

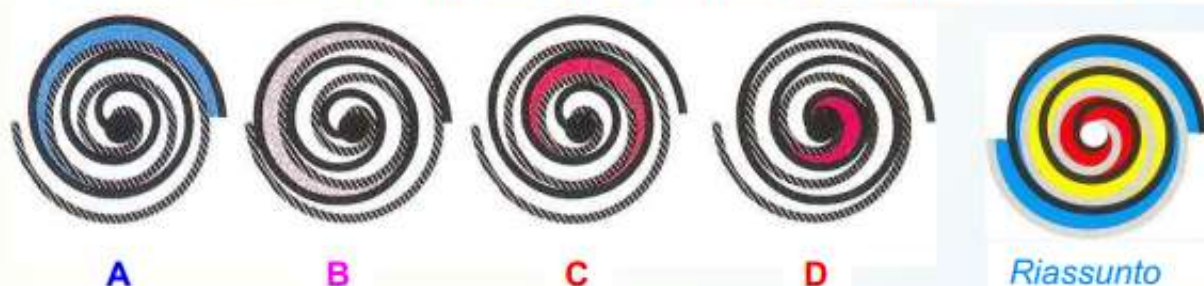
## COMPRESSORI COPELAND SCROLL

Nel 1905 fu inventato e brevettato dal francese Lèon Creux.

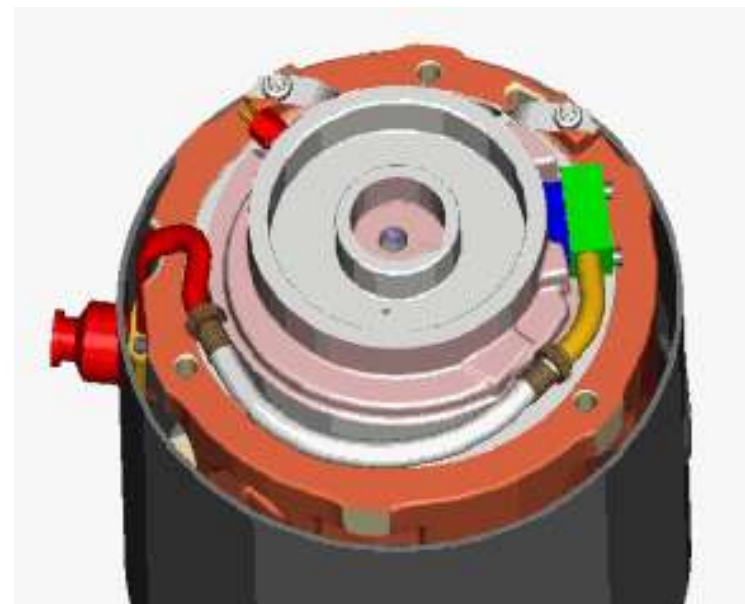
Lo Scroll non ha valvole, pistoni, bielle, albero a gomiti, non necessita di separatori di liquido, e non è rumoroso. Per un uguale rapporto di compressione lo Scroll è in grado di movimentare una portata di refrigerante superiore del 50% rispetto al compressore alternativo a pistoni di pari potenza.

Due spirali evolventi si accoppiano tra di loro formando tasche di gas a forma crescente. La prima spirale rimane fissa, mentre la seconda compie un movimento orbitale rispetto alla prima. Il movimento orbitale fa sì che il gas venga aspirato all'interno e convogliato verso il centro della spirale, dove si crea una pressione del gas sempre più alta. Il gas viene quindi scaricato dalla luce situata sulla spirale fissa.

### Fasi d'aspirazione, compressione e scarico del compressore Scroll



Il fluido refrigerante è aspirato contemporaneamente dalle due aperture diametralmente opposte **A**; progressivamente compresso nella zona a falchetto rosa **B** e nello spazio a falchetto rosso **C**, raggiunge la zona centrale **D** e il centro delle due Spirali dove alla pressione di mandata viene espulso. Il processo d'aspirazione, compressione e mandata è oltremodo uniforme ed è completamente assente da vibrazioni e pulsazioni d'ogni genere.



## COMPRESSORE SCROLL AD INIEZIONE DI VAPORE

Il ciclo ad iniezione di vapore, in cui viene impiegato un sottoraffreddatore del liquido (economizzatore), e' comunemente utilizzato per migliorare le prestazioni in applicazioni avanzate di bassa temperatura. Tradizionalmente questo sistema viene utilizzato con compressori a vite di grossa capacita' oppure impiegando due compressori alternativi semiermetici indipendenti. L'introduzione del compressore scroll ad iniezione di vapore permette di sfruttare il ciclo con economizzatore, utilizzando un unico compressore in cui viene iniettato il vapore all'interno della spirale ad una pressione intermedia.

Questa relazione descrive il funzionamento del compressore scroll ad iniezione di vapore, le sue caratteristiche principali e l'impiego in applicazioni di refrigerazione commerciale.

## CICLO

Il ciclo ad iniezione di vapore con il compressore scroll e' simile a quello di un ciclo a due stadi con interstadio di raffreddamento, ma in cui il processo viene realizzato utilizzando un unico compressore come mostrato in figura 1: una parte del refrigerante liquido, dal lato di alta pressione, passa attraverso una valvola di espansione e poi in uno scambiatore di calore a piastre che funziona da sottoraffreddatore. Il vapore surriscaldato e' poi iniettato ad una pressione intermedia nella spirale del compressore scroll: il sottoraffreddamento aggiuntivo aumenta l'effetto frigorifero all'evaporatore in quanto l'entalpia al suo ingresso diminuisce [2].

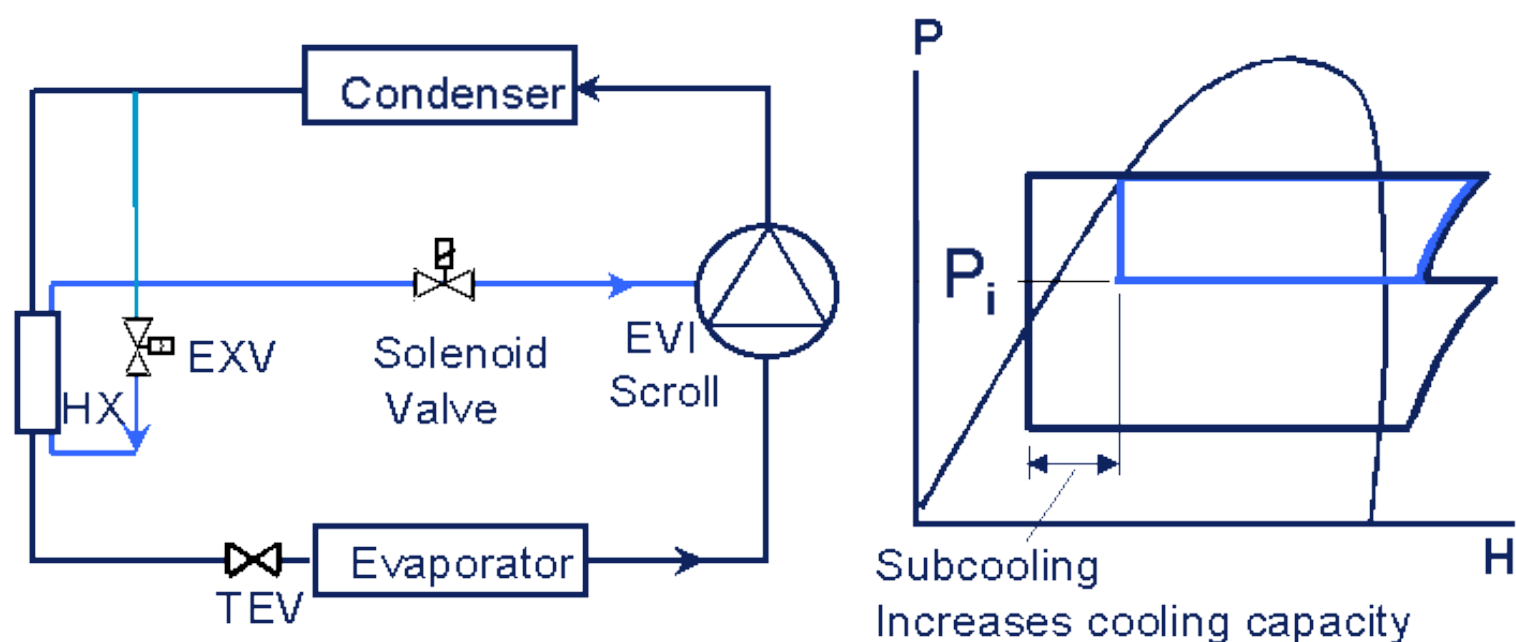


Figura 1: ciclo con compressore scroll ad iniezione di vapore

La figura 2 mostra la spirale del compressore scroll, con indicata la posizione delle porte di iniezione del vapore simmetriche rispetto alla fase di compressione, e la parte superiore del compressore dove e' visibile il tubo di iniezione vapore.

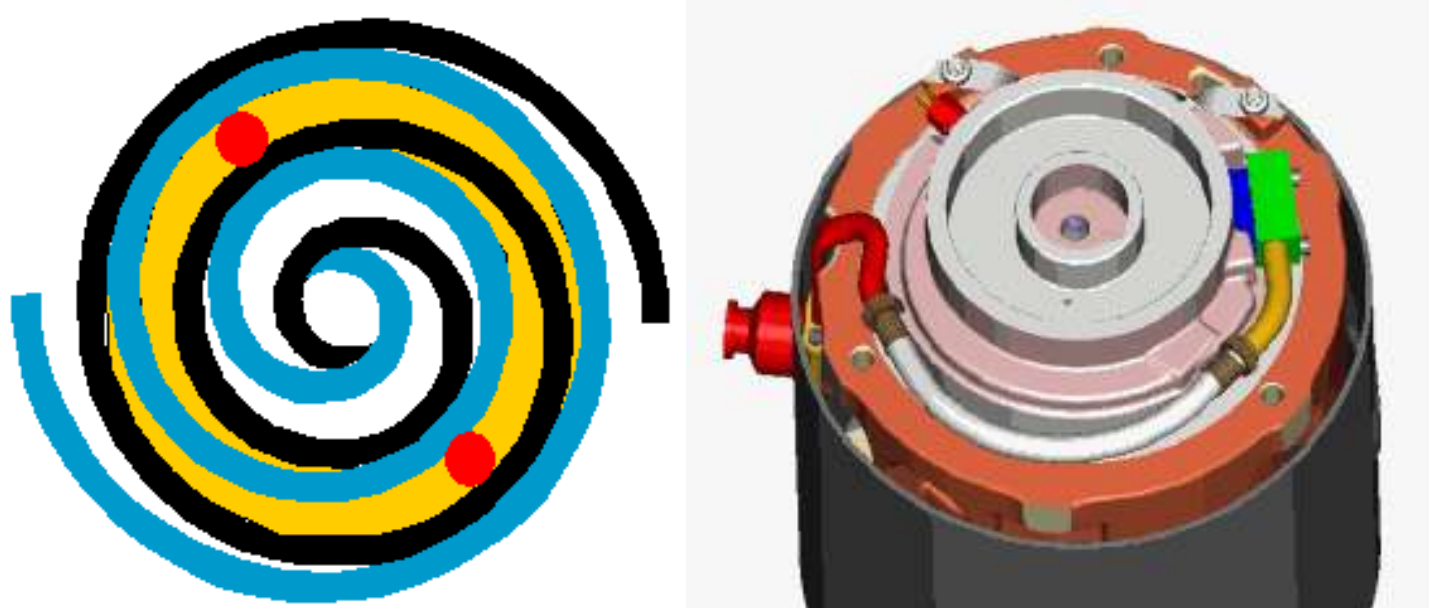


Figura 2: compressore scroll ad iniezione di vapore

#### GUADAGNO DI CAPACITA'

Come illustrato precedentemente, il sottoraffreddamento aggiuntivo aumenta l'entalpia all'evaporatore e quindi, a parita' di capacita', e' possibile utilizzare un compressore di cilindrata inferiore.

Questo sistema puo' anche essere sfruttato per modulare la capacita' del compressore nel caso in cui il carico frigorifero sia basso: utilizzando una valvola solenoide e' possibile escludere il circuito di iniezione vapore riducendo cosi' la capacita' frigorifera.

Il guadagno di capacita' che si ottiene e' maggiore in percentuale all'aumentare del rapporto di compressione: questo sistema si adatta bene ad essere utilizzato con l'R404A e risulta migliore rispetto all'impiego di uno scambiatore passivo tra linea liquido ed aspirazione.

#### GUADAGNO DI COP

L'efficienza del ciclo con compressore scroll ad iniezione di vapore e' superiore a quella di un compressore tradizionale monostadio poiche' la capacita' addizionale derivante dal sottoraffreddamento e' ottenuta con una minore quantita' di potenza assorbita: il vapore, prodotto nel processo di sottoraffreddamento, viene compresso solo a partire dalla pressione intermedia che e' superiore rispetto alla pressione di aspirazione.

