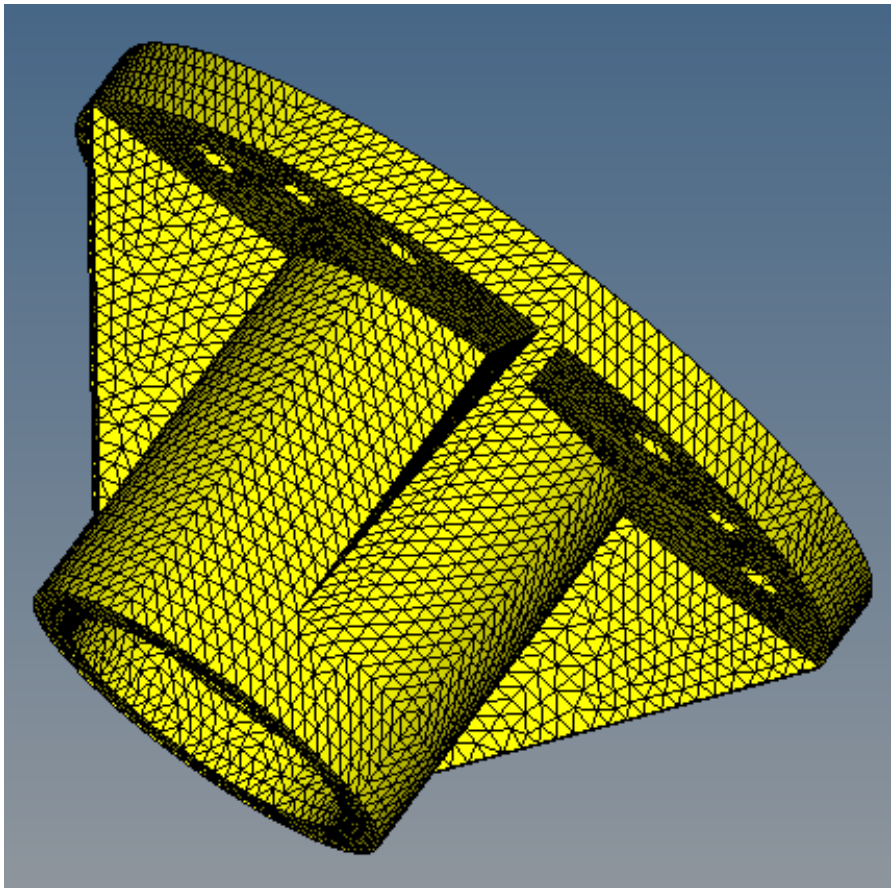
M	Massa
El	Numero identificativo di elementi della mesh 3D
Num nodi	Numero nodi all'interno della mesh 3D del pezzo

7.1.3 – Base platea F.E.M



La Base Platea è stata modellata con elementi shell del tipo CQUAD e vincolata in modo da rendere il componente infinitamente rigido.

7.1.4 C – SUPPORTO SALDATO ROTANTE SU ASSIEME SUPPORTO INFERIORE - F.E.M.



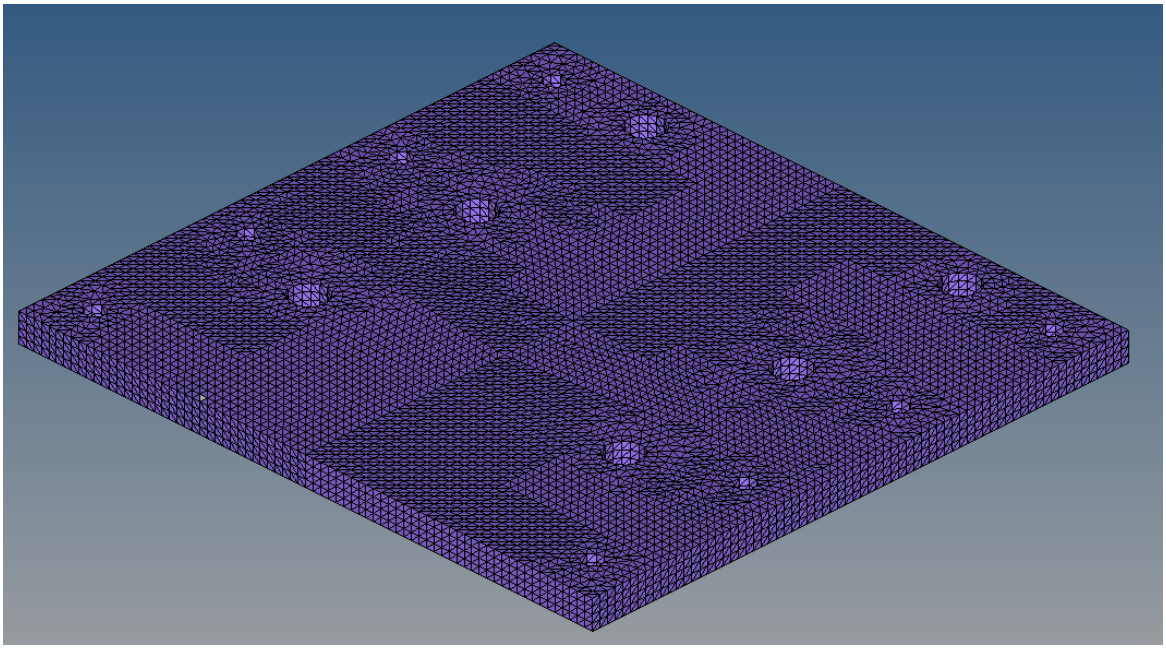
Modellato con elementi 3D del tipo TETRA4.

M = 88.01 kg
Num El = 49352
Num nodi = 12816

Legenda:

M	Massa
El	Numero identificativo di elementi della mesh 3D
Num nodi	Numero nodi all'interno della mesh 3D del pezzo

7.1.5 D – PIASTRA DI BASE SUPPORTO INFERIORE - F.E.M.



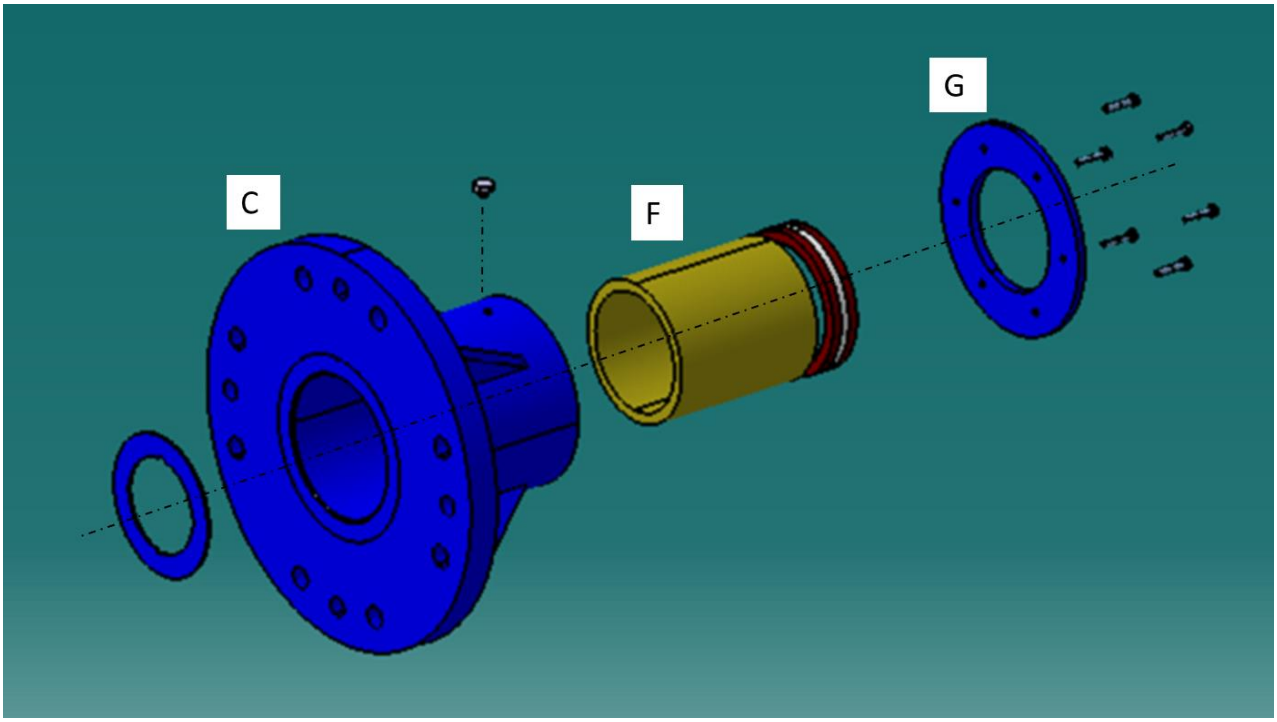
Modellato con elementi 3D del tipo TETRA4.

M = 141.62 kg
Num El = 77980
Num nodi = 19181

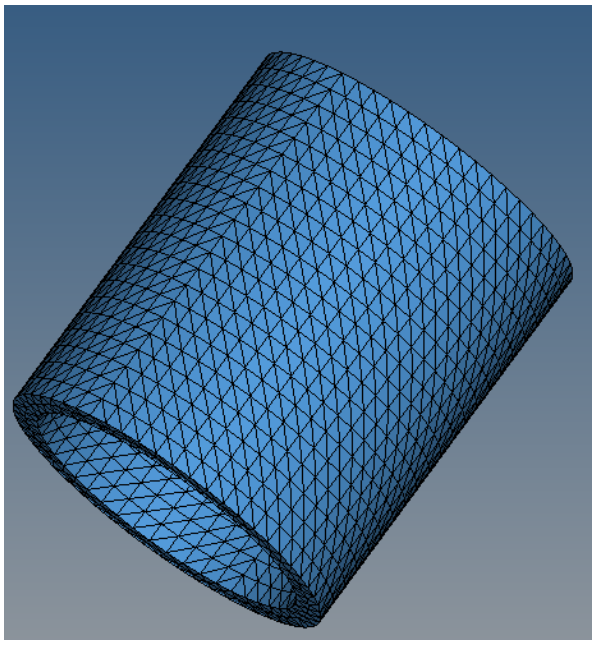
Legenda:

M	Massa
El	Numero identificativo di elementi della mesh 3D
Num nodi	Numero nodi all'interno della mesh 3D del pezzo

7.1.6 ASSIEME SUPPORTO FLANGIATO ROTANTE INFERIORE



7.1.6.1 F – BRONZINA - F.E.M.



Organo di trasmissione presente nell'assieme supporto inferiore.

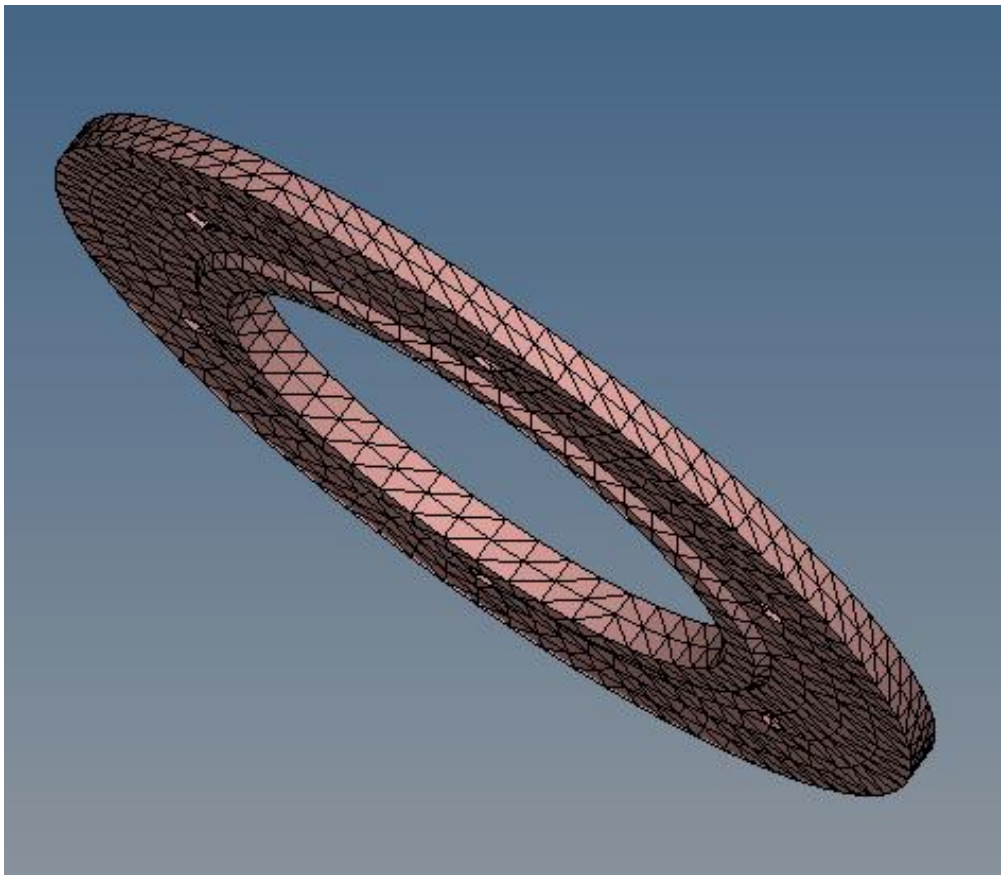
Modellato con elementi 3D del tipo TETRA4.

M = 11.67 kg
Num El = 8152
Num nodi = 2616

Legenda:

M	Massa
El	Numero identificativo di elementi della mesh 3D
Num nodi	Numero nodi all'interno della mesh 3D del pezzo

7.1.6.2 G - TAPPO CHIUSURA - F.E.M.



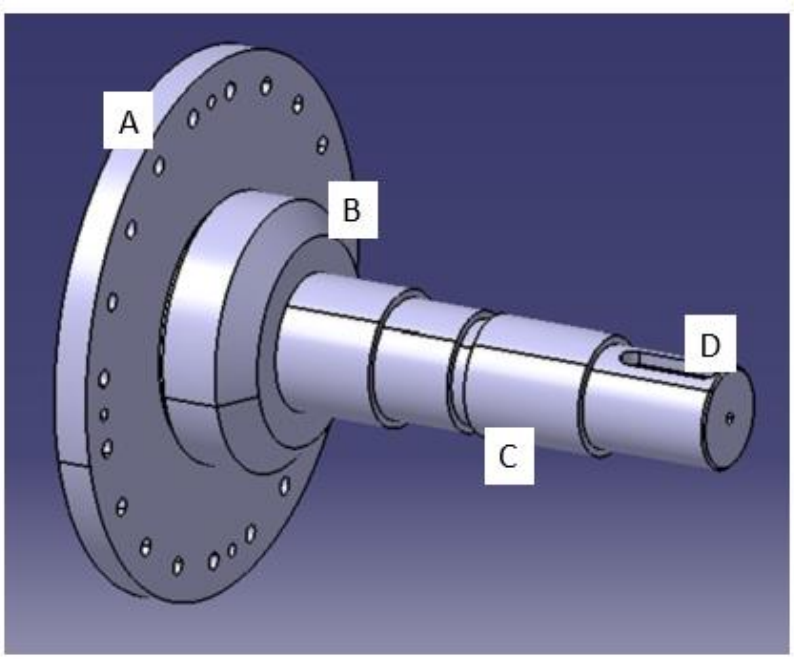
Staffa presente nell'assieme supporto inferiore.
Modellato con elementi 3D del tipo TETRA4.