#### PRESTAZIONI

La figura 3 mostra un esempio (da [3]) del guadagno in percentuale di capacita' e COP per uno scroll ad iniezione di vapore rispetto ad un compressore monostadio tradizionale alle condizioni EN12900 per applicazioni di bassa temperatura con R404A (-35/40C): risulta evidente un significativo aumento sia di capacita' (+45%) che di COP (+27%). L'efficienza ottenibile con il compressore scroll ad iniezione di vapore risulta cosi' superiore a quella dei migliori compressori alternativi disponibili sul mercato.

Inoltre, il guadagno in percentuale risulta addirittura superiore se si considerano sistemi tradizionali in cui la temperatura del gas di ritorno al compressore risulta inferiore ai 20C considerati dalle EN12900 (figura 4).

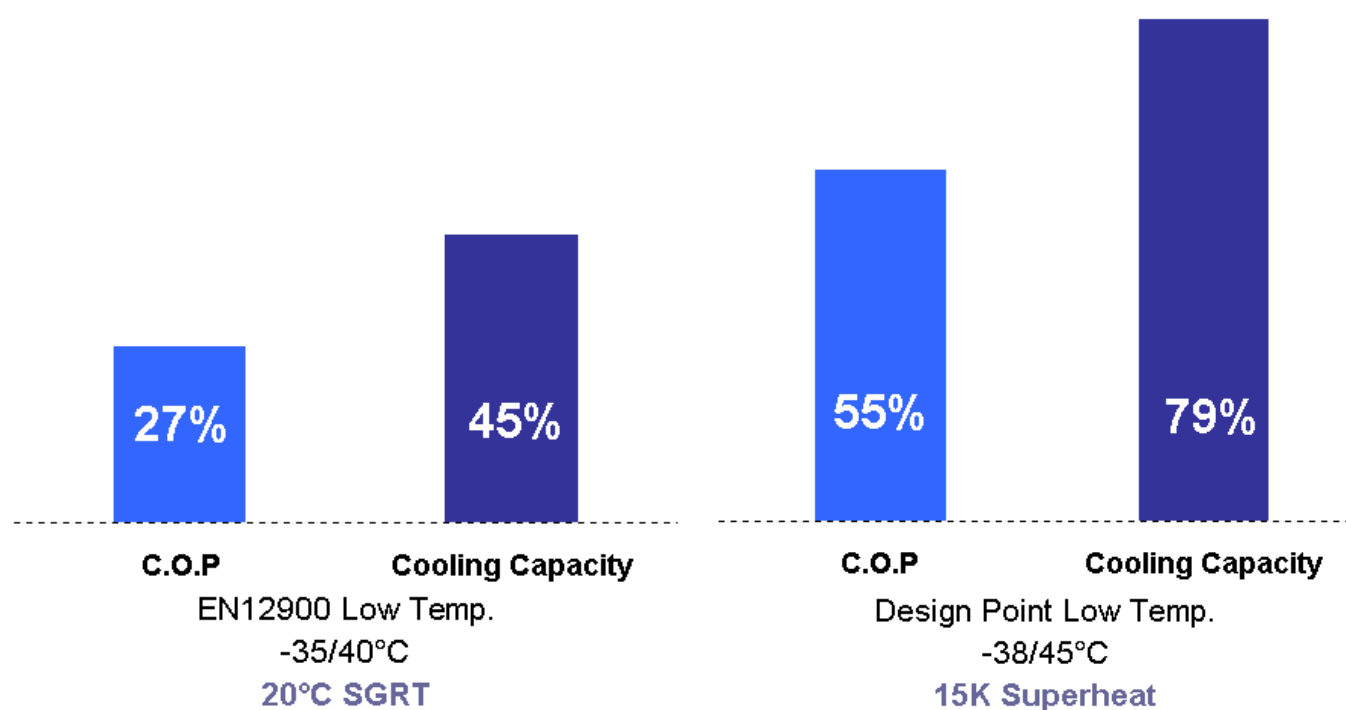


Figura 3

Figura 4

Oltre all'incremento delle prestazioni, questo sistema offre ulteriori vantaggi:

- permette di mantenere lo stesso campo di funzionamento di quello ottenibile con l'iniezione di liquido, ma con una efficienza superiore;
- offre la possibilita' di modulare la capacita';
- le linee del liquido e quindi la carica di refrigerante possono essere ridotte grazie alla maggior entalpia disponibile attraverso l'evaporatore;
- la perdita di carico lungo la linea di aspirazione risulta inferiore rispetto a quella di un ciclo tradizionale in quanto la portata in aspirazione e' minore. La riduzione di questo valore puo' essere significativa, essendo proporzionale al quadrato della portata: per esempio, ad una riduzione della portata del 40% corrisponde una riduzione della perdita di carico in aspirazione del 64%.

## CARICO E CAPACITA' DEL COMPRESSORE

I compressori scroll hanno il vantaggio rispetto ai compressori tradizionali semiermetici di fornire una capacita' che rimane tendenzialmente piu' costante al variare del rapporto di compressione e quindi al variare della temperatura di condensazione o della temperatura ambiente a condizioni di evaporazione fisse: questa caratteristica e' dovuta all'efficienza volumetrica dello scroll che rimane circa costante in quanto non e' influenzata dal volume nocivo che penalizza invece i compressori alternativi. Il compressore scroll ad iniezione di vapore amplifica ancora di piu' questo comportamento in quanto l'effetto del sottoraffreddamento si riduce al diminuire della temperatura di condensazione (figura 5): questo implica una migliore corrispondenza tra carico e capacita' al variare della temperatura di condensazione.

Inoltre, al diminuire della temperatura ambiente, l'efficienza dei compressori alternativi diminuisce poiche' le valvole sono ottimizzate per un rapporto di compressione superiore (figura 6). Infine bisogna anche ricordare che i compressori alternativi, a causa dell'eccedenza di capacita' in queste condizioni, necessitano di parzializzazione che e' causa di ulteriori perdite di efficienza.

I benefici ottenibili, utilizzando lo scroll ad iniezione di vapore, possono essere quindi riassunti in:

- durante il funzionamento invernale, viene ridotta la necessita' di parzializzazione della capacita' con conseguenti benefici in termini di semplicita' di controllo, affidabilita' e consumo di energia: un ulteriore vantaggio e' quello di avere sempre una portata di refrigerante costante nella linea di aspirazione e quindi un miglior ritorno di olio al compressore;
- durante il funzionamento estivo con temperature ambiente elevate, risulta minore il pericolo di avere una capacita' insufficiente.

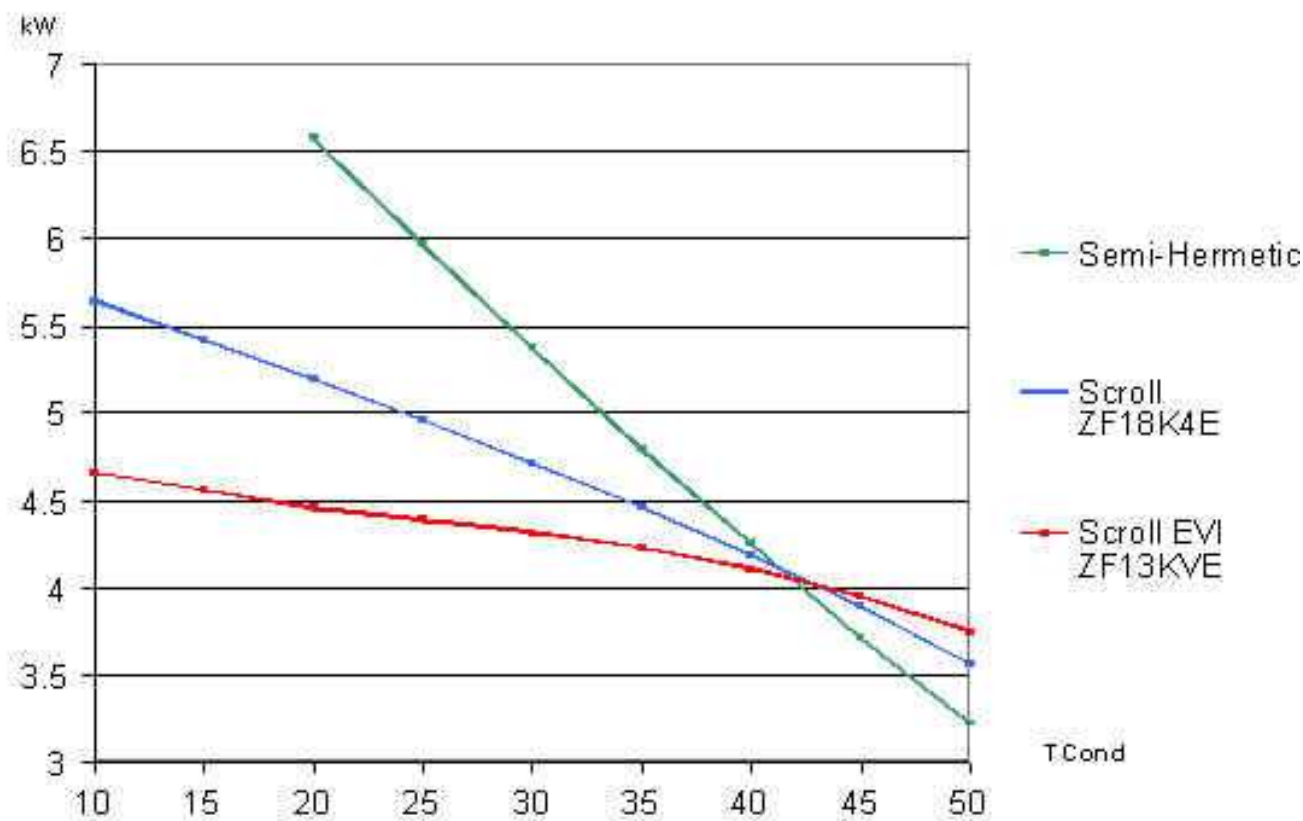


Figura 5: confronto tra la capacita' di un alternativo, di uno scroll tradizionale e di uno scroll ad iniezione di vapore al variare della temperatura di condensazione.

Capacita' frigorifera: 4 kW alle condizioni EN12900

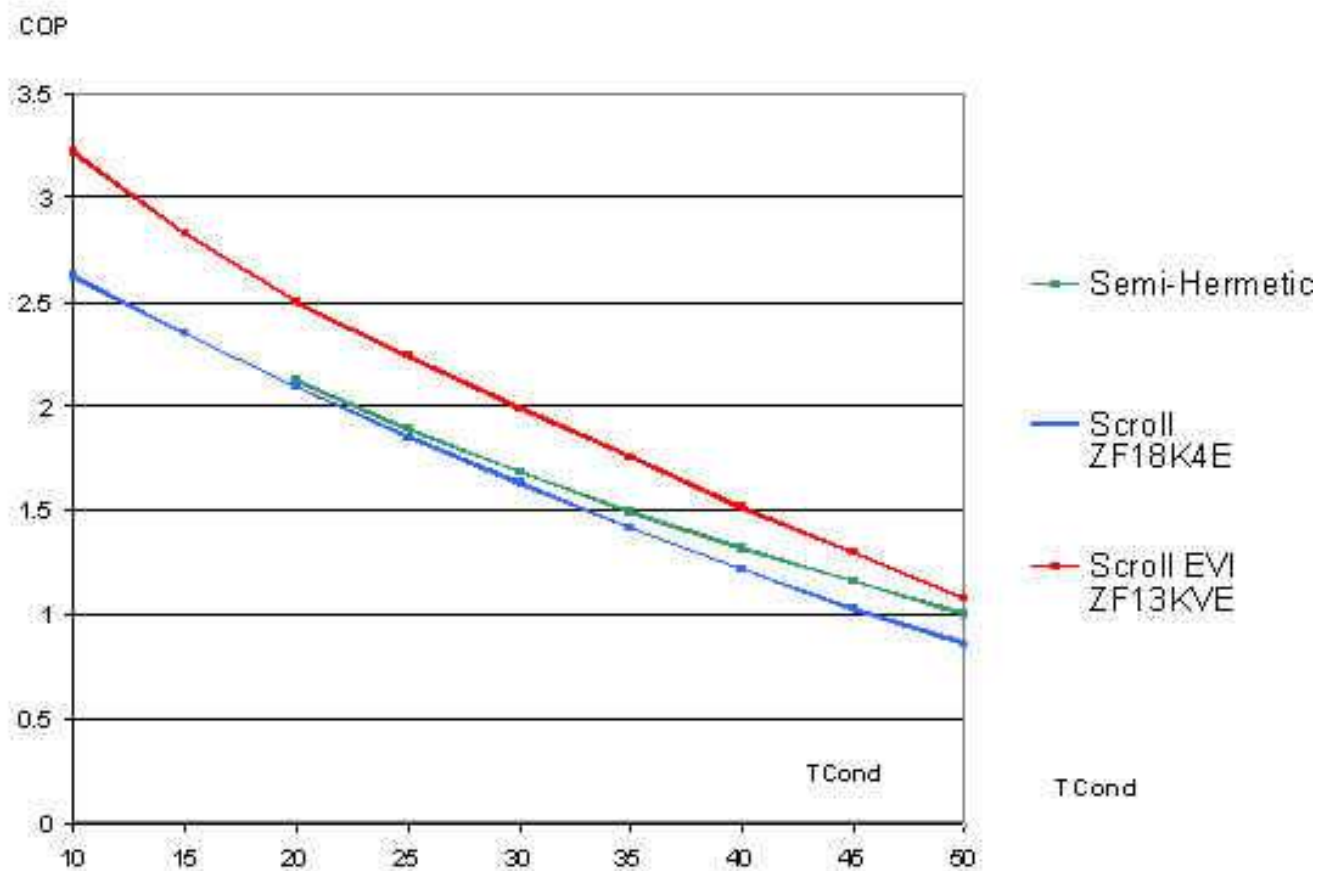
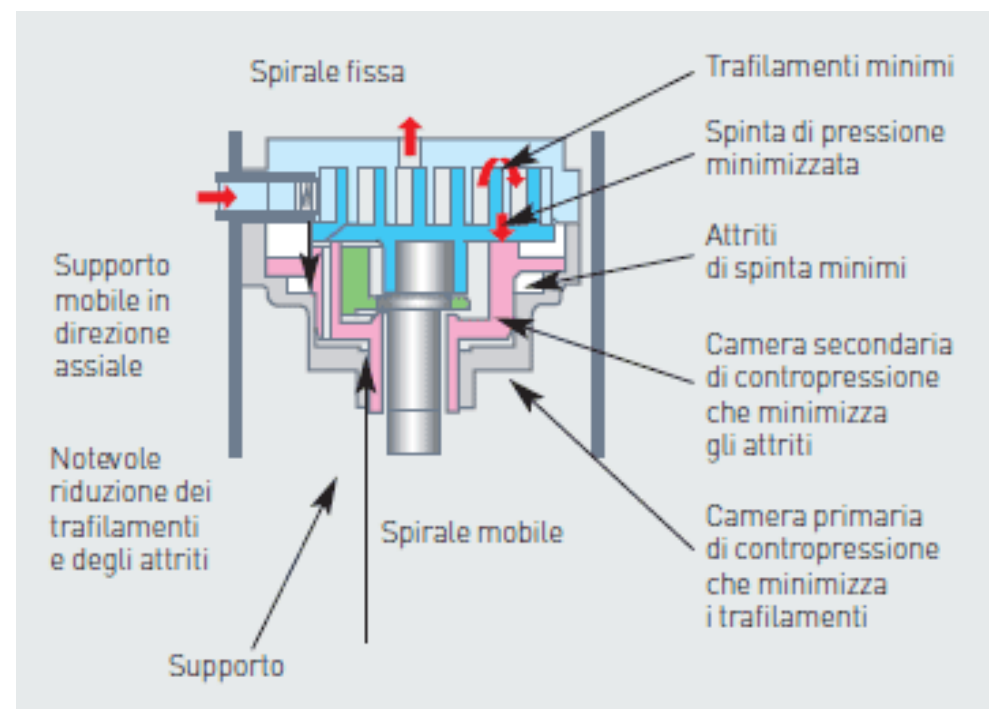
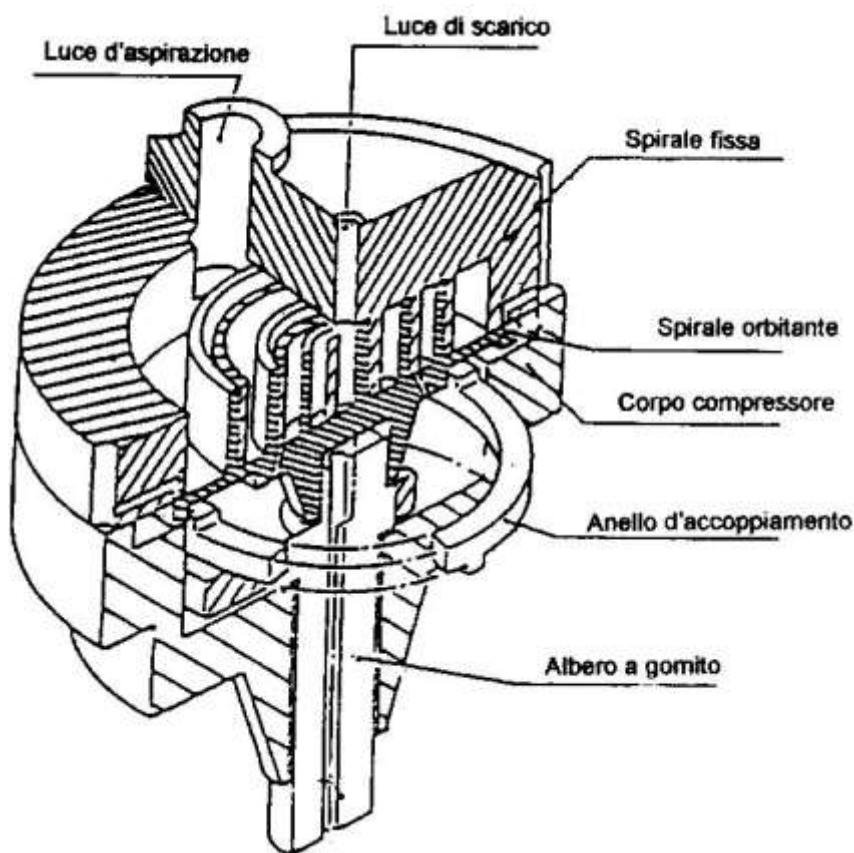
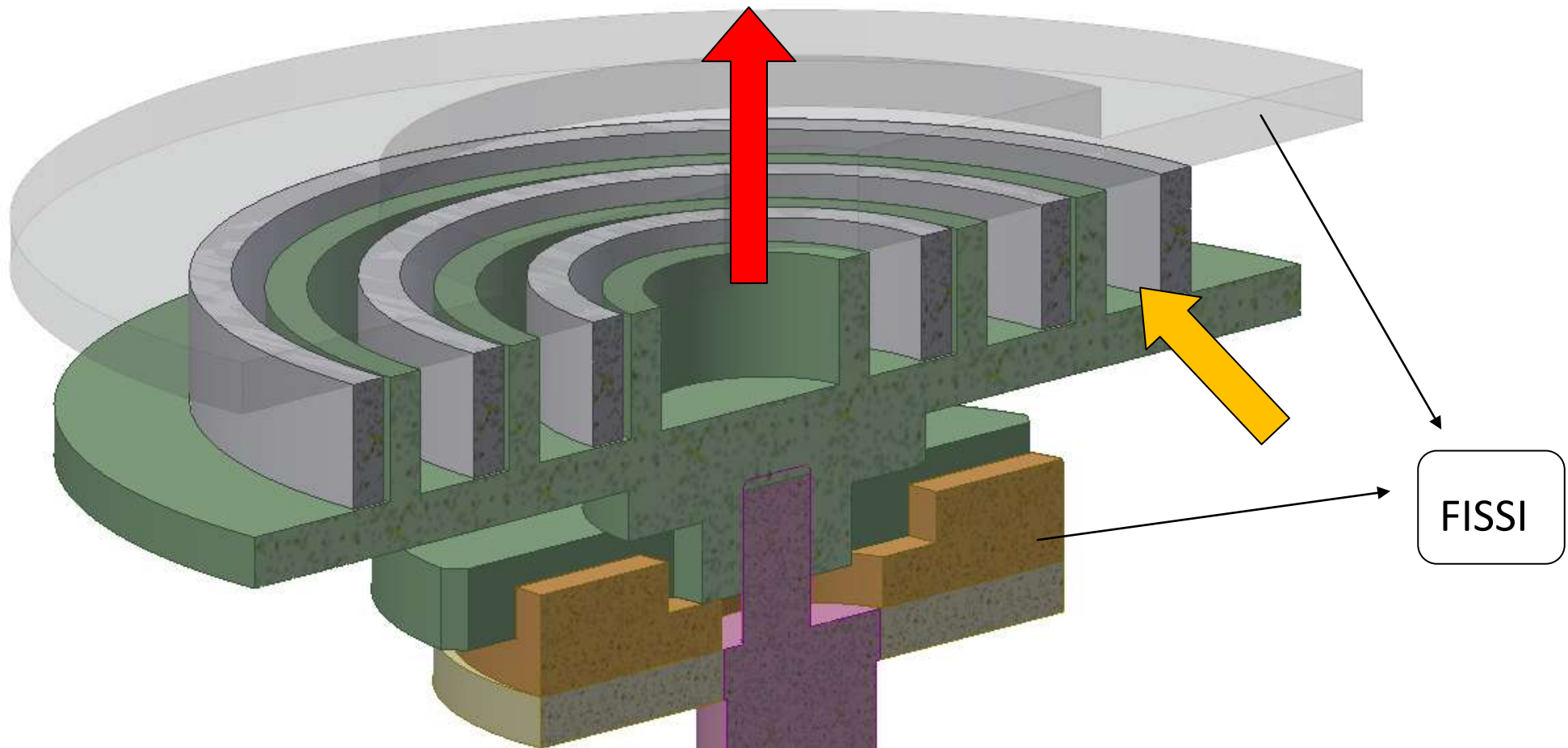
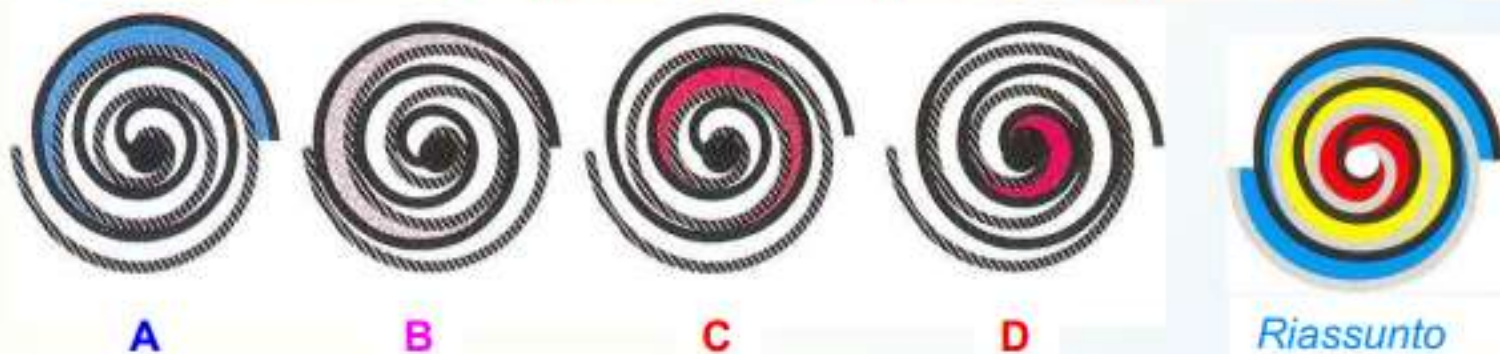


Figura 6: confronto del COP di un alternativo, di uno scroll tradizionale e di uno scroll ad iniezione di vapore al variare della temperatura di condensazione.

# COMPRESSORE SCROLL



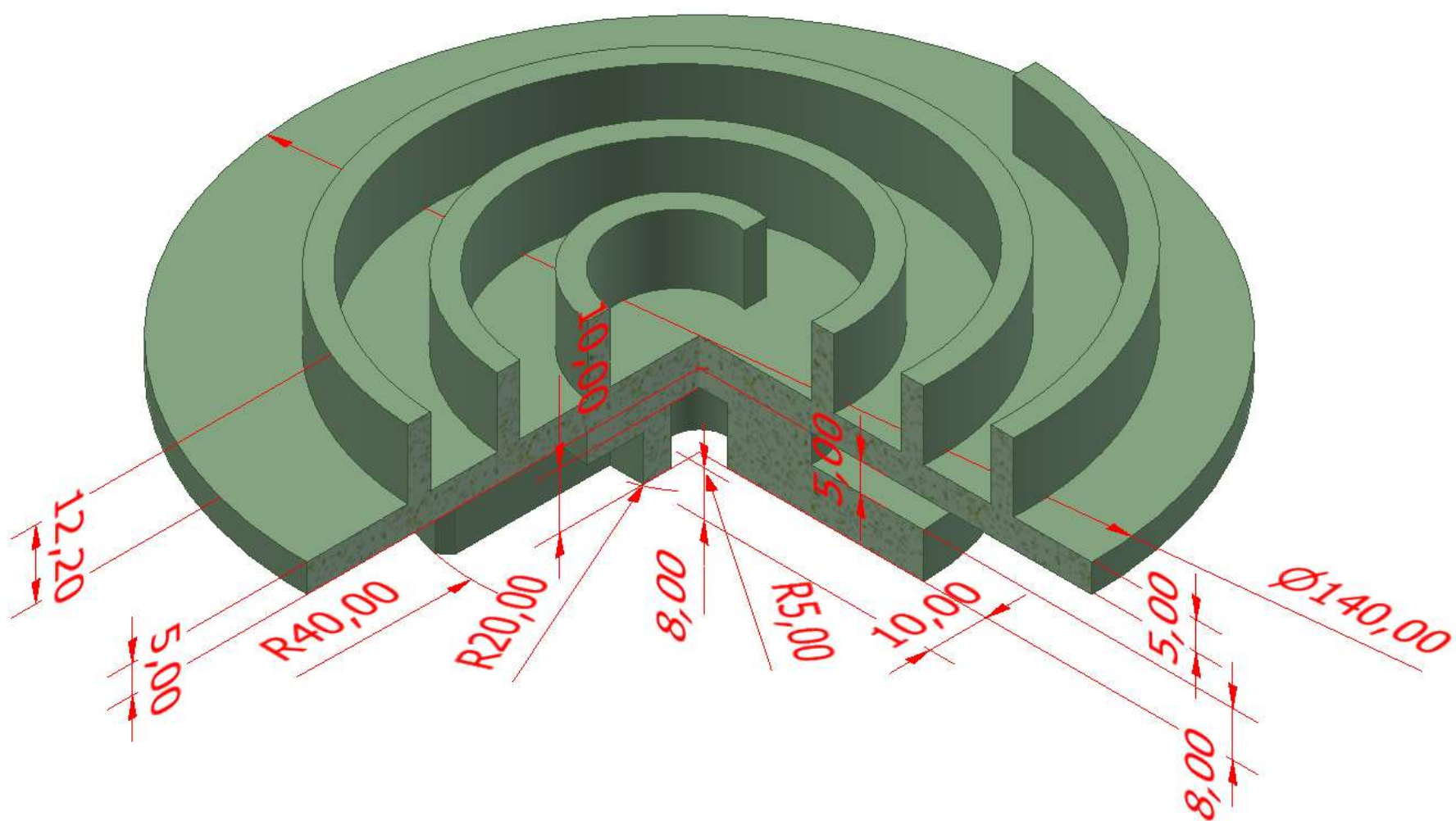
## Fasi d'aspirazione, compressione e scarico del compressore Scroll