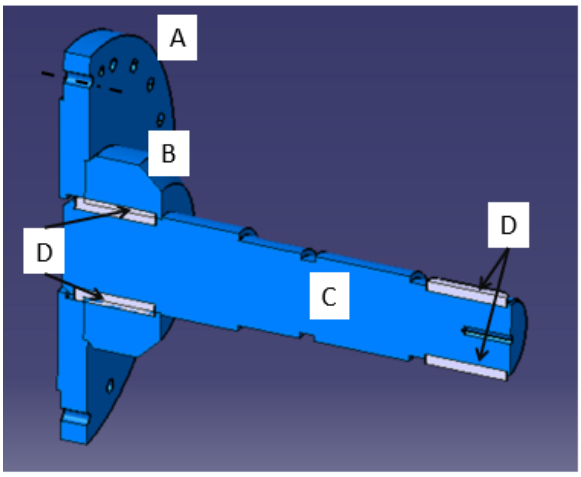
M = 2.801 kg
Num El = 2734
Num nodi = 1032

Legenda:

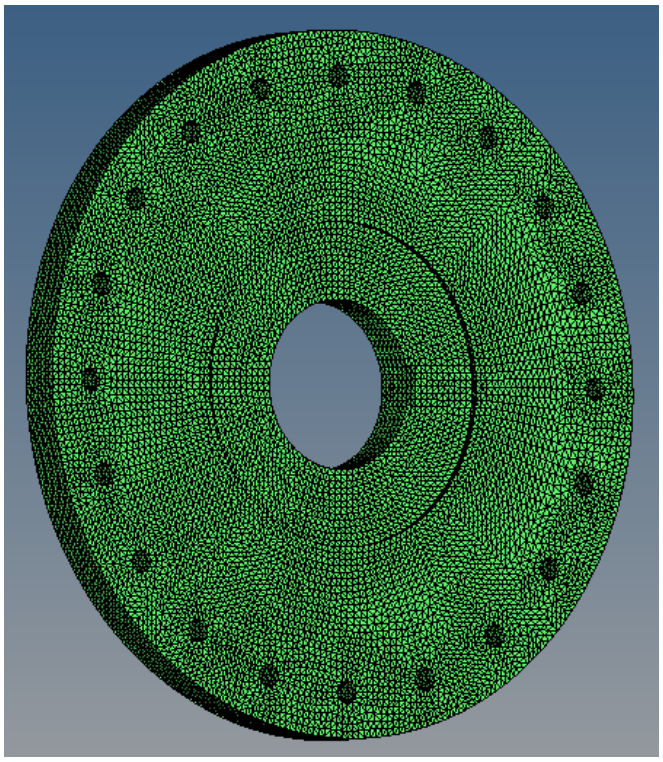
M	Massa
El	Numero identificativo di elementi della mesh 3D
Num nodi	Numero nodi all'interno della mesh 3D del pezzo

7.2 ASSIEMO SUPPORTO SUPERIORE - F.E.M.





7.2.1 A – FLANGIA CALETTATA SU ALBERO SUPPORTO SUPERIORE - F.E.M.



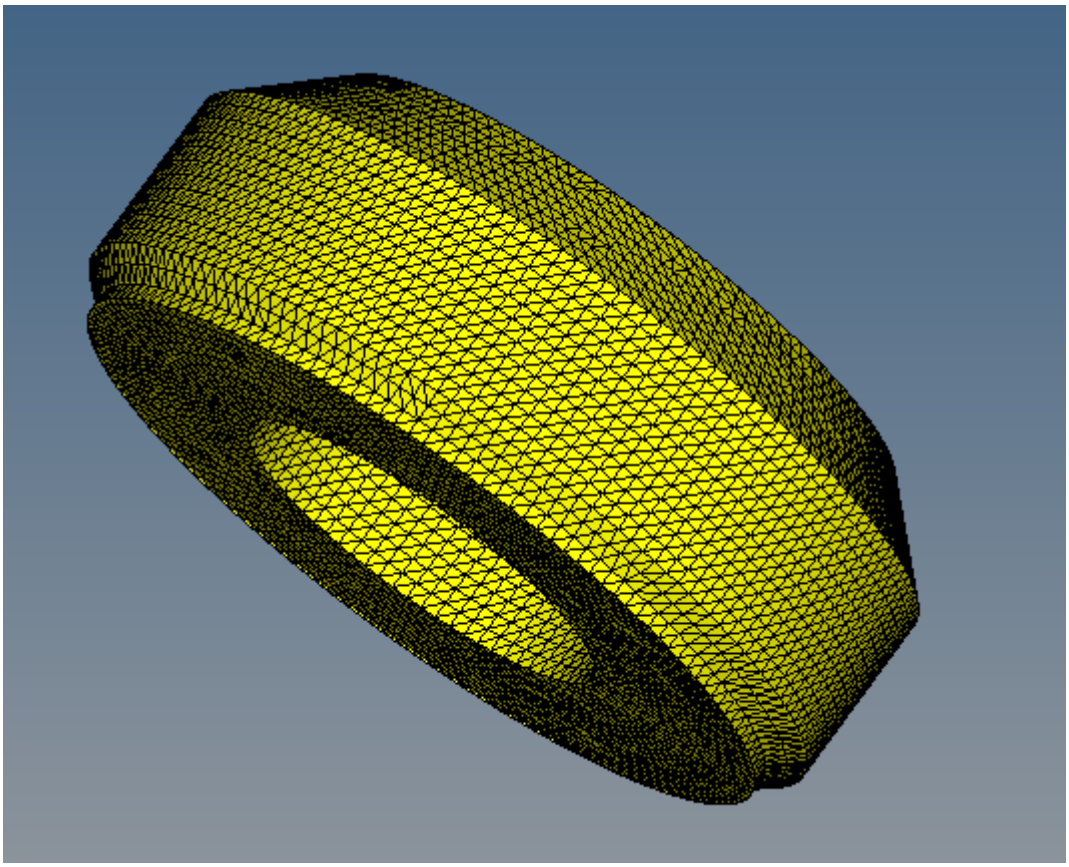
Modellato con elementi 3D del tipo TETRA4.

M = 390.050 kg
Num El = 181334
Num nodi = 40607

Legenda:

M	Massa
El	Numero identificativo di elementi della mesh 3D
Num nodi	Numero nodi all'interno della mesh 3D del pezzo

7.2.2 B – BUSSOLA CALETTATA E SALDATA SU ALBERO SUPPORTO SUPERIORE - F.E.M.



Modellato con elementi 3D del tipo TETRA4.

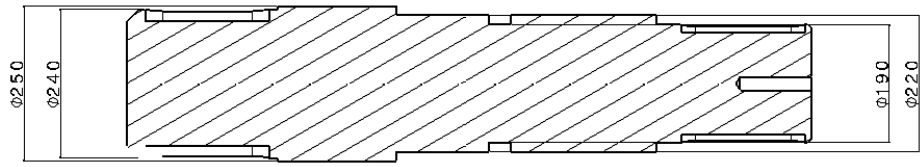
M = 199.080 kg
Num El = 69636
Num nodi = 15139

Legenda:

M	Massa
El	Numero identificativo di elementi della mesh 3D
Num nodi	Numero nodi all'interno della mesh 3D del pezzo

7.2.3 C- ALBERO SU SUPPORTO SUPERIORE - F.E.M.

DIMENSIONAMENTO ALBERO A MOMENTO TORCENTE

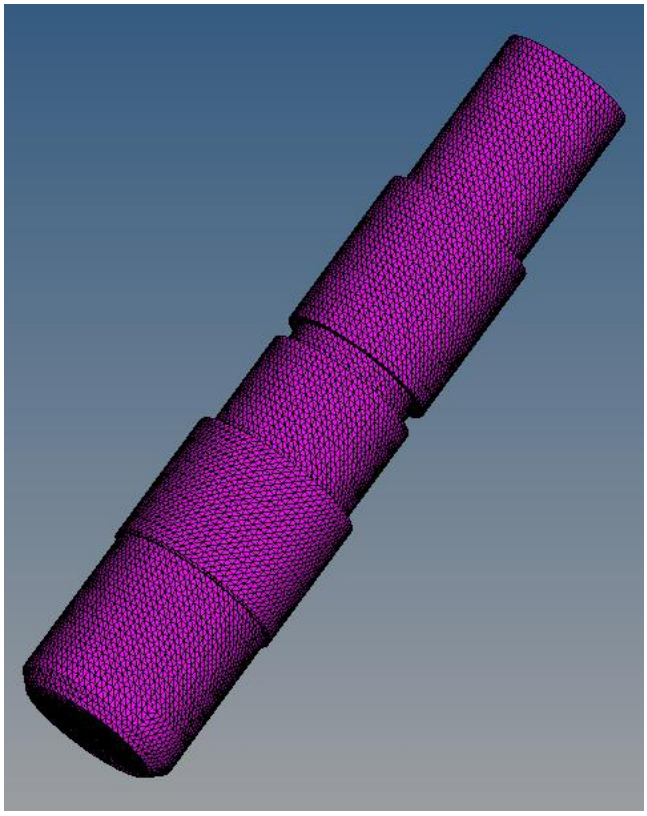


Mt = P/w = Tmax * Wt
w = 2∗π*n / 60
Wt = π/16 * d3
Tmax = Mt / Wt
Tamm = σamm / 1,44
σamm = σsn / γ

P = 55 kw
n = 30 giri/min
γ = 6
σsn = 540 Mpa
dmin = 190 mm

Mt = P/w = 55000 / π = 17.507 Nm = 17.507.000 Nmm
Wt = 1.326.761,5
Tmax = 13 Mpa
Tamm >> Tmax
90 Mpa >> 13 Mpa

Il dimensionamento statico a Flessione è stato effettuato tramite calcolo Elementi Finiti.



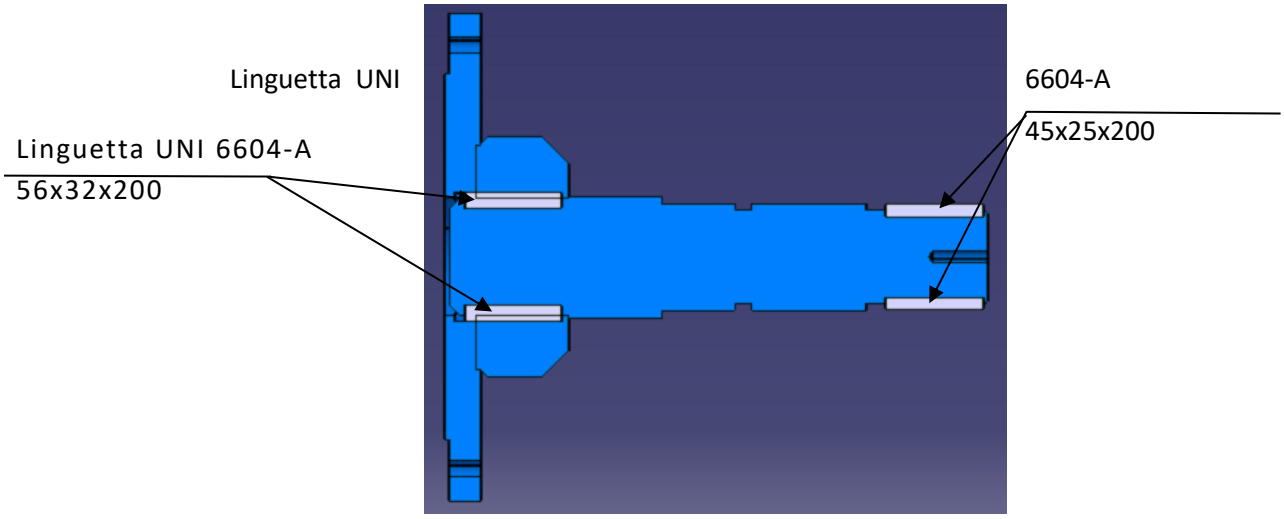
Modellato con elementi 3D del tipo TETRA4.

M = 334.580 kg
Num El = 95095
Num nodi = 21011

Legenda:

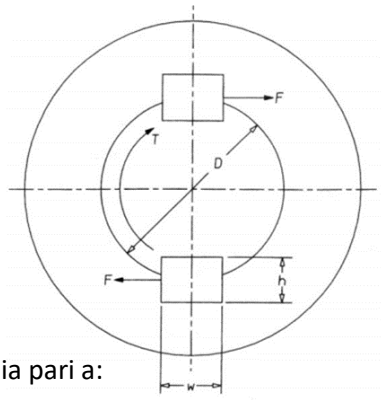
M	Massa
El	Numero identificativo di elementi della mesh 3D
Num nodi	Numero nodi all'interno della mesh 3D del pezzo

7.2.4 D - DIMENSIONAMENTO LINGUETTA



Linguetta UNI 6604-A 45x25x200

b= 45 mm Materiale C 45 bonificato: σsn = 490 Mpa
l= 200mm
h= 25 mm



Mt = P/w = 55000 / π = 17.507 Nm = 17.507.000 Nmm
D = 190 mm
Il valore dello sforzo di taglio che sopporta la linguetta vale:

$$F = Mt/D$$

mentre all'interno della linguetta si genera una sollecitazione di taglio media pari a:

$$T_{max} = 3/2 \times F / b \times l$$

Mt = 17.507.000 Nmm
D = 190 mm

$$F = Mt/D = 92.142 \text{ N}$$

Tamm = σamm / 1,44
σamm = σsn / g

Si impone Tmax <= Tamm
3/2 x F / b x l <= Tamm
l >= 3 Mt / D x b x Tamm
per cui :
l >= 3 x 17.507.000 / 190 x 45 x 56
l >= 52.521.000 / 478.800 >= 110 mm