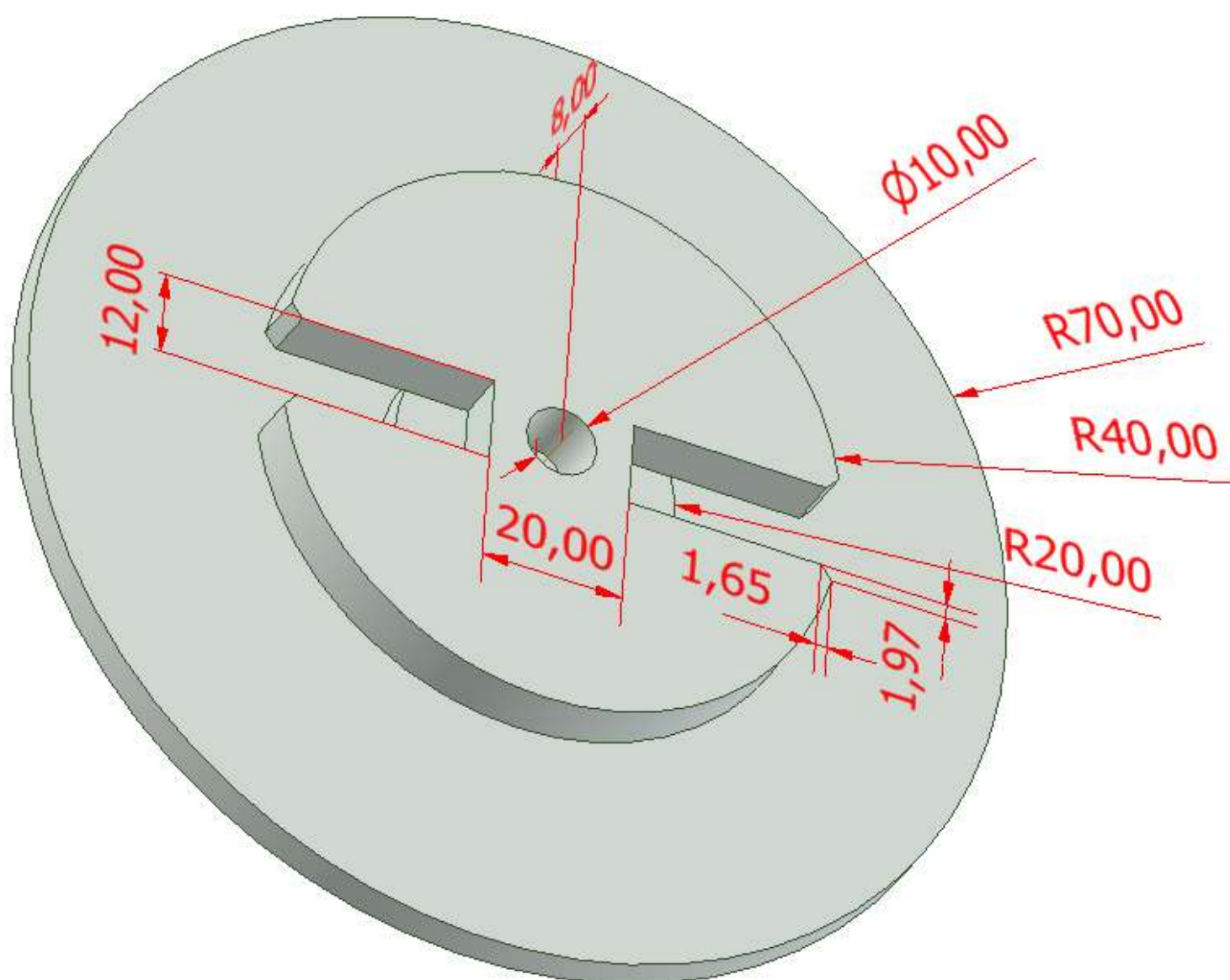
Il fluido refrigerante è aspirato contemporaneamente dalle due aperture diametralmente opposte **A**; progressivamente compresso nella zona a falchetto rosa **B** e nello spazio a falchetto rosso **C**, raggiunge la zona centrale **D** e il centro delle due Spirali dove alla pressione di mandata viene espulso.

Il processo d'aspirazione, compressione e mandata è oltremodo uniforme ed è completamente assente da vibrazioni e pulsazioni d'ogni genere.

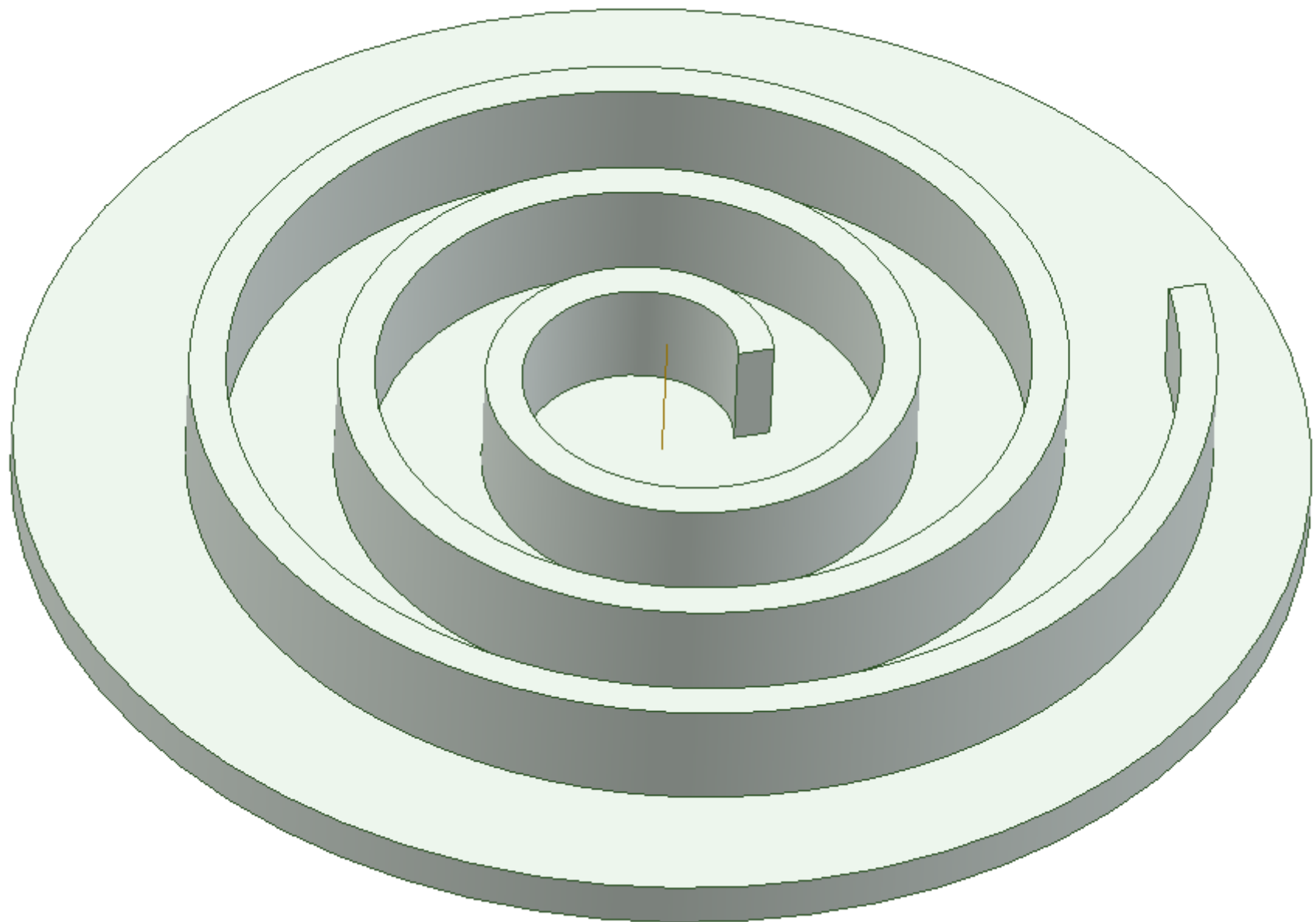
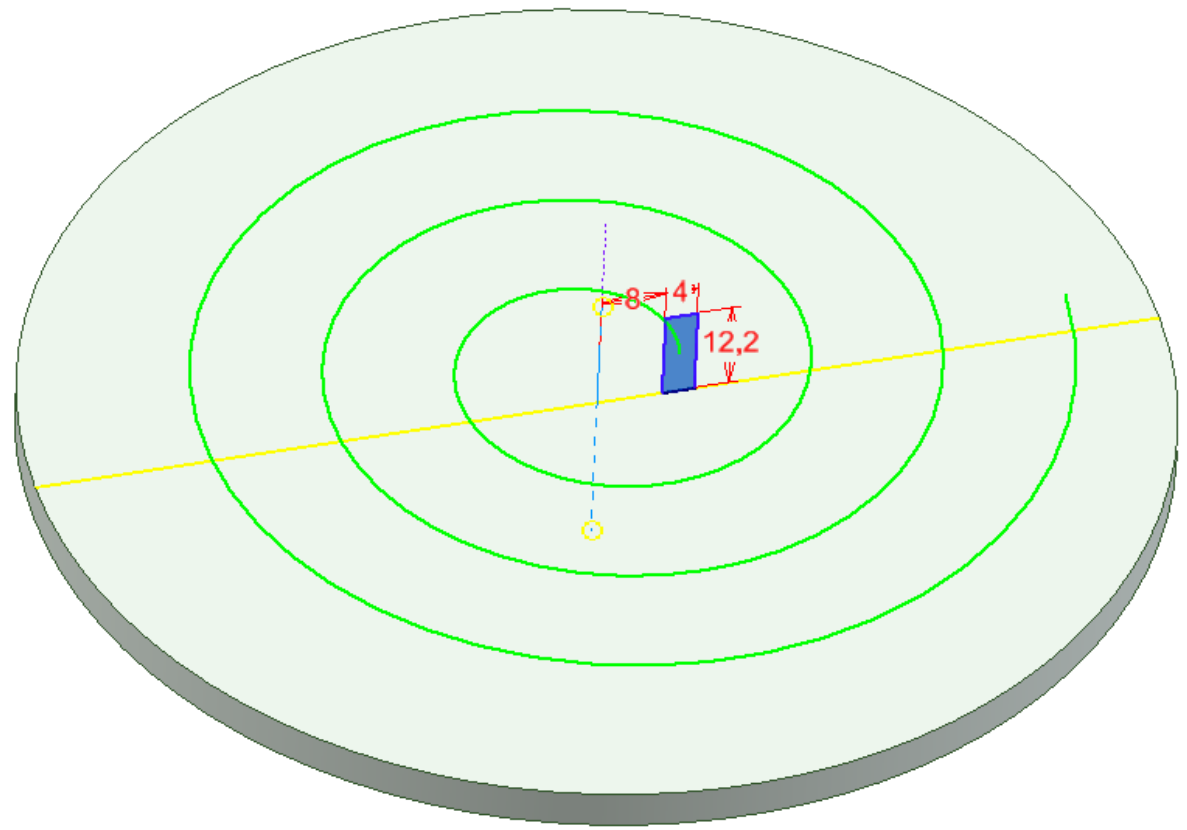
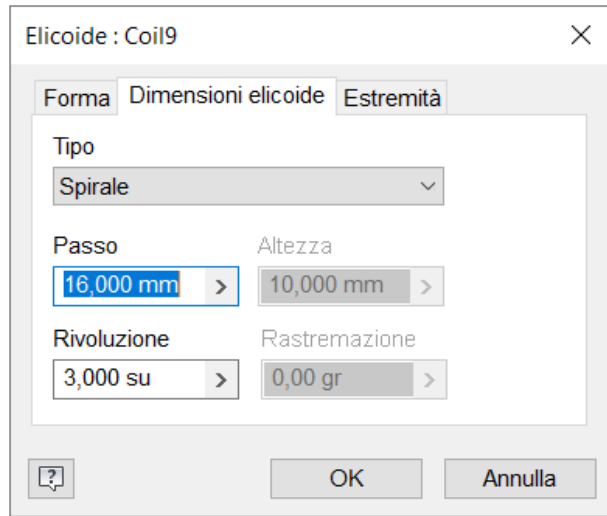
# GIRANTE MOBILE