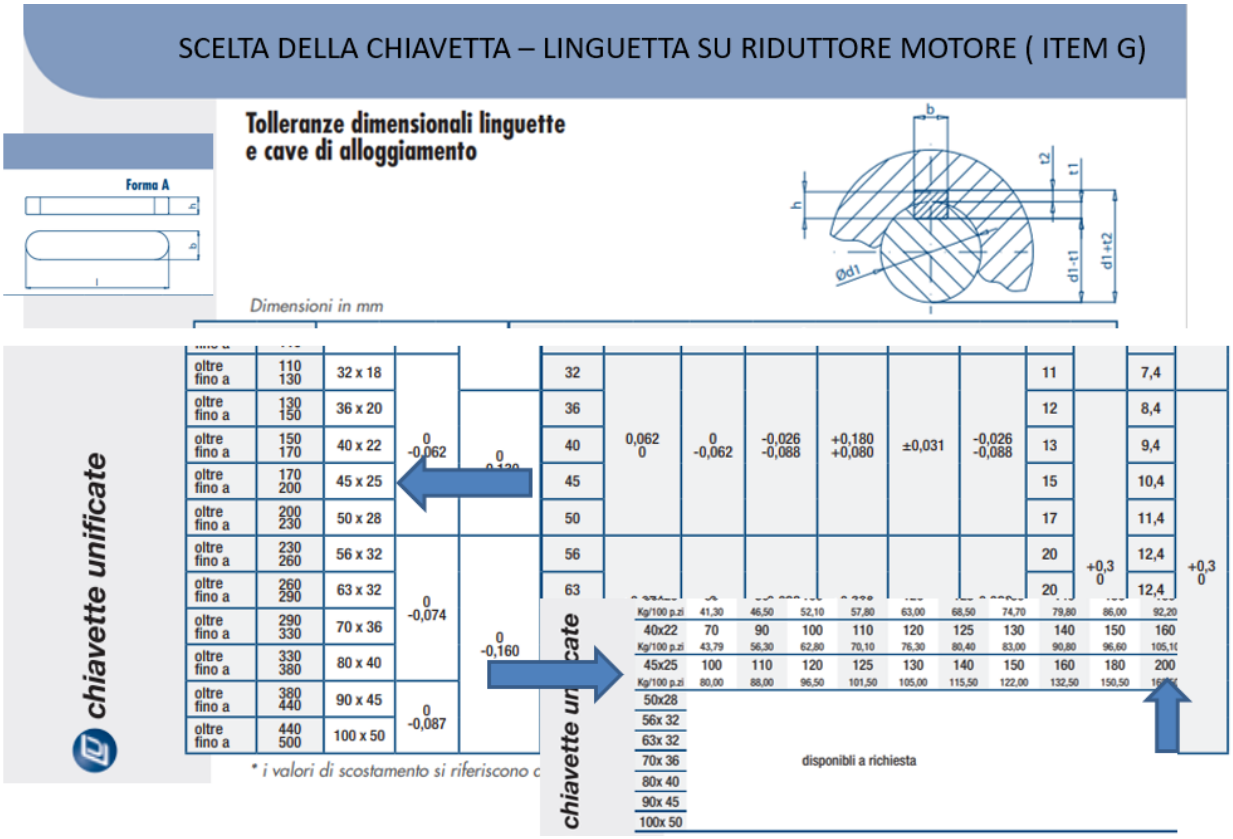
l = 200 mm > 110 mm

Quindi la linguetta 45x25x200 risulta verificata.

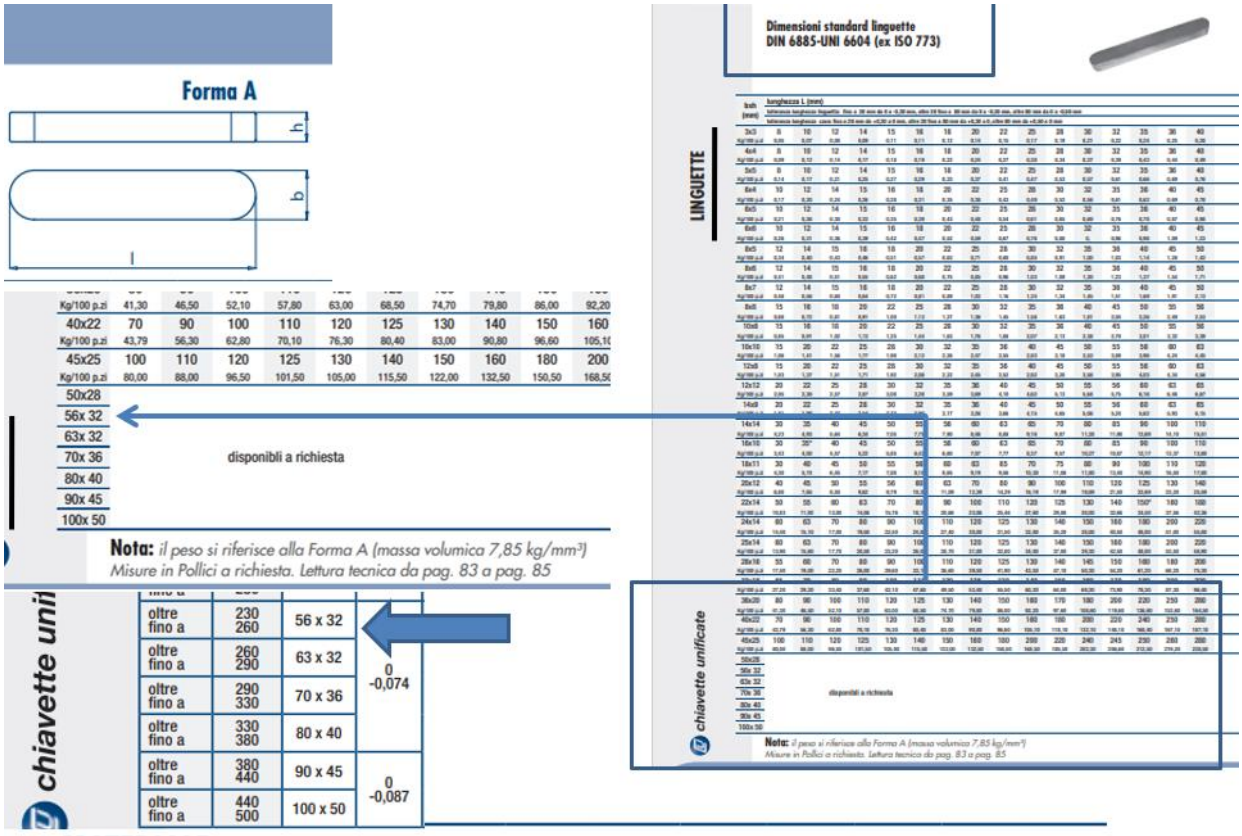
La linguetta 56x32x200 avendo dimensioni maggiori e giacente su stesso albero (soggette quindi a stesso momento torcente) risultano dimensionate.

Per sicurezza e per imporre un lavoro simmetrico dell'accoppiamento sono state previste due linguette per sezione.

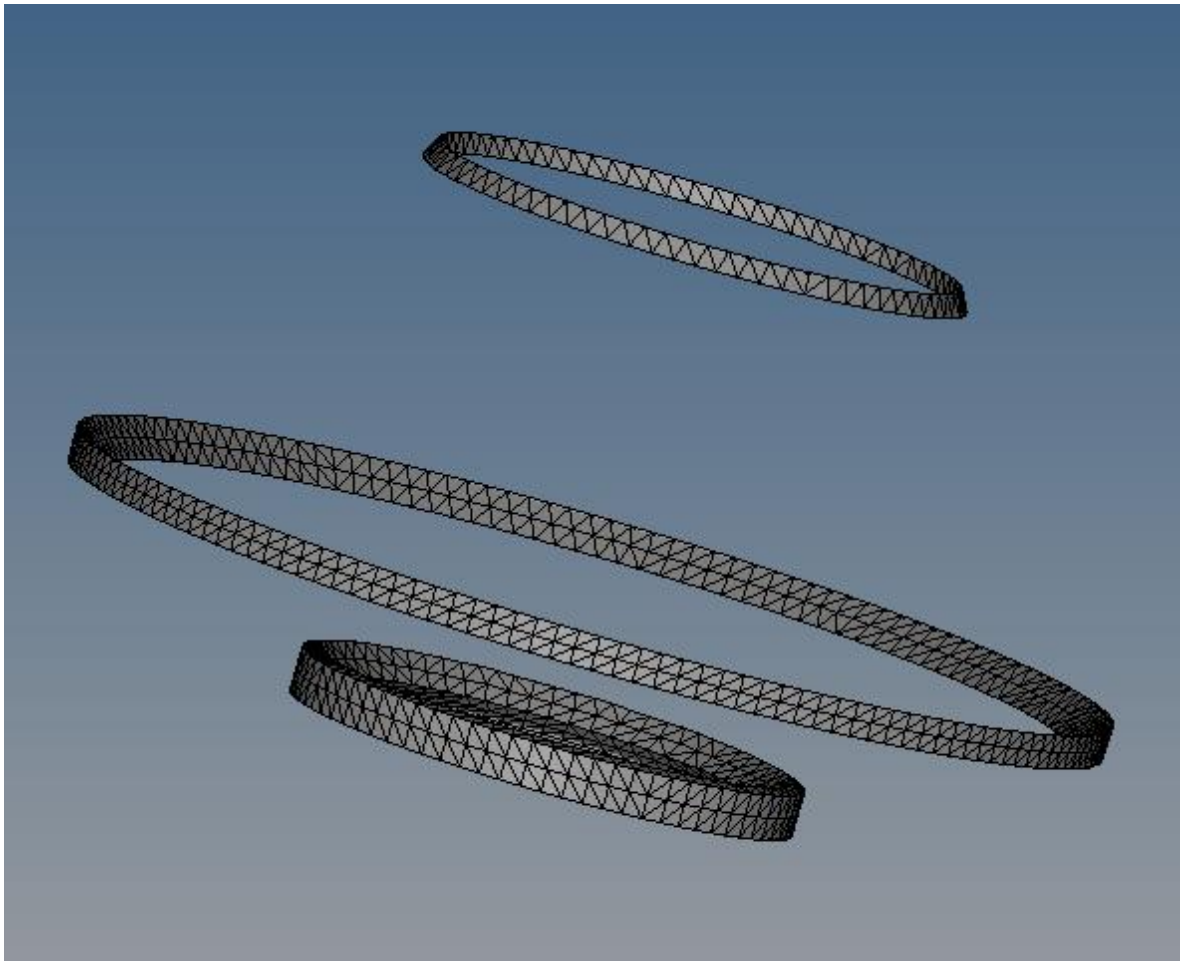
Linguetta 45x25x200



Linguetta 56x32x200



7.2.5 F.E.M. - CORDONI DI SALDATURE



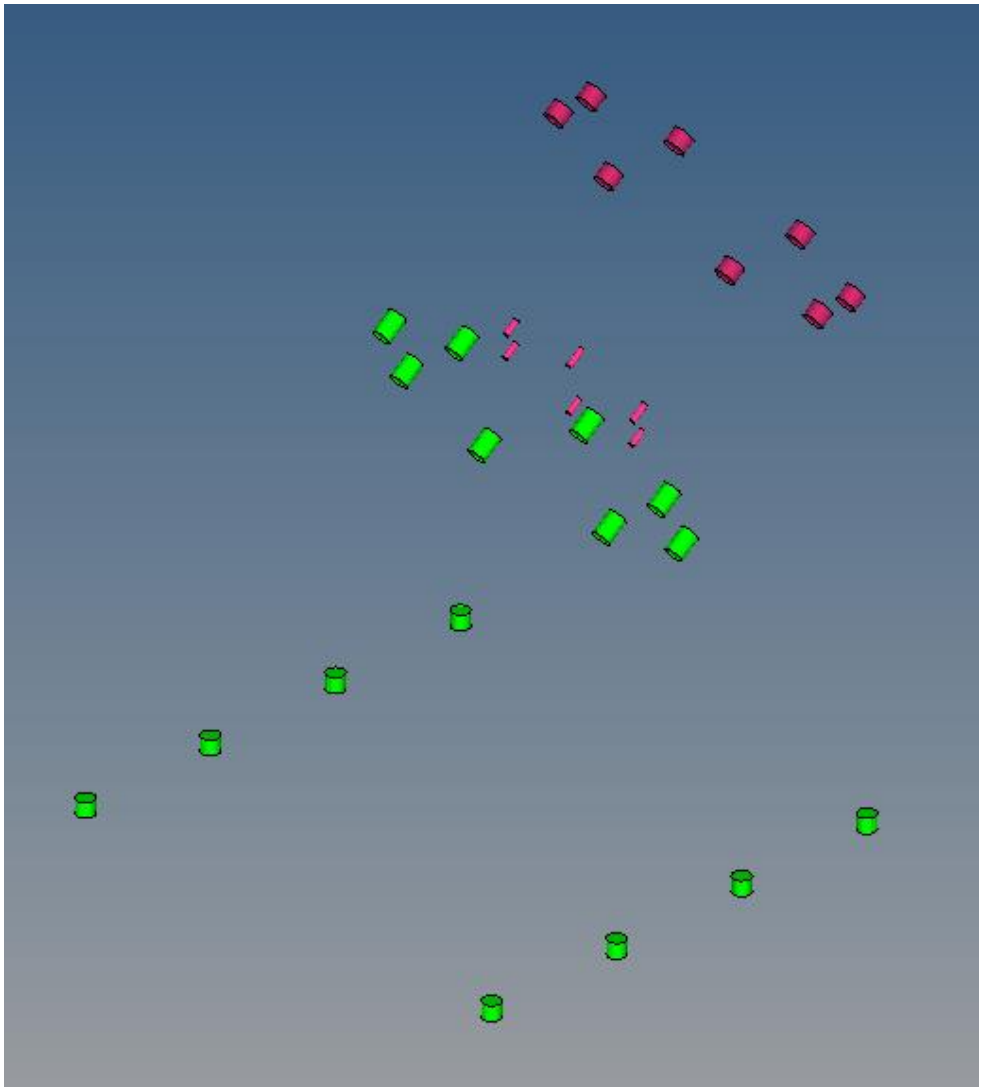
Le saldature presenti nell'assieme superiore sono state modellate con elementi 3D del tipo TETRA4 mergiate con gli elementi attigui. Il materiale assegnato a tali elementi è acciaio.

M = 25.130 kg
Num El = 16718
Num nodi = 9698

Legenda:

M	Massa
El	Numero identificativo di elementi della mesh 3D
Num nodi	Numero nodi all'interno della mesh 3D del pezzo

7.3 F.E.M. – PERNI DI FISSAGGIO



I perni presenti nel modello FEM (M8, M24, M27, M33) sono stati simulati con elementi 1D del tipo Cbar.