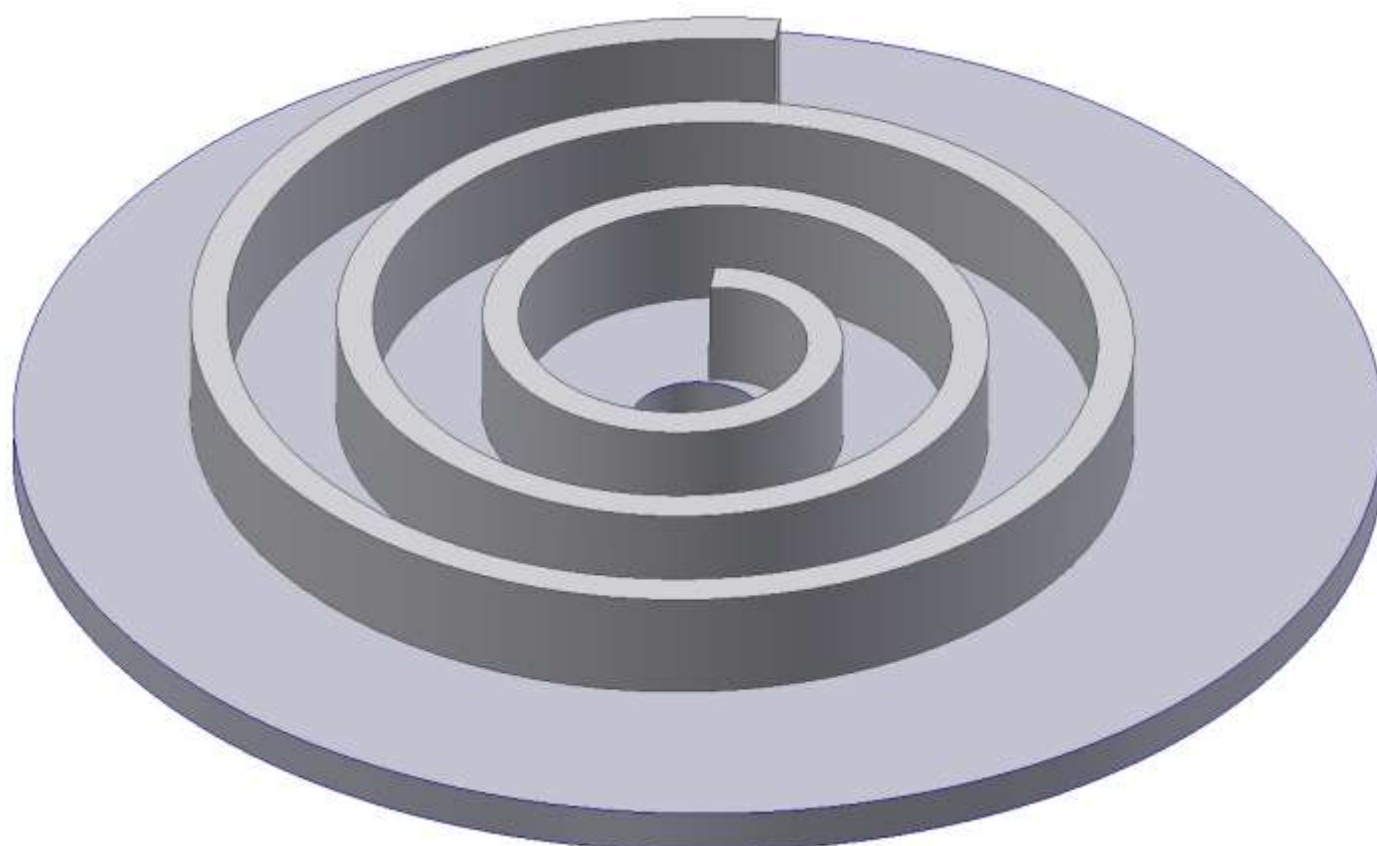
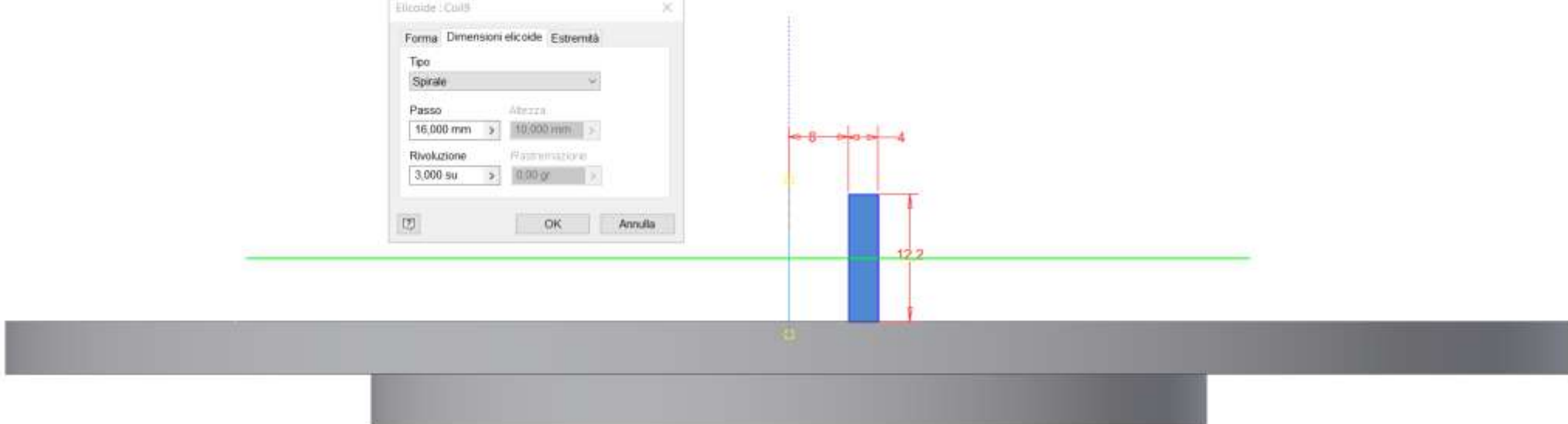
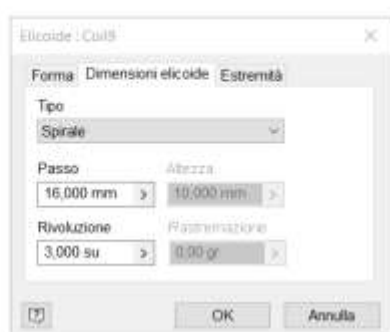
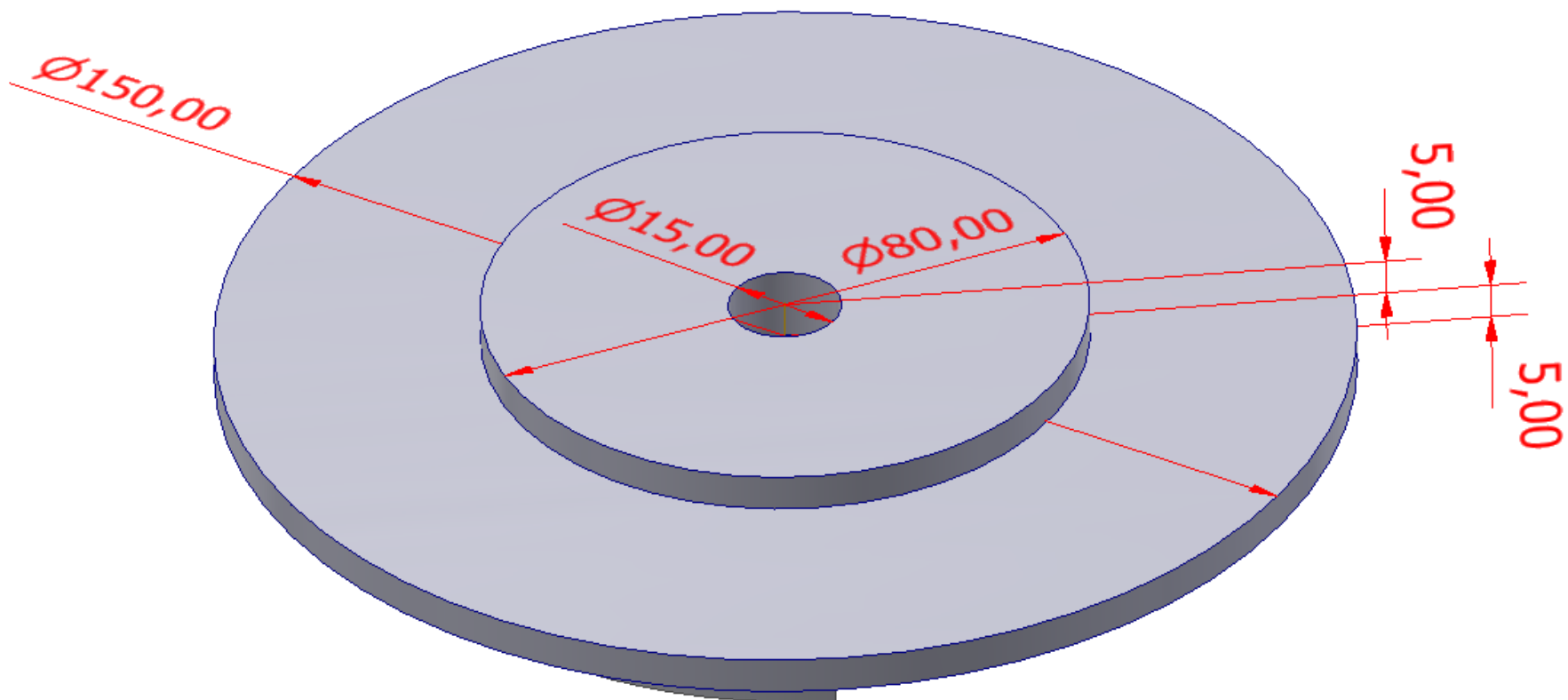
## VISTA DAL BASSO