Numero 16 M24

Numero 8 M27

Numero 20 M33

Numero 6 M8

M = 6.657 kg

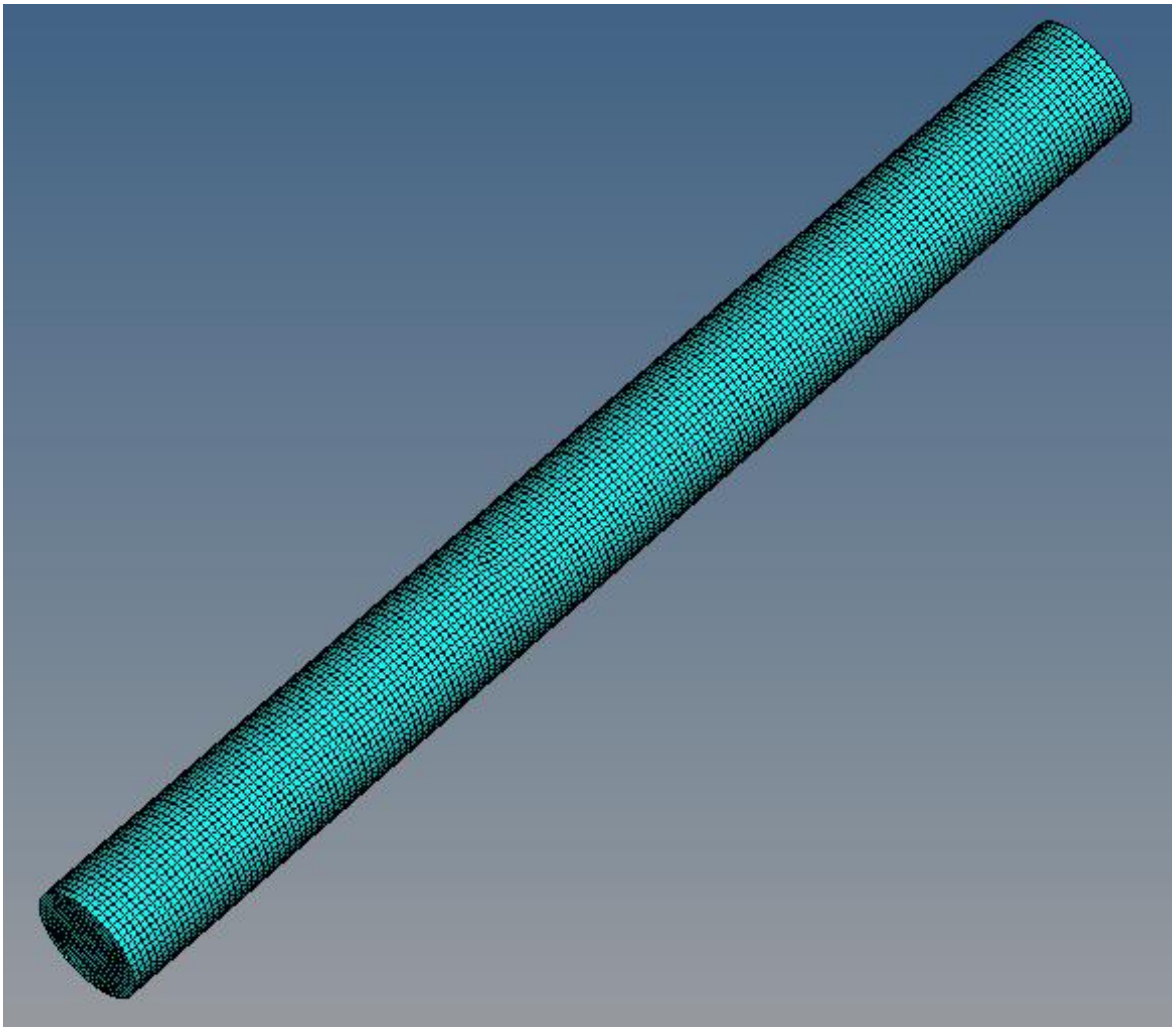
Num El = 50

Num nodi = 100

Legenda:

M	Massa
El	Numero identificativo di elementi della mesh 3D
Num nodi	Numero nodi all'interno della mesh 3D del pezzo

7.4 F.E.M. – ALBERO COCLEA



L'asse coclea è stato modellato con elementi 2D del tipo CQUAD4 con passo della mesh molto ampio. L'asse è vincolato a elementi rigidi RBE2 in modo da renderlo infinitamente rigido.
La massa dell'asse è pari a ~8000.00kg, in modo da tener conto del peso proprio del sistema e dell'acqua distribuita in fase di funzionamento.

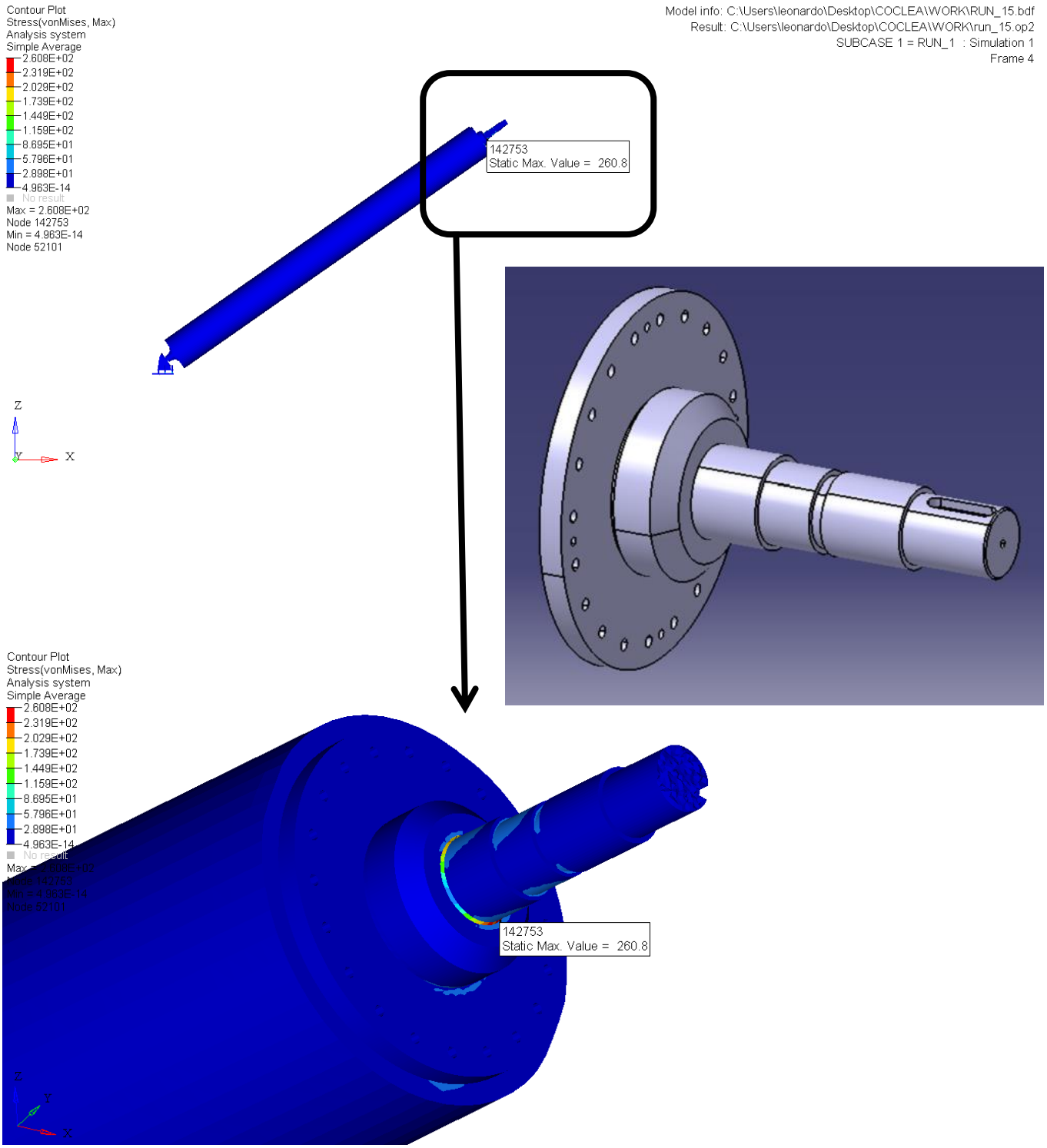
M = 7000kg
Num El = 9961
Num nodi = 9963

Acqua distribuita = 1000kg

Legenda:

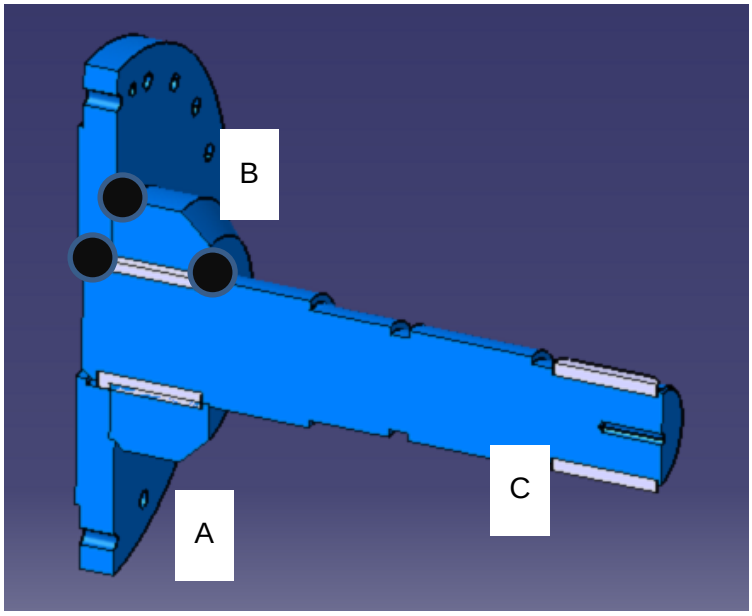
M	Massa
El	Numero identificativo di elementi della mesh 3D
Num nodi	Numero nodi all'interno della mesh 3D del pezzo

8 ANALISI RISULTATI - DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES) – PICCO MASSIMO SU ALBERO SUPPORTO SUPERIORE



Picco di tensione (260,8 MPa) nel giunto saldato tra albero e mozzo flangia.

Nella seguente slide il dimensionamento statico



ITEM	DESCRIZIONE	MATERIALE
A	FLANGIA D 1000, SP 75	S355
B	BUSSOLA D500, L190	S355
C	ALBERO DA TONDO D250	39NiCrMo3

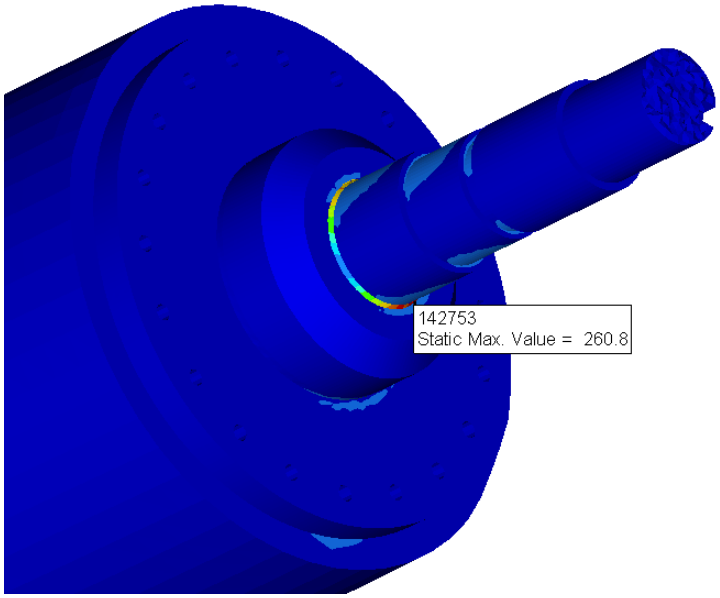
Materiae d'apporto considerato; EN ISO 12153 : T Ni 6625 P M21 2

σmax = 260,8 Mpa

σ sn = 510 Mpa

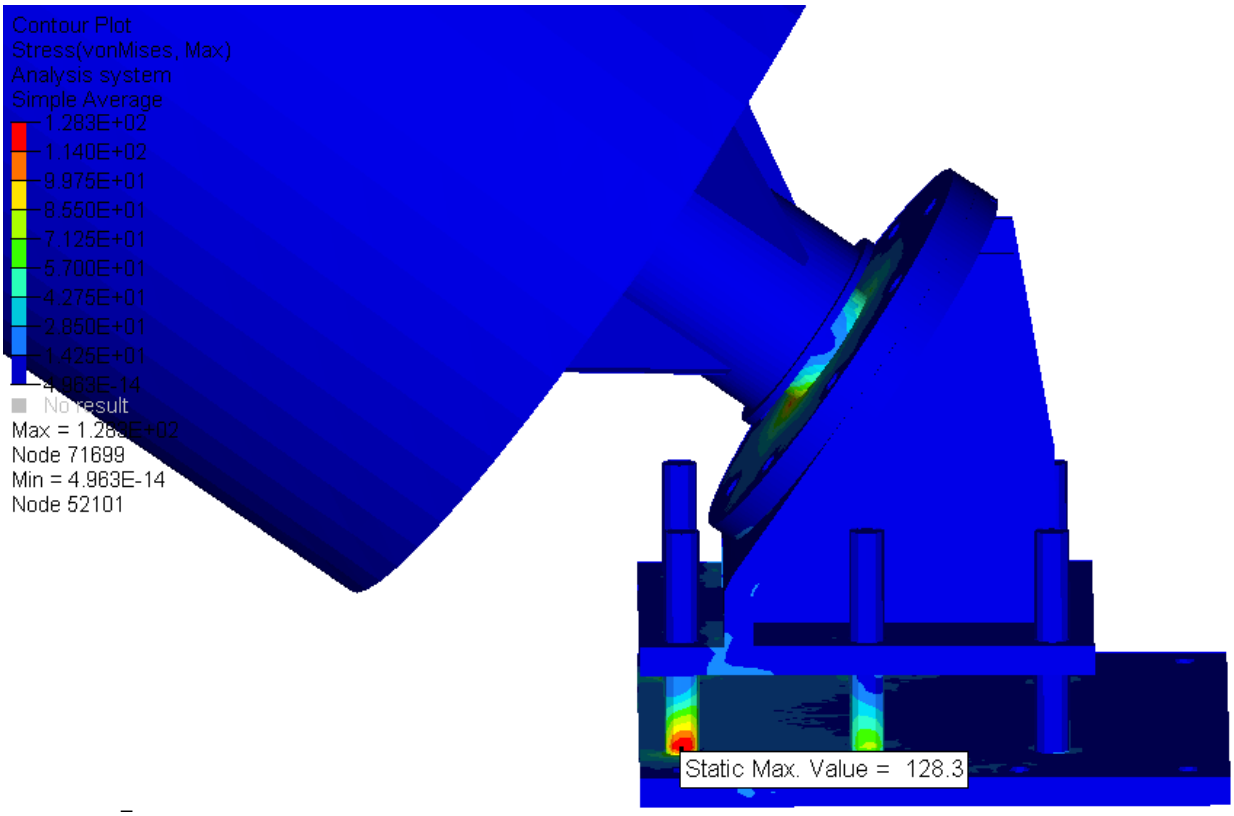
$$\gamma = \sigma \text{ sn} \times Ka / \sigma\text{max} = \frac{357}{260,8} = \mathbf{1,36}$$

Dove : ka = 0,7 = fattore ZTA su metallo base



Sarà necessario un calcolo a fatica dei giunti saldati

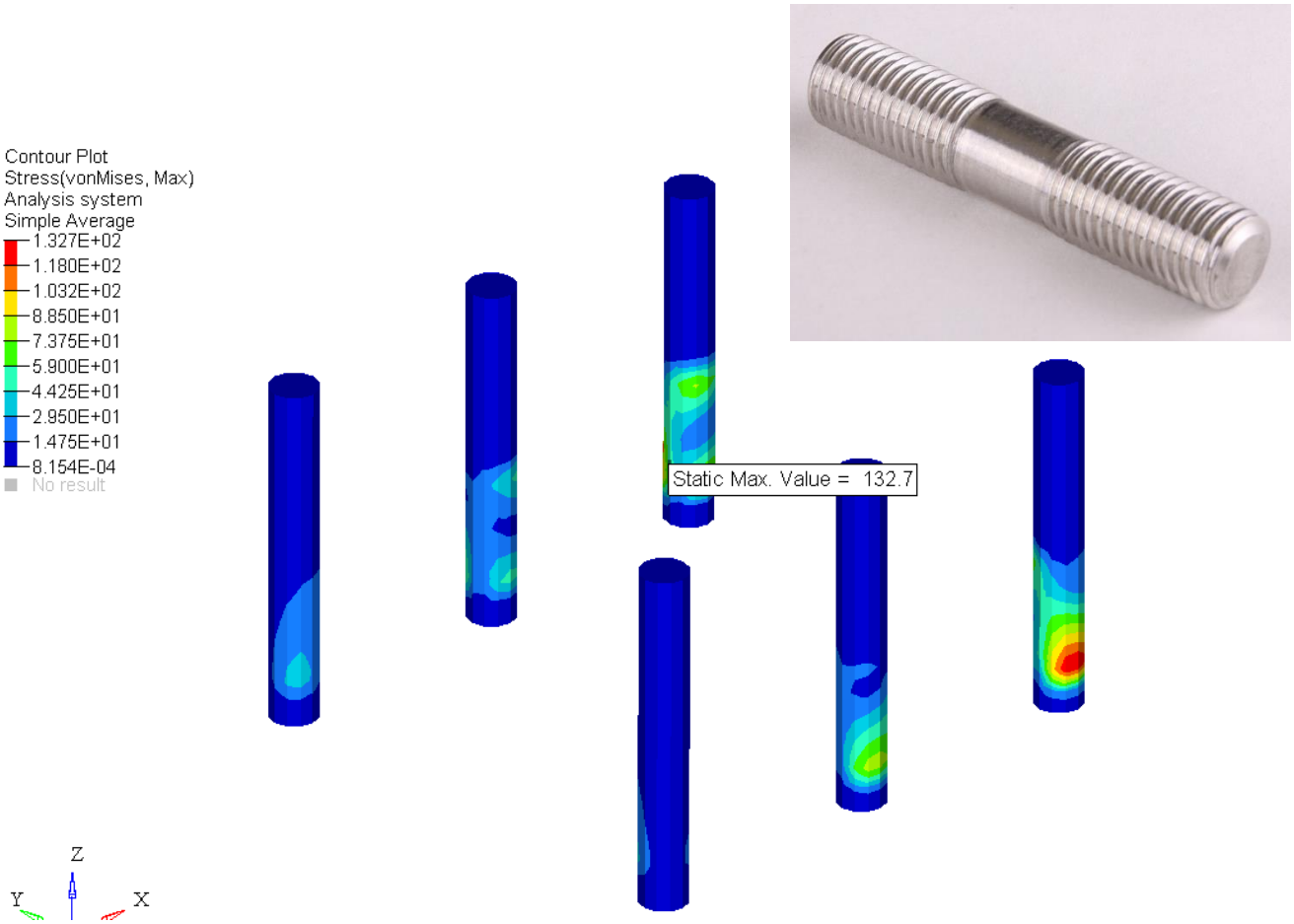
9 ANALISI RISULTATI - DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES) – PICCO MASSIMO SU SUPPERTO INFERIORE



Il picco di tensione nei prigionieri su base supporto inferiore.

Dimensionamento statico secondo il principio del margine di sicurezza (Safety Margin)

9.1 Stress sui perni prigionieri M42 (vista ISO)



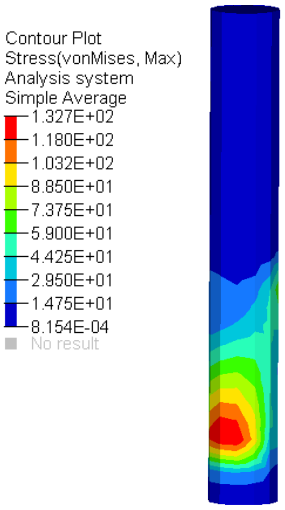
Per il dimensionamento si considera il Margine di Sicurezza (Safety Margin) così come mostrato;

$$M.S. = \left(\frac{Fty}{Ft}\right) - 1 =$$

Dove

Fty = *Valore dello Snervamento del materiale di riferimento (Mpa)*

Ft = *Valore di massimo stress registrato dal calcolo*
(nello specifico 132.70 Mpa)

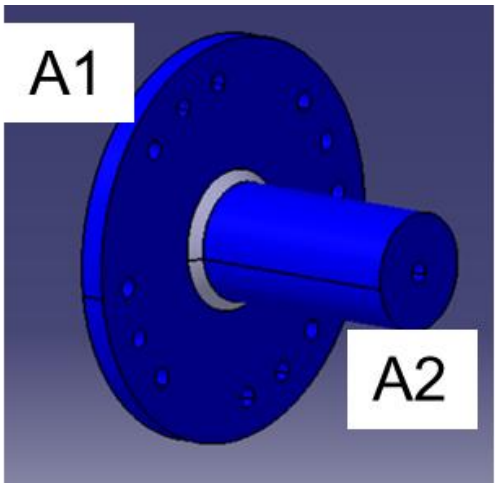


Nel caso di prigionieri di classe 10.9 (dove Fty = 1.000 MPa) si avrebbe:

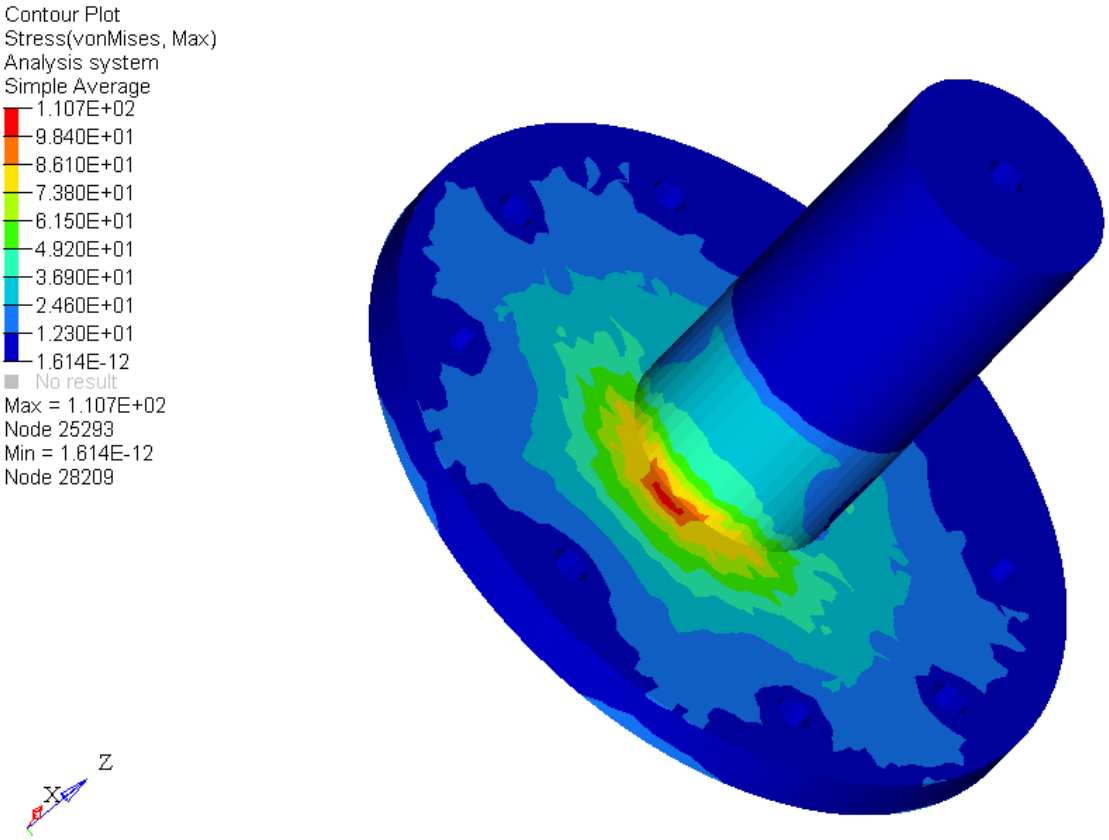
$$M.S. = \left(\frac{1.000}{132.70}\right) - 1 = 6.5$$

10 ANALISI RISULTATI SUPPORTO INFERIORE - DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)

10.1 ANALISI RISULTATI – ALBERO SUPPORTO INFERIORE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)



ITEM	DESCRIZIONE	MATERIALE
A1	FLANGIA D510 x 32	S355
A2	ALBERO	39NiCrMo3



Materiale d'apporto considerato ; EN ISO 12153 : T Ni 6625 P M21 2

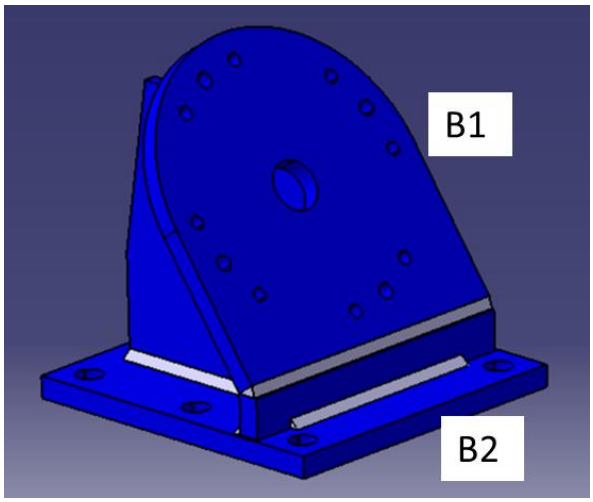
σmax = 110 Mpa

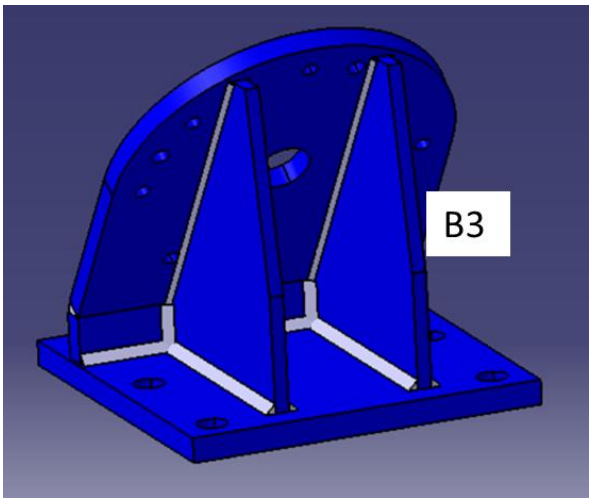
σ sn = 510 Mpa

$$\gamma = \sigma sn \times Ka / \sigma max = \frac{357}{110} = \mathbf{3,24}$$

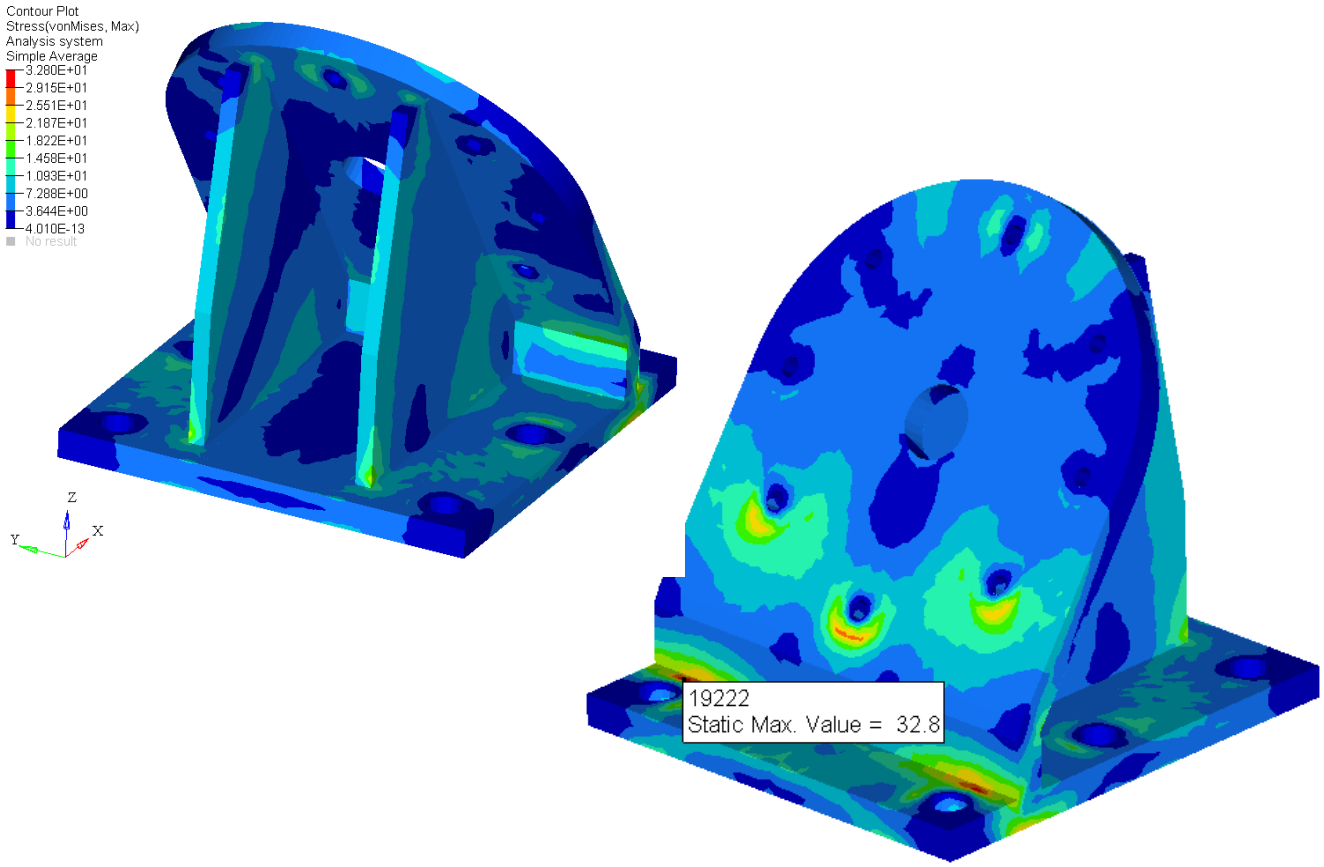
Dove: ka = 0,7 = fattore ZTA su metallo base