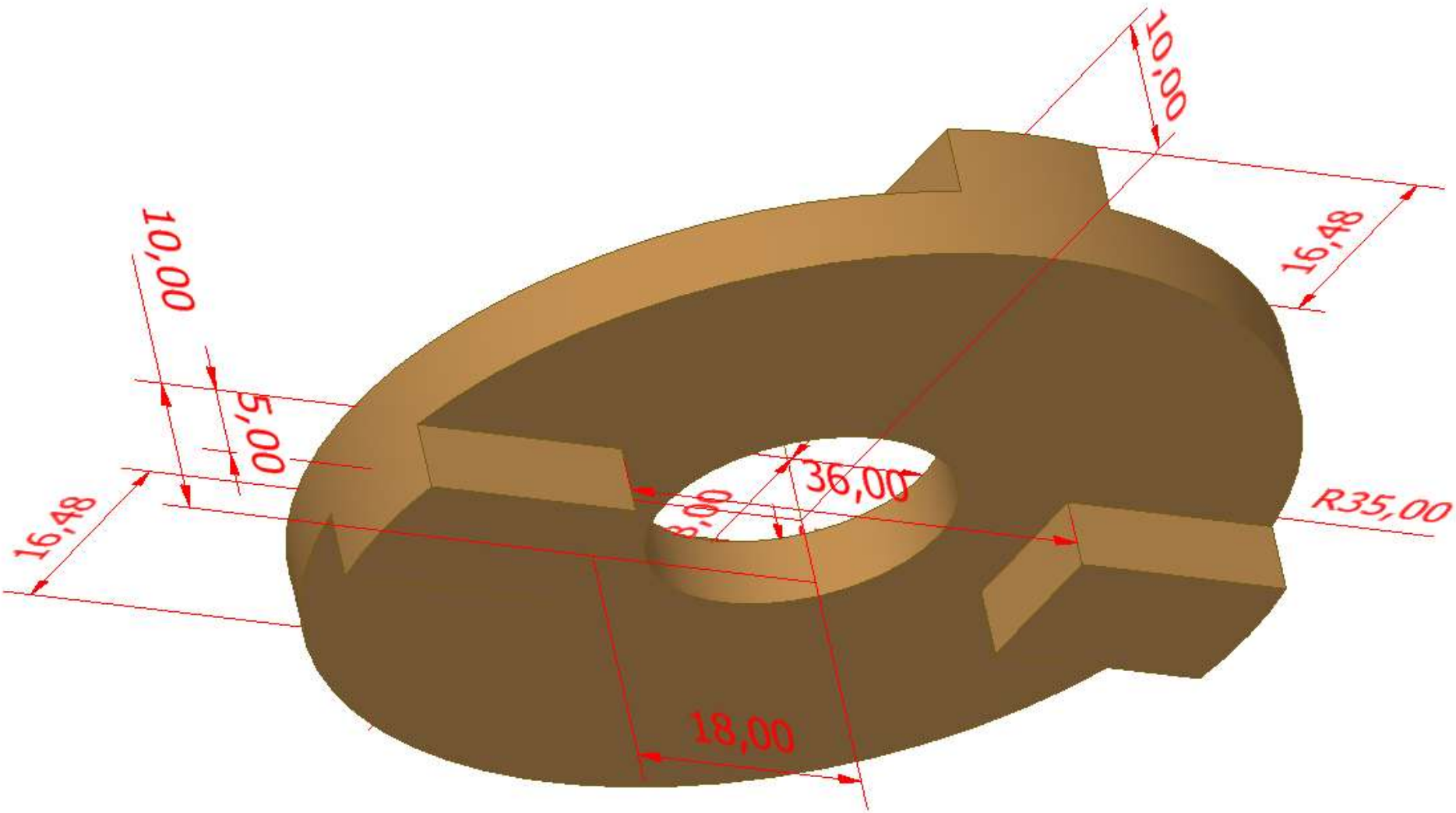
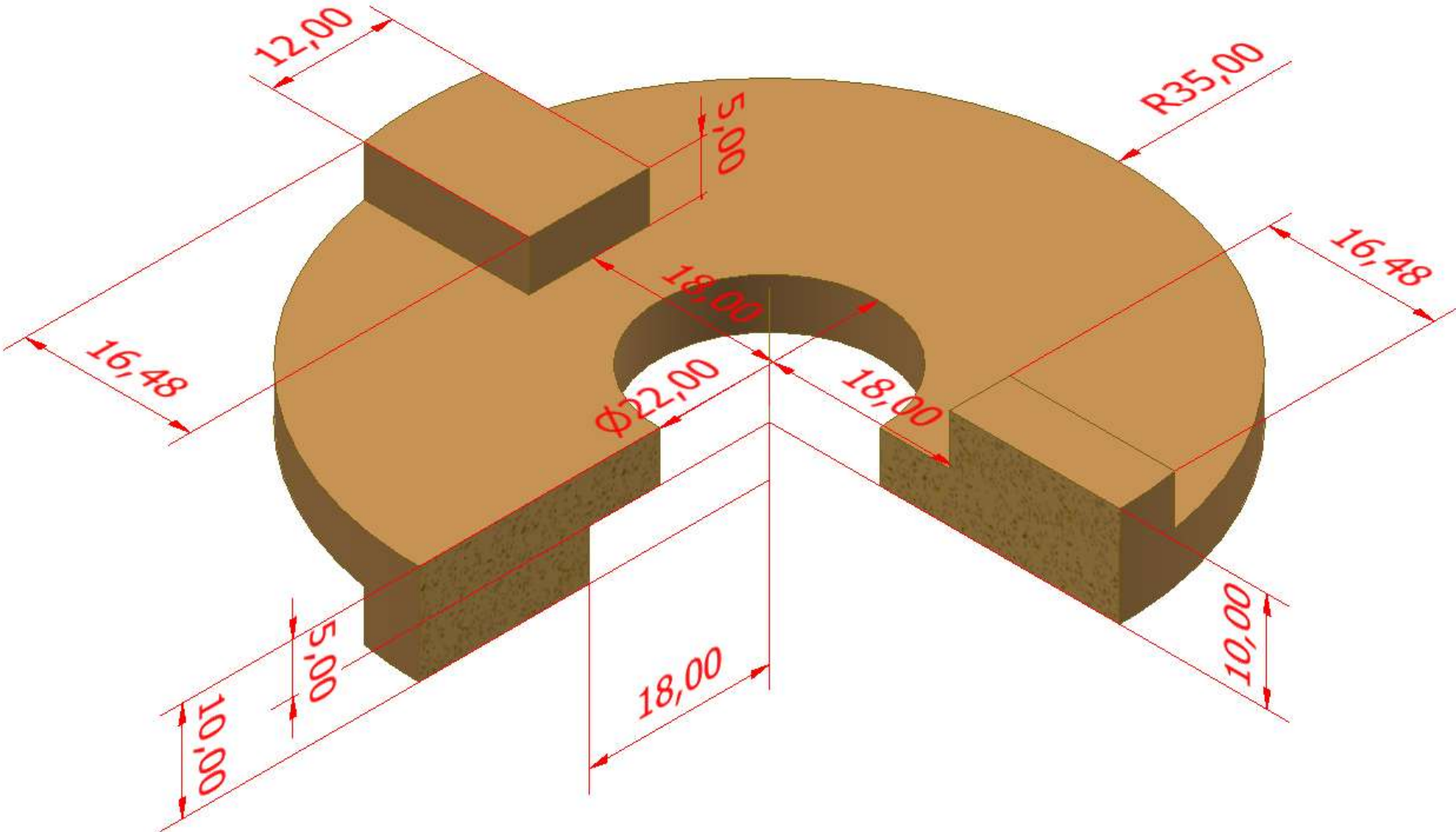
# SPIRALE DI ARCHIMEDE



# STATORE (FISSO)

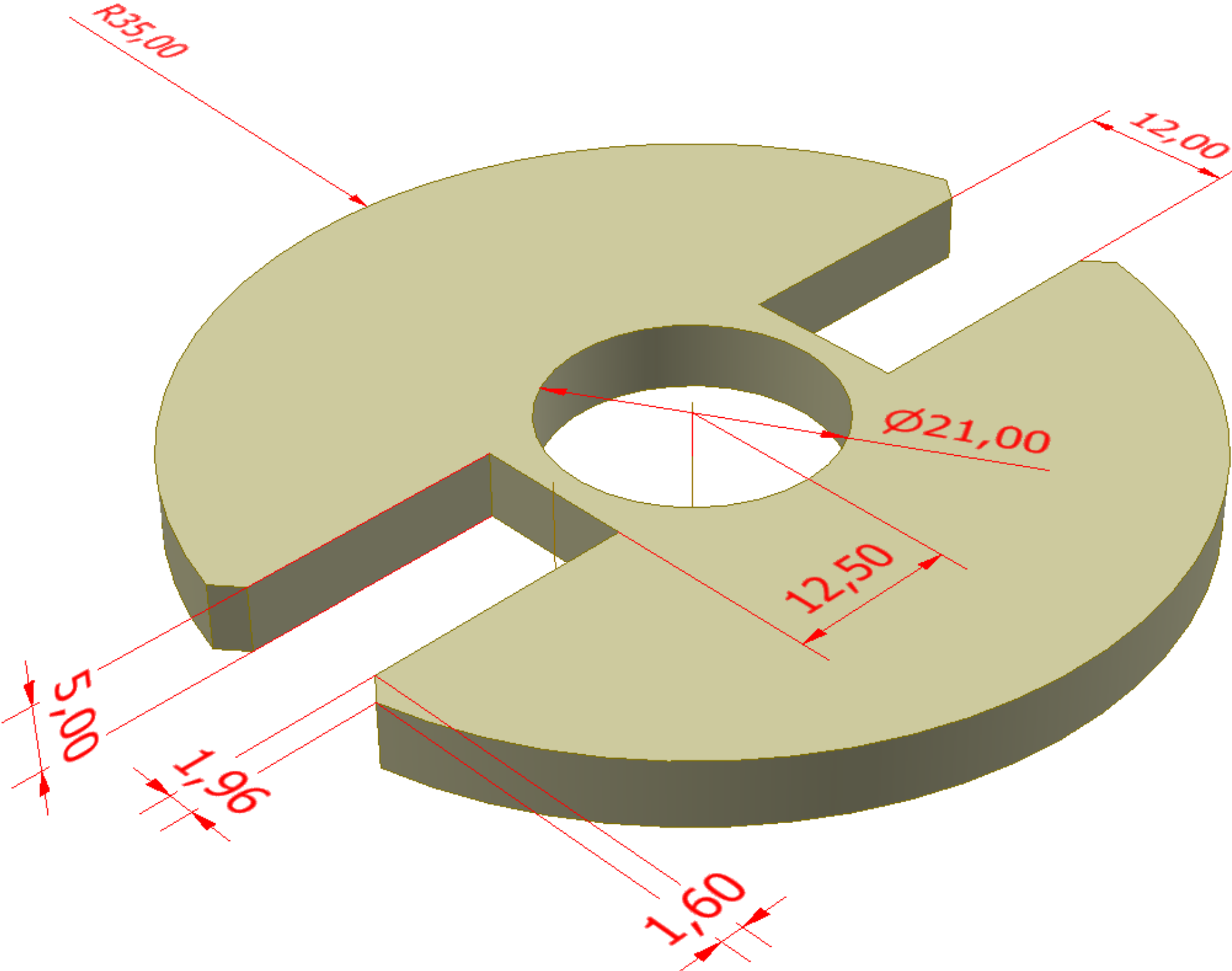


# DISCO FISSO

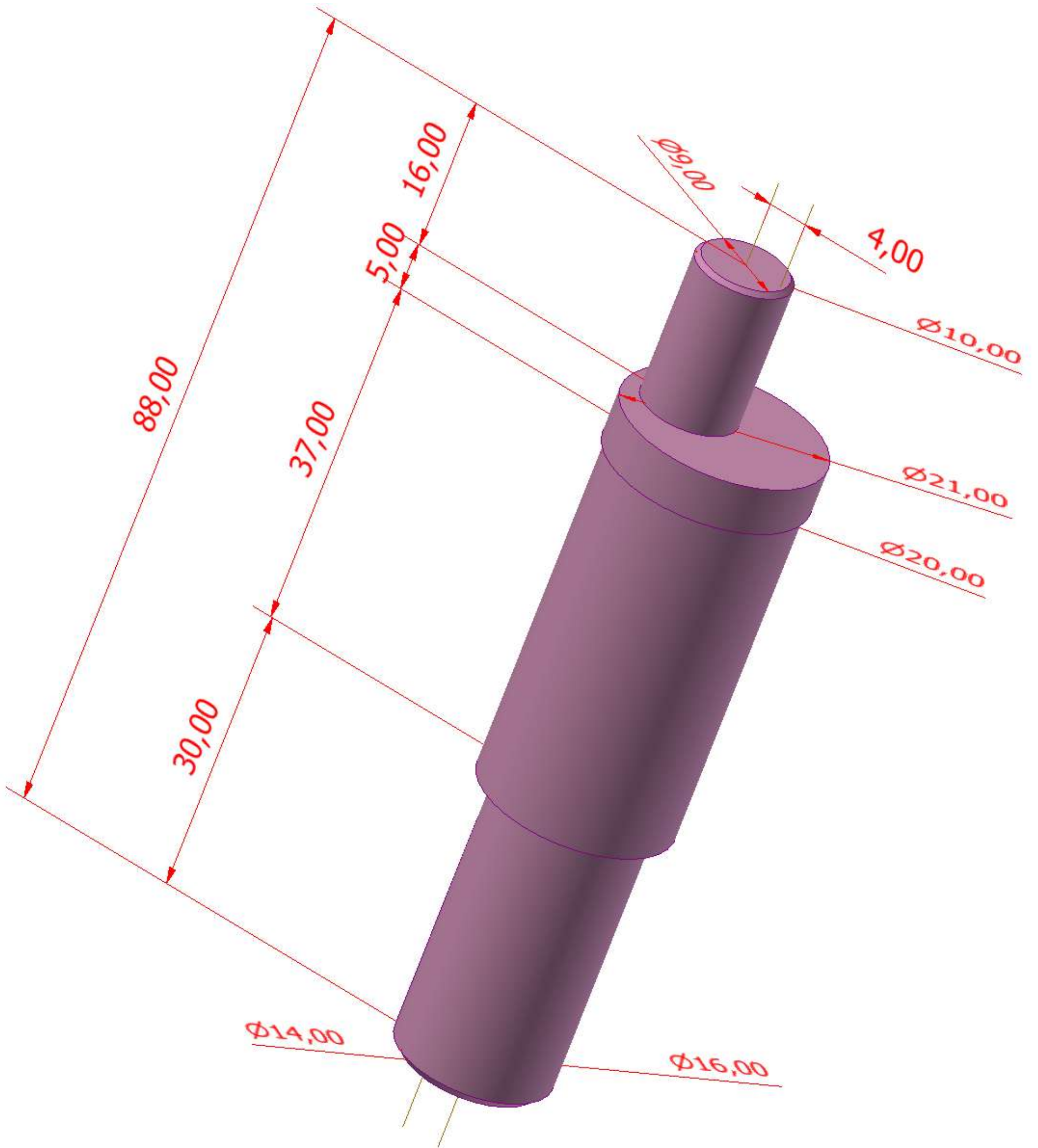




# DISCO MOBILE



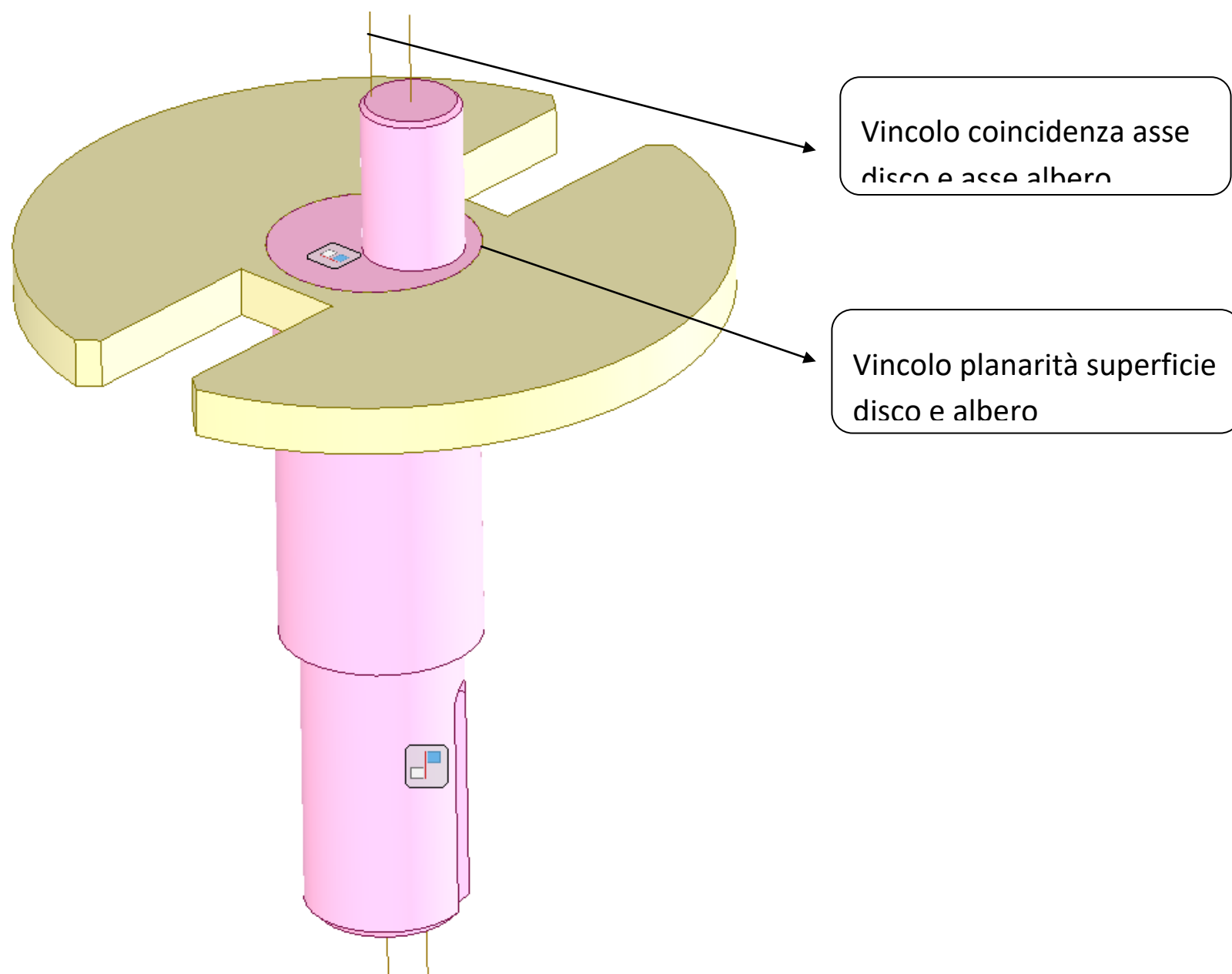
# ALBERO



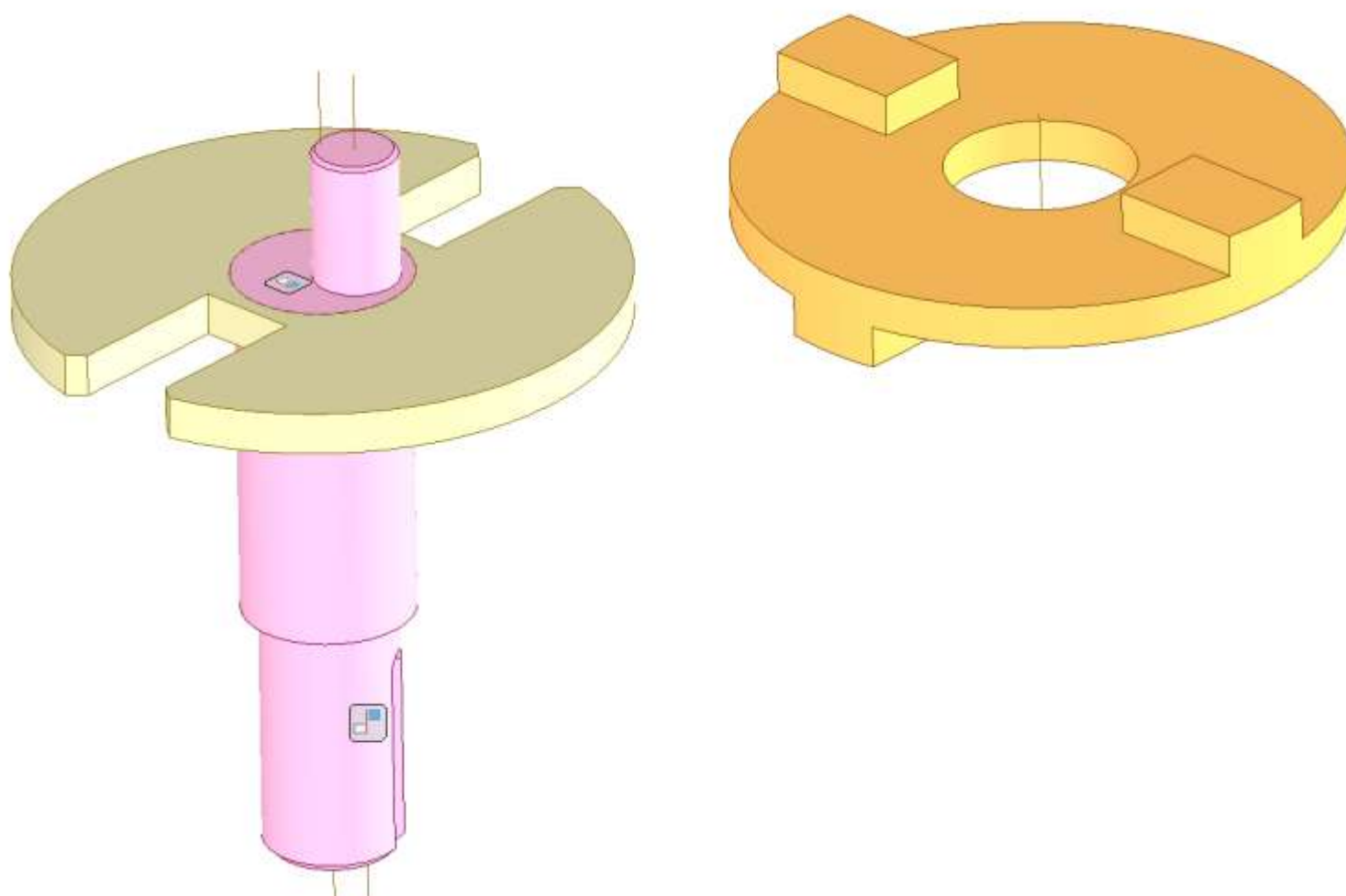
# ASSIEME

Posizionare per primo il DISCO FISSO e bloccatelo.

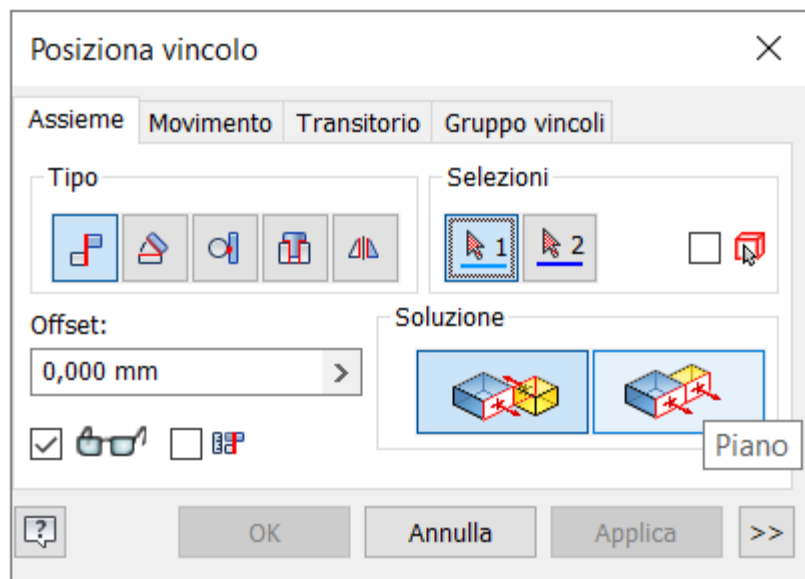
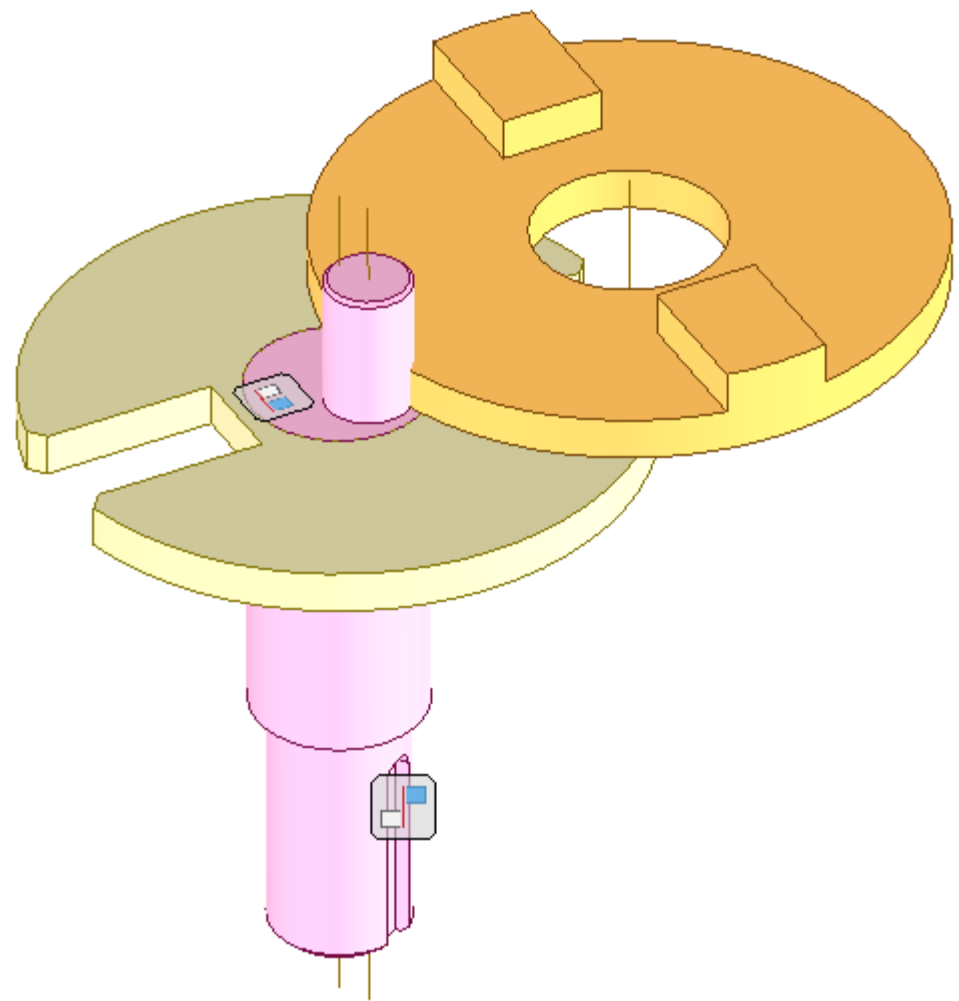
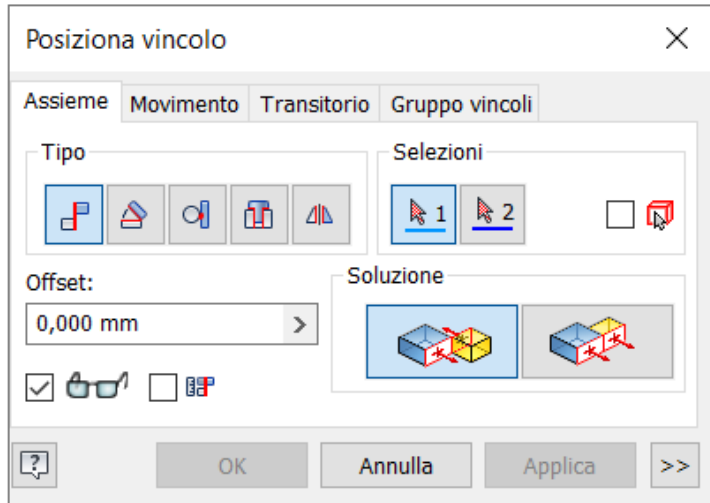
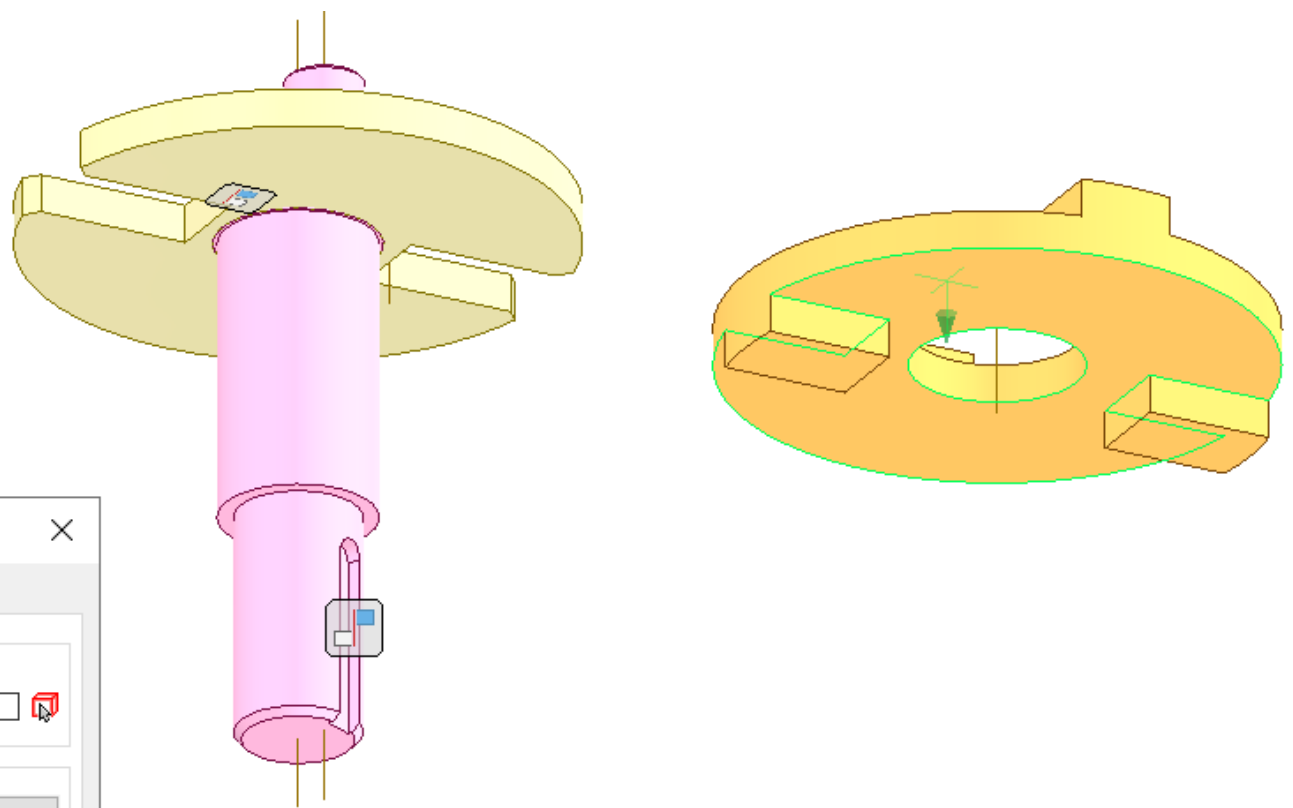
Poi inserire l'ALBERO con perno eccentrico e vincolarlo al disco come in figura.