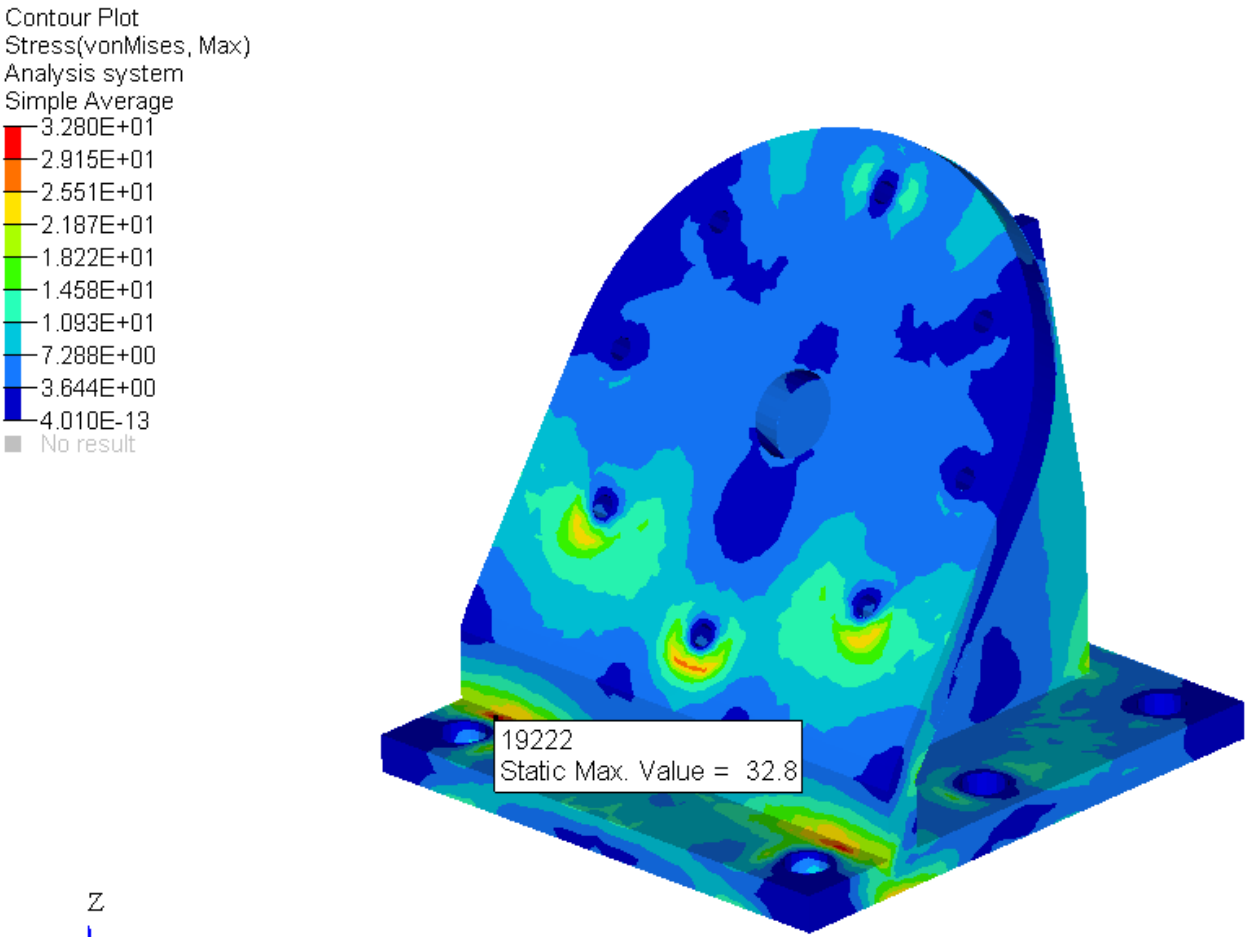
10.2 ANALISI RISULTATI – ALBERO SUPPORTO INFERIORE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)





ITEM	DESCRIZIONE	MATERIALE
B1	PIASTRA FRONTALE INCLINATA D510, L505, SP 32	S355
B2	PIASTRA DI RIALZO 500x65x35	S355
B3	FAZZOLETTO DI RINFORZO 360 X 445	S355



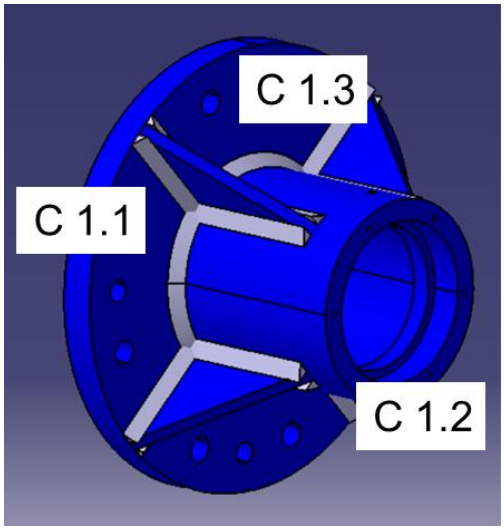


σmax = 32.8 Mpa

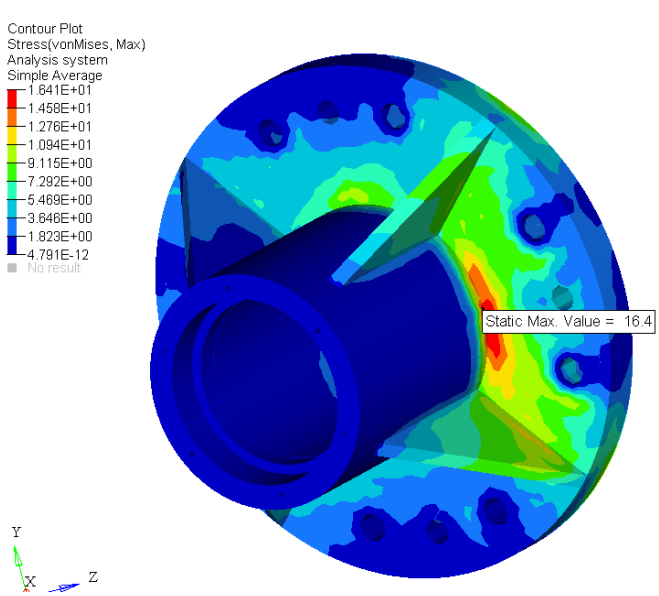
σ sn = 355 Mpa

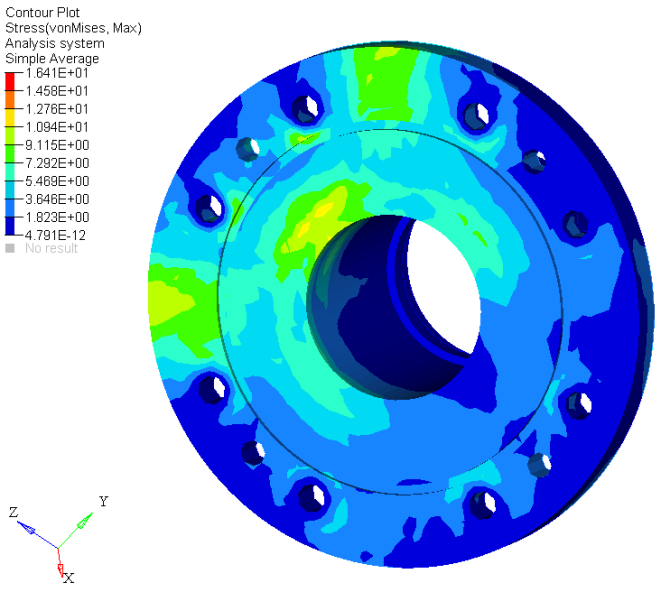
$$\gamma = \sigma_{sn} \times K_a / \sigma_{max} = \frac{355}{32.8} = \mathbf{3,24}$$

10.3 ANALISI RISULTATI – ASSIEME ROTANTE SU SUPPORTO INFERIORE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)



ITEM	DESCRIZIONE	MATERIALE
C 1.1	FLANGIA SUPPORTO ROTANTE D 500, d 180,SP 40	S355
C 1.2	SUPPORTO CILINDRICO ROTANTE D 230, d 163, L 270	S355
C 1.3	FAZZOLETTO DI RINFORZO 175X135X15	S355





Materiale d'apporto considerato ; G4Si1

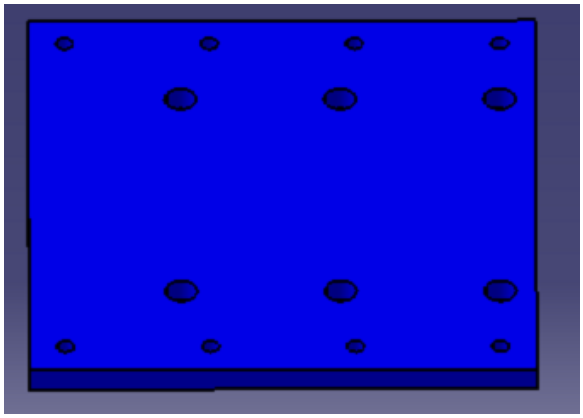
σmax = 16.4 Mpa

σ sn = 460 Mpa

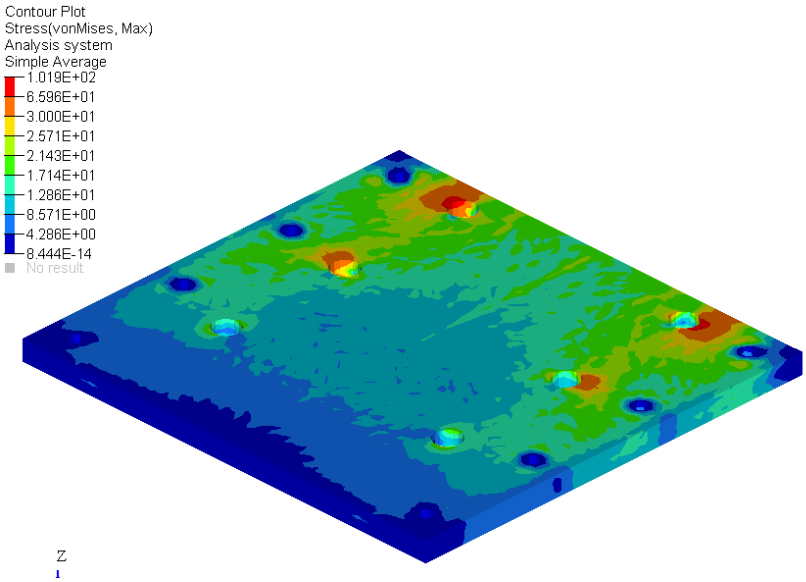
$$\gamma = \sigma \text{ sn} \times Ka / \sigma\text{max} = \frac{322}{16.4} = \mathbf{19,60}$$

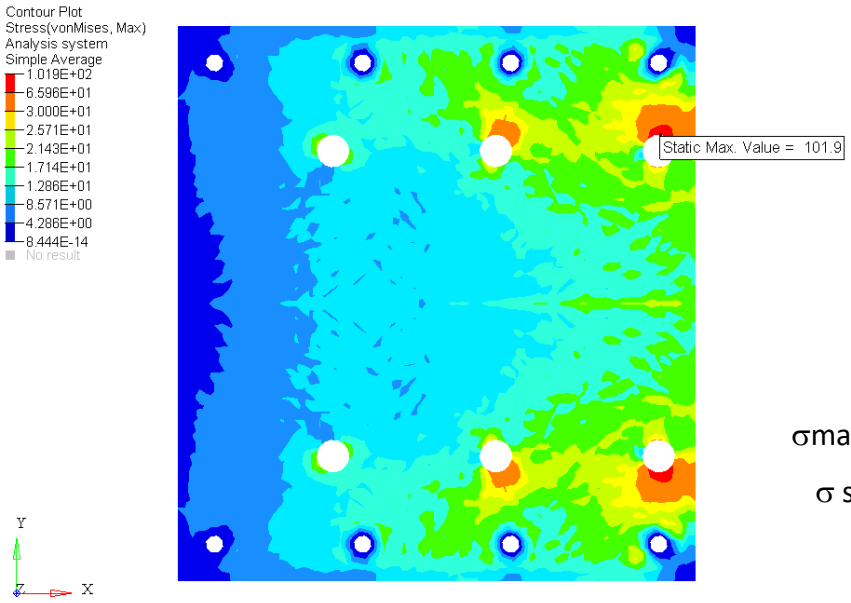
Dove: ka = 0,7 = fattore ZTA su metallo base

10.4 ANALISI RISULTATI – PIASTRA DI BASE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)



DESCRIZIONE	MATERIALE
BASE INFERIORE 750 X 700 X 35	S355





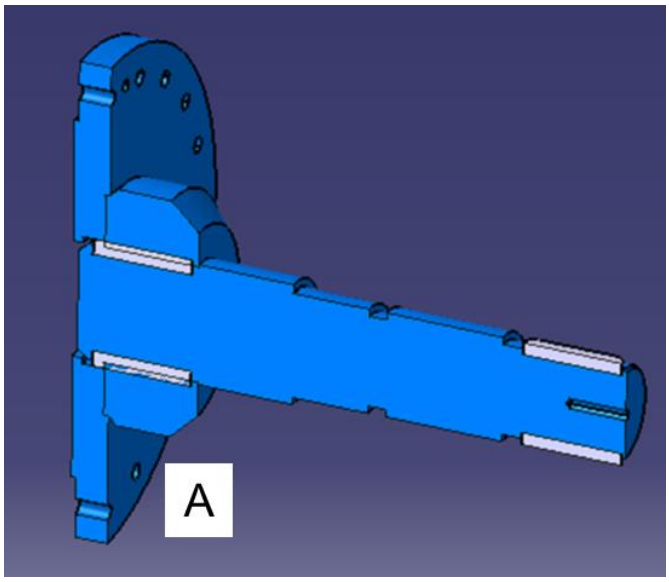
σmax = 01.9 Mpa

σ sn = 355Mpa

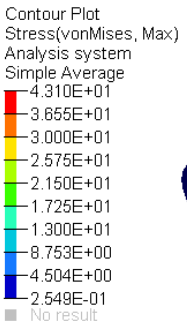
$$\gamma = \sigma sn \times Ka / \sigma max = \frac{355}{101.9} = \mathbf{3,48}$$

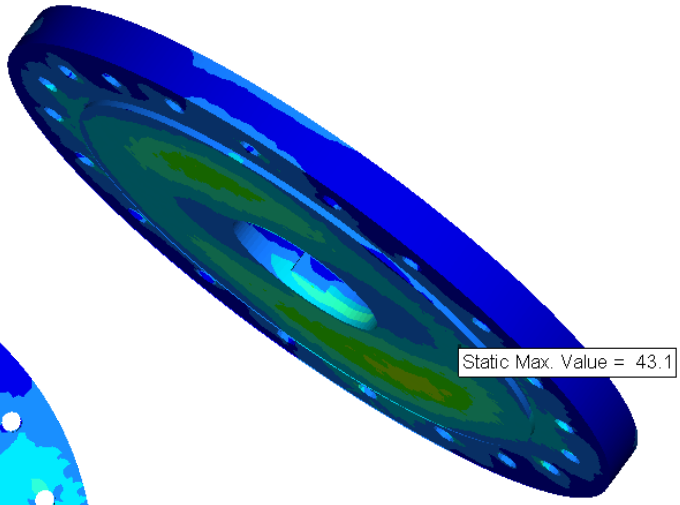
11 ANALISI RISULTATI SUPPORTO SUPERIORE - DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)

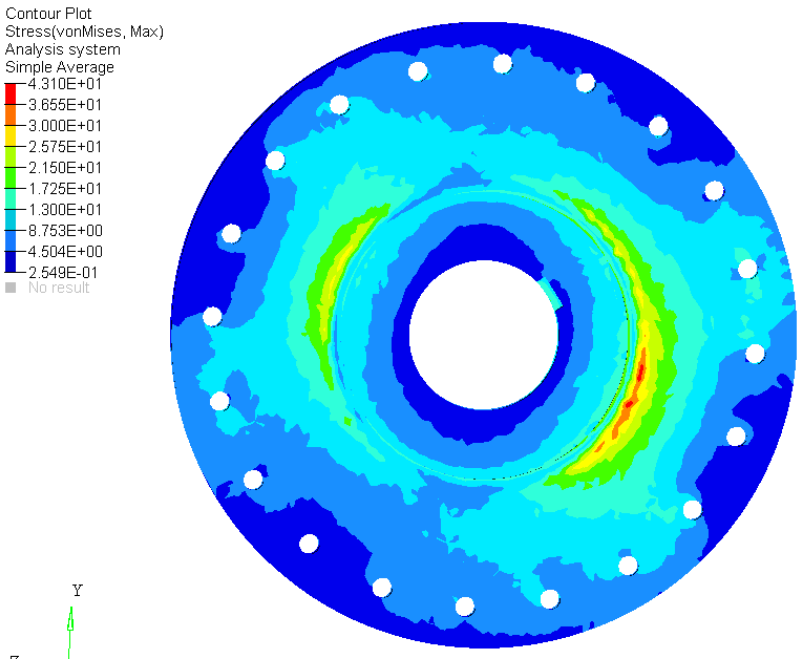
11.1 ANALISI RISULTATI – FLANGIA ALBERO SUPPORTO SUPERIORE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)



ITEM	DESCRIZIONE	MATERIALE
C	FLANGIA D 1000, SP 75	S355





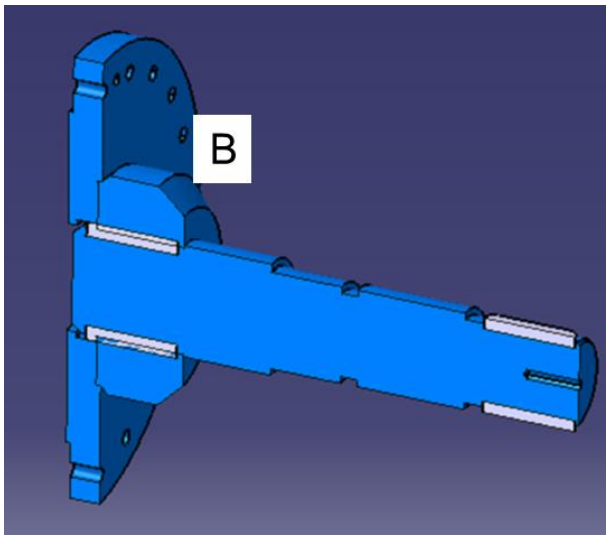


σmax = 43.1 Mpa

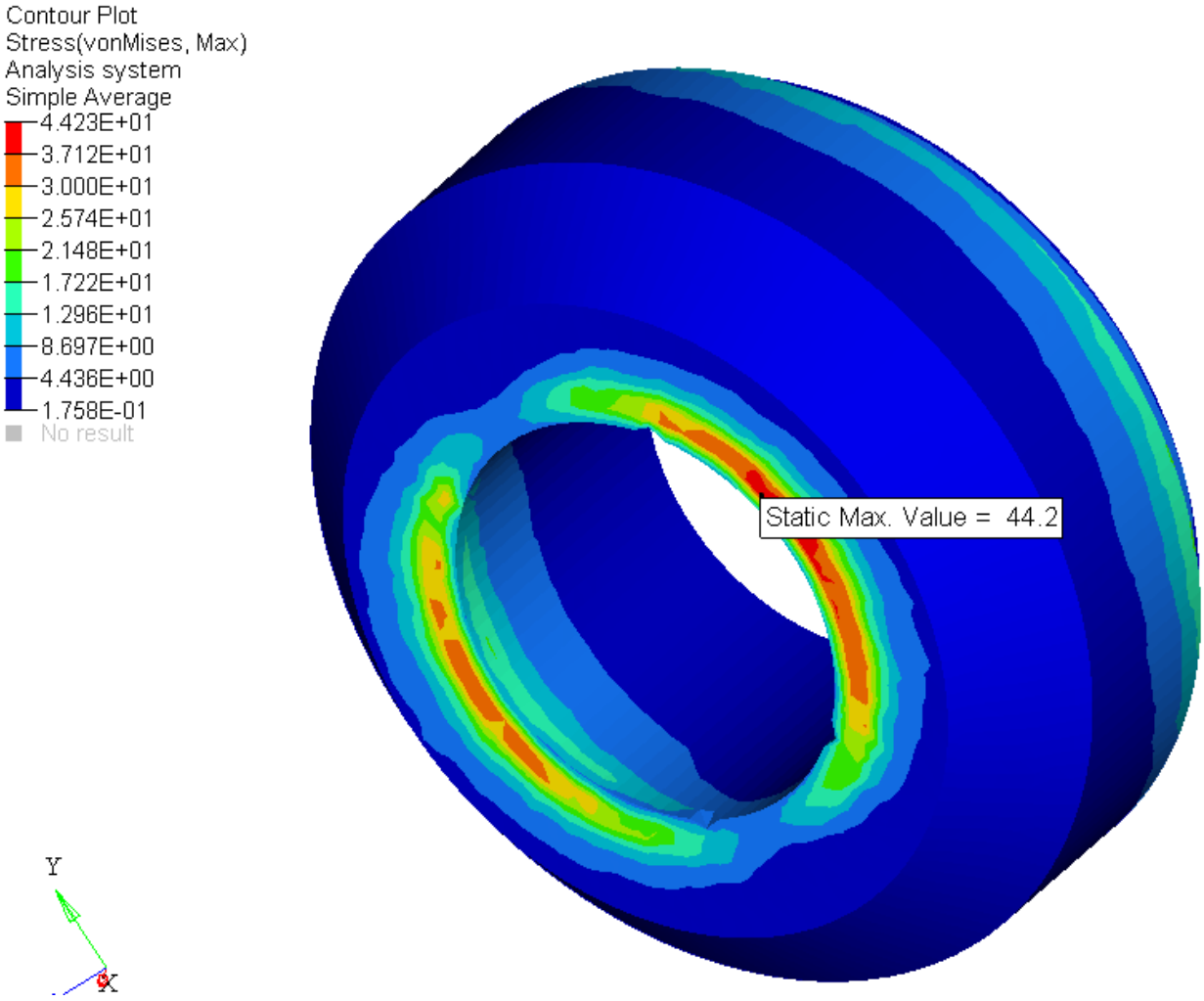
σ sn = 355 Mpa

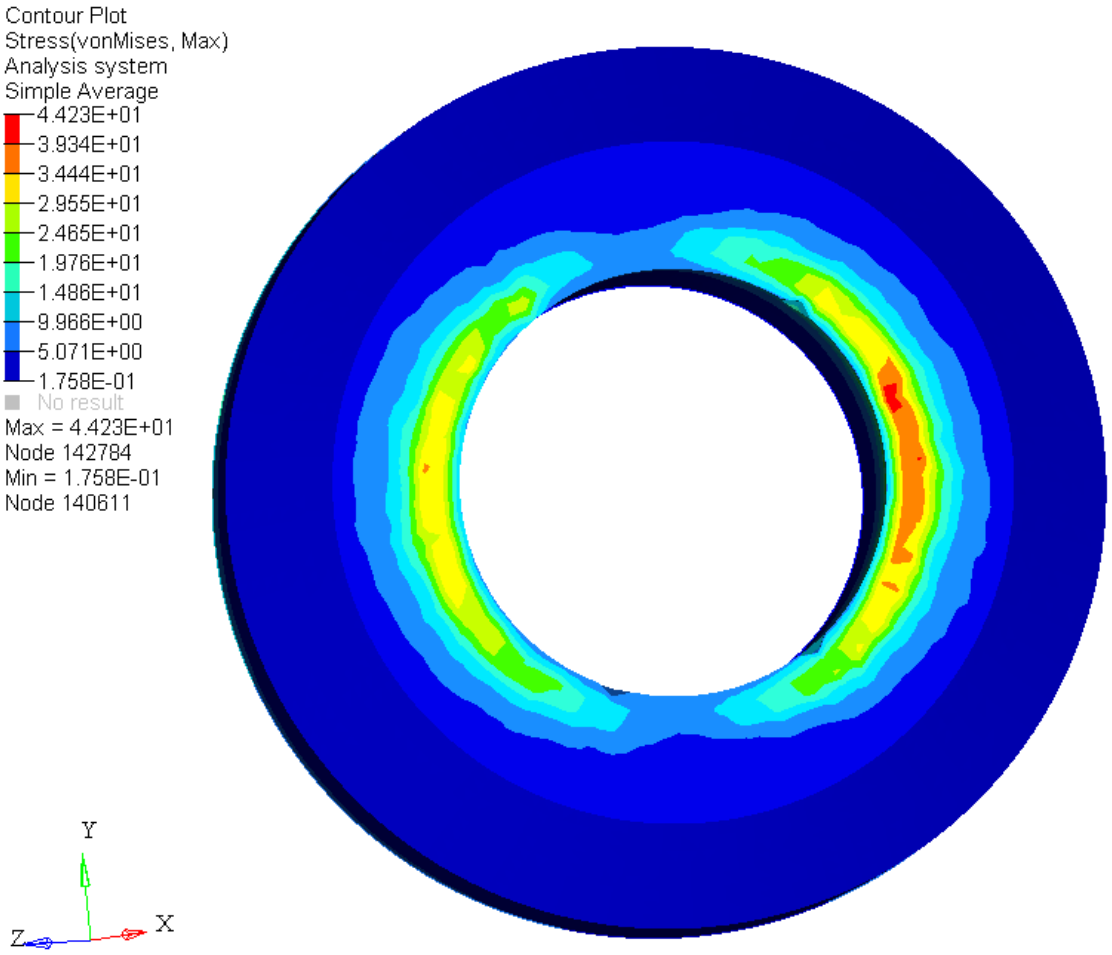
γ= σ sn x Ka / σmax = 355 / 43.1 = **8,20**

11.2 ANALISI RISULTATI – BUSSOLA SUPPORTO SUPERIORE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)



ITEM	DESCRIZIONE	MATERIALE
B	BUSSOLA D500, L190	S355



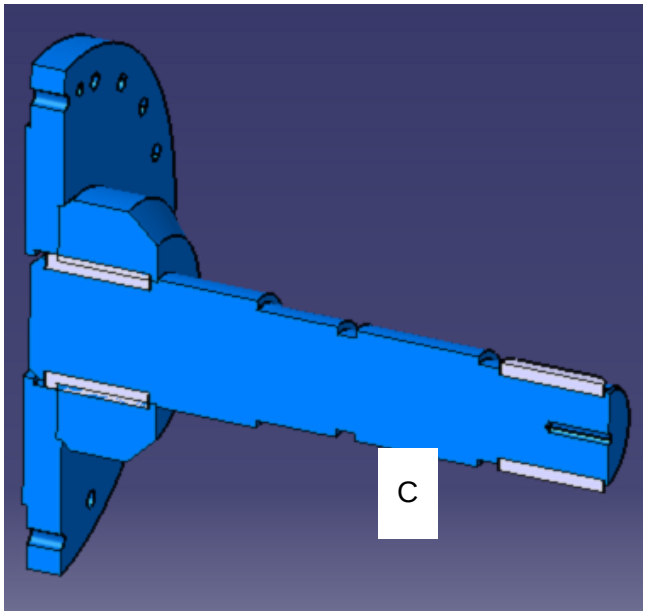


σmax = 44.2 Mpa

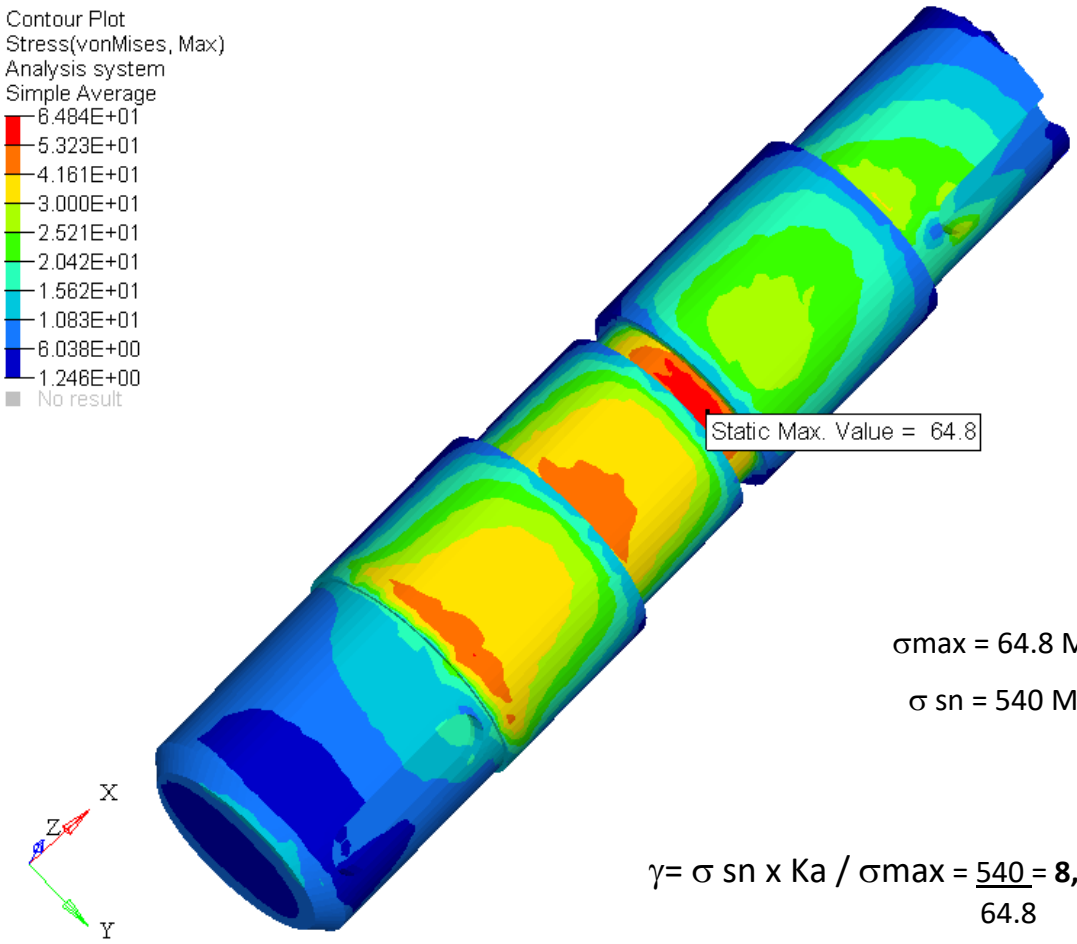
σ sn = 355 Mpa

$$\gamma = \sigma \text{ sn} \times Ka / \sigma\text{max} = \frac{355}{44.2} = \mathbf{8,00}$$

11.3 ANALISI RISULTATI – ALBERO SUPPORTO SUPERIORE DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)



ITEM	DESCRIZIONE	MATERIALE
C	ALBERO DA TONDO D250	39NiCrMo3



σmax = 64.8 Mpa

σ sn = 540 Mpa

$\gamma = \sigma_{sn} \times K_a / \sigma_{max} = \frac{540}{64.8} = \mathbf{8,30}$

12 ANALISI RISULTATI – VERIFICA DEI BULLONI DI COLLEGAMENTO - DISTRIBUZIONE DELLO STRESS (H. V. MISES)

sigla	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
A (mm^2)	113	154	201	254	314	380	452	573	707
A_{res} (mm^2)	84.3	115	157	192	245	303	353	459	581
A_{res} / A	0.75	0.75	0.78	0.75	0.78	0.80	0.78	0.80	0.82

Viti e bulloni sono stati verificati secondo le seguenti relazioni;

Verifica Margine di Sicurezza (M.S.) carico a Taglio

$$\boldsymbol{M.S.} = \left(\frac{\boldsymbol{Su}}{\boldsymbol{S-1}}\right)$$

Verifica Margine di Sicurezza (M.S.) per carico a Trazione

$$\boldsymbol{M.S.} = \left(\frac{\mathrm{P_{tu}}}{\boldsymbol{Fa-1}}\right)$$

Verifica Margine di Sicurezza (M.S.) carico a Combinato

$$M.S. = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{F_a}{P_{tu}}\right)^2 + \left(\frac{S}{S_u}\right)^2}} - 1 > 0$$

Legenda:

Ptu [N]	(Tensile Minimum Strength) rappresenta la resistenza min. a trazione
Su [N]	(Tensile Minimum Shear) rappresenta la resistenza a taglio

Si sono calcolati, quindi, il margine di sicurezza di ogni singolo bullone sia a taglio, che a trazione che a carico combinato secondo le seguenti relazioni avendo conosciuto il valore **S** ed **Fa** dal risolutore CAE.

Tutti i bulloni risultano avere un alto margine di sicurezza e quindi risultano verificati a sollecitazioni statiche come mostrato nelle seguenti tabelle.

Valori di Resistenza a Trazione e Resistenza a Taglio dei bulloni
Considerati nei componenti su verificati

TIPO DI ELEMENTI DI GFISSAGGIO		P_{tu} [N] (Resistenza minima alla trazione)	S_u [N] (Resistenza minima alla trazione)
	M8	29.300,00	20.510,00
	M24	293.000,00	205.100,00
	M27	381.000,00	266.700,00
	M32	576.000,00	403.200,00

Verifica dei bulloni M8

$$M.S. = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{F_a}{P_{tu}}\right)^2 + \left(\frac{S}{S_u}\right)^2}} - 1 > 0$$

peso proprio (-2G)	
Tipo di Verifica	M.S.
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	2102,36
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	2457,21
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	2266,03
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	1495,14
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	1737,00
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	1978,89

$$M.S. = P_{tu}/F_a - 1$$

peso proprio (-2G)	
Tipo di Verifica	M.S.
Assegno di Taglio	2567,77
Assegno di Taglio	3124,58
Assegno di Taglio	2729,67
Assegno di Taglio	1529,87
Assegno di Taglio	1796,34
Assegno di Taglio	2235,39

$$M.S. = \left(\frac{P_{tu}}{Fa-1}\right)$$

peso proprio (-2G)	
Tipo di Verifica	M.S.
Controllo della Trazione	3663,05
Controllo della Trazione	3979,16
Controllo della Trazione	4065,77
Controllo della Trazione	7062,93
Controllo della Trazione	6819,52
Controllo della Trazione	4256,70

Verifica dei bulloni M24

$$M.S. = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{F_a}{P_{tu}}\right)^2 + \left(\frac{S}{S_u}\right)^2}} - 1 > 0$$

peso proprio (-2G)	
Tipo di Verifica	**M.S.**
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	24,02
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	44,95
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	6,55
Controllo del carico combinato (Trazione a Taglio)	3,98
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	6,58
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	45,45
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	23,93
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	14,56
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	46,17
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	97,66
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	14,26
Controllo del carico combinato (Trazione a Taglio)	6,01
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	46,41
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	97,40
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	14,23
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	6,01

$$M.S. = P_{tu}/F_a - 1$$

peso proprio (-2G)	
Tipo di Verifica	**M.S.**
Assegno di Taglio	50,49
Assegno di Taglio	49,03
Assegno di Taglio	9,01
Assegno di Taglio	5,61
Assegno di Taglio	9,05
Assegno di Taglio	49,45
Assegno di Taglio	50,73
Assegno di Taglio	34,52
Assegno di Taglio	240,38
Assegno di Taglio	116,67
Assegno di Taglio	49,91
Assegno di Taglio	31,12
Assegno di Taglio	248,87
Assegno di Taglio	117,24
Assegno di Taglio	49,83
Assegno di Taglio	31,02

$$M.S. = \left(\frac{P_{tu}}{Fa-1}\right)$$

peso proprio (-2G)	
Tipo di Verifica	**M.S.**
Controllo della Trazione	27,63
Controllo della Trazione	115,11
Controllo della Trazione	10,49
Controllo della Trazione	6,58
Controllo della Trazione	10,56
Controllo della Trazione	118,06
Controllo della Trazione	27,45
Controllo della Trazione	16,31
Controllo della Trazione	47,10
Controllo della Trazione	180,05
Controllo della Trazione	14,99
Controllo della Trazione	6,18
Controllo della Trazione	47,29
Controllo della Trazione	176,46
Controllo della Trazione	14,97
Controllo della Trazione	6,18

Verifica dei bulloni M27

$$M.S. = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{F_a}{P_{tu}}\right)^2 + \left(\frac{S}{S_u}\right)^2}} - 1 > 0$$

peso proprio (-2G)	
Tipo di Verifica	**M.S.**
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	21,26
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	33,00
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	11,64
Controllo del carico combinato (Trazione a Taglio)	18,29
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	15,65
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	23,61
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	31,05
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	24,37

$$M.S. = P_{tu}/F_a - 1$$

peso proprio (-2G)	
Tipo di Verifica	**M.S.**
Assegno di Taglio	21,79
Assegno di Taglio	49,87
Assegno di Taglio	13,59
Assegno di Taglio	26,57
Assegno di Taglio	17,49
Assegno di Taglio	25,19
Assegno di Taglio	31,29
Assegno di Taglio	24,38

$$M.S. = \left(\frac{P_{tu}}{Fa-1}\right)$$

peso proprio (-2G)	
Tipo di Verifica	**M.S.**
Controllo della Trazione	102,80
Controllo della Trazione	44,71
Controllo della Trazione	24,29
Controllo della Trazione	26,00
Controllo della Trazione	37,34
Controllo della Trazione	70,94
Controllo della Trazione	261,53
Controllo della Trazione	813,98

Verifica dei bulloni M32

$$M.S. = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{F_a}{P_{tu}}\right)^2 + \left(\frac{S}{S_u}\right)^2}} - 1 > 0$$

$$M.S. = P_{tu/}F_a - 1$$

$$M.S. = \left(\frac{P_{tu}}{Fa-1}\right)$$

peso proprio (-2G)	
Tipo di Verifica	**M.S.**
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	18,74
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	11,16
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	53,15
Controllo del carico combinato (Trazione a Taglio)	58,78
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	90,47
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	36,60
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	19,82
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	22,96
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	121,16
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	14,08
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	14,84
Controllo del carico combinato (Trazione a Taglio)	8,28
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	33,39
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	23,33
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	93,55
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	41,59
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	24,74
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	36,84
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	149,16
Controllo del carico combinato (Trazione e Taglio)	17,57

peso proprio (-2G)	
Tipo di Verifica	**M.S.**
Assegno di Taglio	79,87
Assegno di Taglio	12,97
Assegno di Taglio	54,80
Assegno di Taglio	58,91
Assegno di Taglio	126,80
Assegno di Taglio	47,44
Assegno di Taglio	70,70
Assegno di Taglio	27,69
Assegno di Taglio	156,96
Assegno di Taglio	15,89
Assegno di Taglio	50,00
Assegno di Taglio	9,44
Assegno di Taglio	35,86
Assegno di Taglio	24,42
Assegno di Taglio	99,52
Assegno di Taglio	52,98
Assegno di Taglio	31,23
Assegno di Taglio	46,72
Assegno di Taglio	189,87
Assegno di Taglio	19,89

peso proprio (-2G)	
Tipo di Verifica	**M.S.**
Controllo della Trazione	19,35
Controllo della Trazione	23,75
Controllo della Trazione	223,35
Controllo della Trazione	904,01
Controllo della Trazione	129,96
Controllo della Trazione	58,64
Controllo della Trazione	20,75
Controllo della Trazione	42,55
Controllo della Trazione	191,69
Controllo della Trazione	32,43
Controllo della Trazione	15,66
Controllo della Trazione	19,18
Controllo della Trazione	94,63
Controllo della Trazione	82,89
Controllo della Trazione	277,34
Controllo della Trazione	68,30
Controllo della Trazione	41,79
Controllo della Trazione	61,11
Controllo della Trazione	242,25
Controllo della Trazione	39,59

13 Dimensionamento ancorante

Metodo di perforazione : Martello perforatore

Tipo : Ancorante adesivo

Profondità del foro : 400,0 mm

Diametro nominale della punta del trapano : 25 mm

Profondità di ancoraggio effettiva 350,0 mm

Materiale

Calcestruzzo (peso normale)		
Resistenza a compressione del calcestruzzo		C30/37
Area		Calcestruzzo non fessurato
Armatura per calcestruzzo		
Armatura per calcestruzzo		Densa
Armatura del bordo		Dritto con staffe
Armatura per il controllo della rottura per splitting		No
Condizioni		
Temperatura max. a breve termine		40 °C
Temperatura max. a lungo termine		24 °C
Condizioni di montaggio		Secco

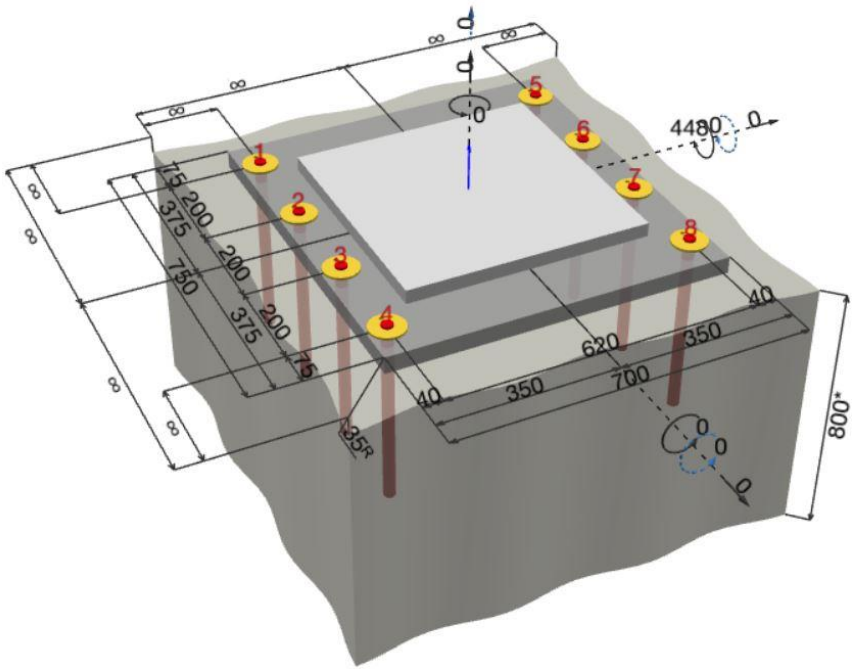
Geometria

Ancorante		
Disposizione ancorante		Gruppo di sei senza asole
Rotazione		0 °
Eccentricità		
Spostamenti	y	0,0 mm
Spostamenti	z	0,0 mm
Distanze di ancoraggio		
Distanza di ancoraggio	y_1	200,0 mm

Distanze di ancoraggio		
Distanza di ancoraggio	y_2	200,0 mm
Distanza di ancoraggio	z_1	600,0 mm
Distanze bordo / Spessore calcestruzzo		
Spessore calcestruzzo	h	800,0 mm
Dimensioni piastra di ancoraggio		
Forma piastra di ancoraggio		Rettangolo
Larghezza piastra di ancoraggio	y	750,0 mm
Lunghezza piastra di ancoraggio	z	700,0 mm
Spessore piastra di ancoraggio		35,0 mm
Profilo collegato - Eccentricità		
Spostamenti	y	0,0 mm
Spostamenti	z	0,0 mm
Non passante		
Non passante		Senza

Carico

Carico		
Trazione	N_{sd}	0,00 kN
Taglio	V_{yd}	0,00 kN
Taglio	V_{zd}	0,00 kN
Momento flettente	M_{xd}	0,00 kNm
Momento flettente	M_{yd}	448,00 kNm
Momento flettente	M_{zd}	0,00 kNm
Sismica		
Categoria delle prestazioni		C1



Pull-out e rottura del cono di calcestruzzo - Trazione

$$N^0_{Rk,p} = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk}$$

h_{ef} [mm]	τ_{Rk} [N/mm^2]	$N^0_{Rk,p}$ [kN]
100,0	12,00	98,02

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{ec,Np} \cdot \psi_{re,Np}$$

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$A_{p,N}$ [mm^2]	$A^0_{p,N}$ [mm^2]	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{g,Np}$	$\psi_{ec,Np}$
98,02	420000	90000	1,00	1,00	1,00

$\psi_{re,Np}$	$N_{Rk,p}$ [kN]
1,00	259,20

$$\beta_{N,p} = \frac{N^g_{Sd}}{N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}} = \frac{116{,}00 \text{ kN}}{172{,}80 \text{ kN}}$$

N^g_{Sd} [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	$\beta_{N,p}$ [%]
116,00	259,20	1,50	172,80	67,13

L'ancorante selezionato è applicabile.