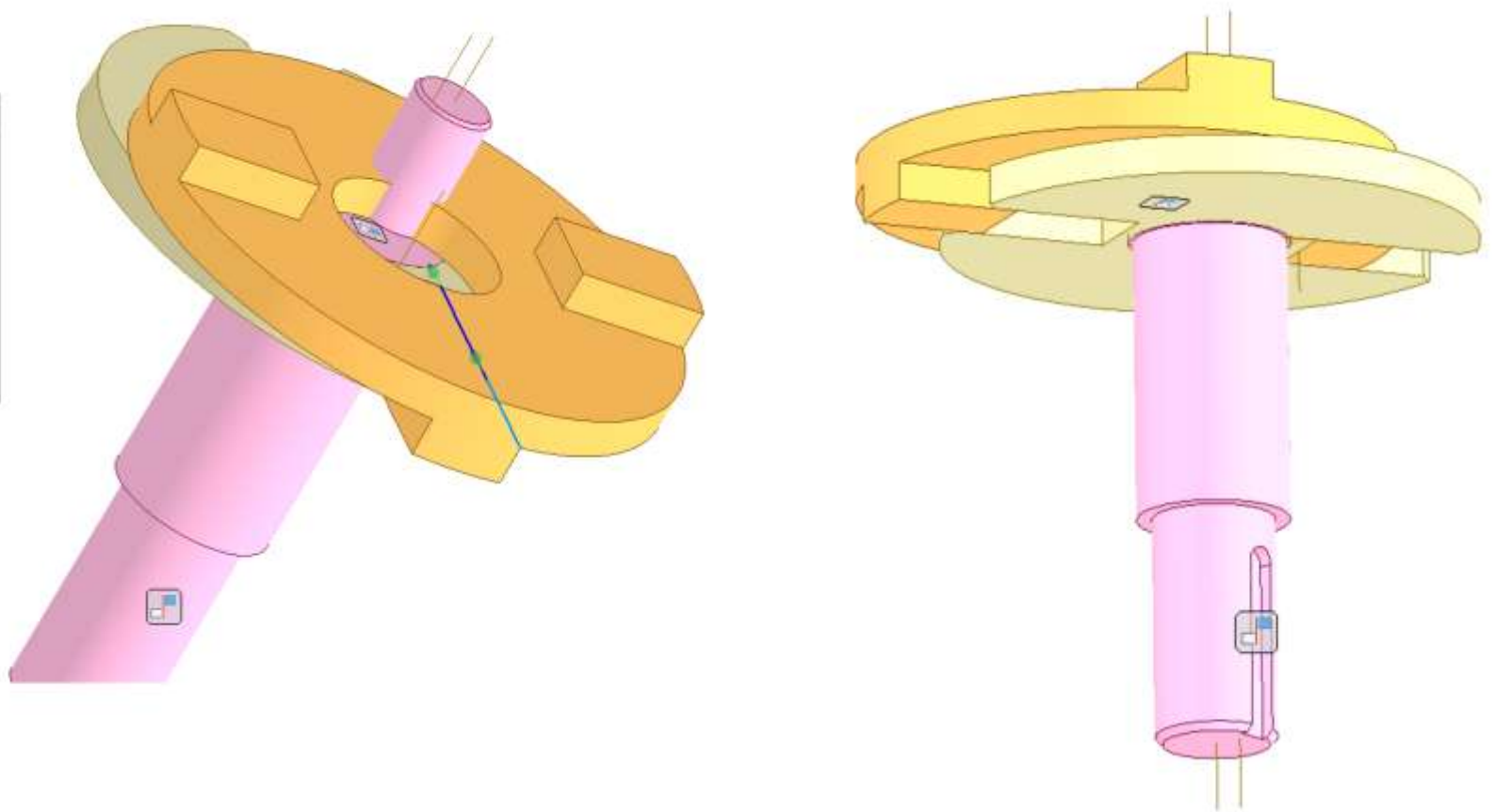
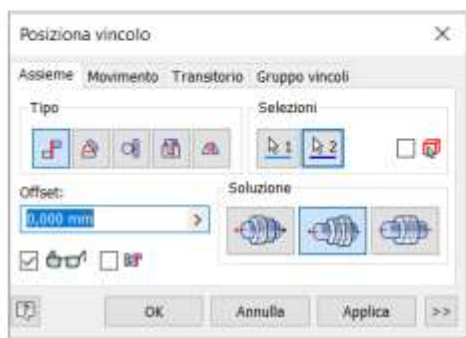
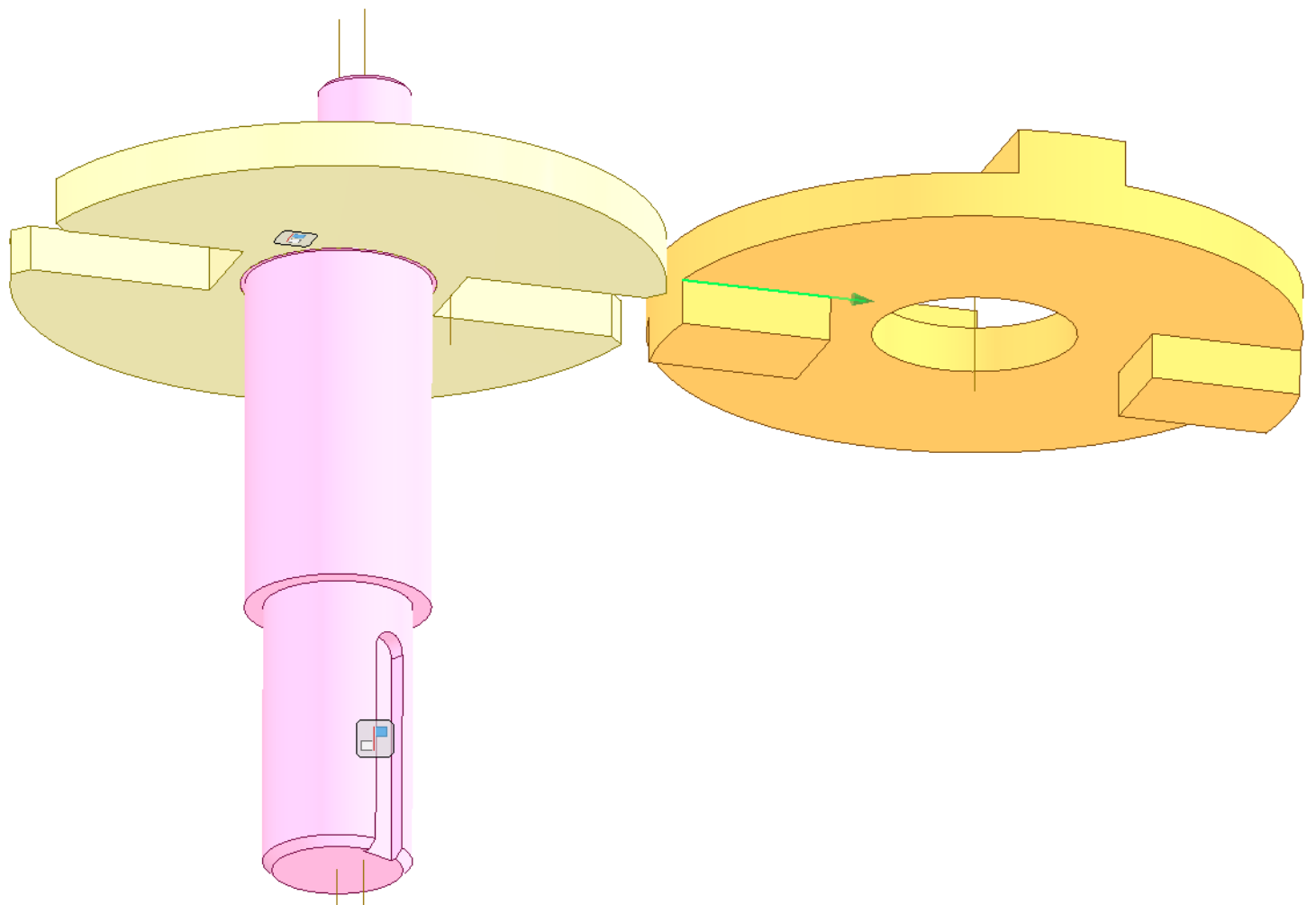
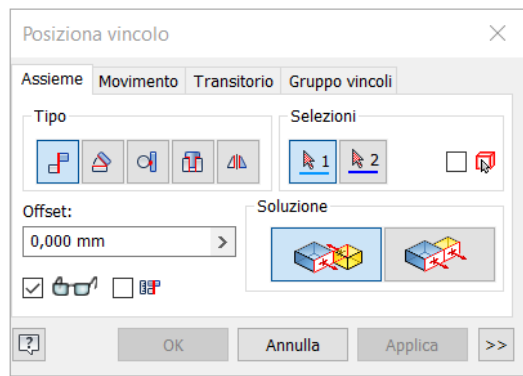


Posizionare il disco mobile come in figura.



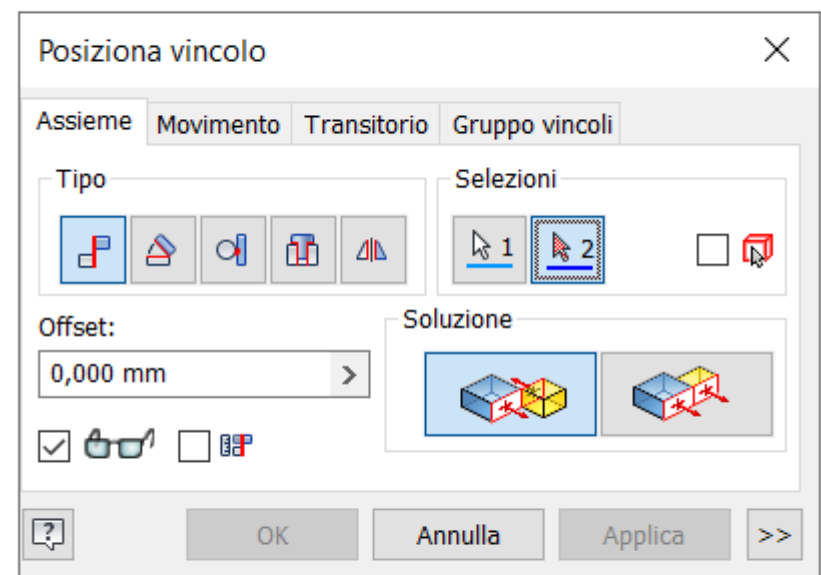
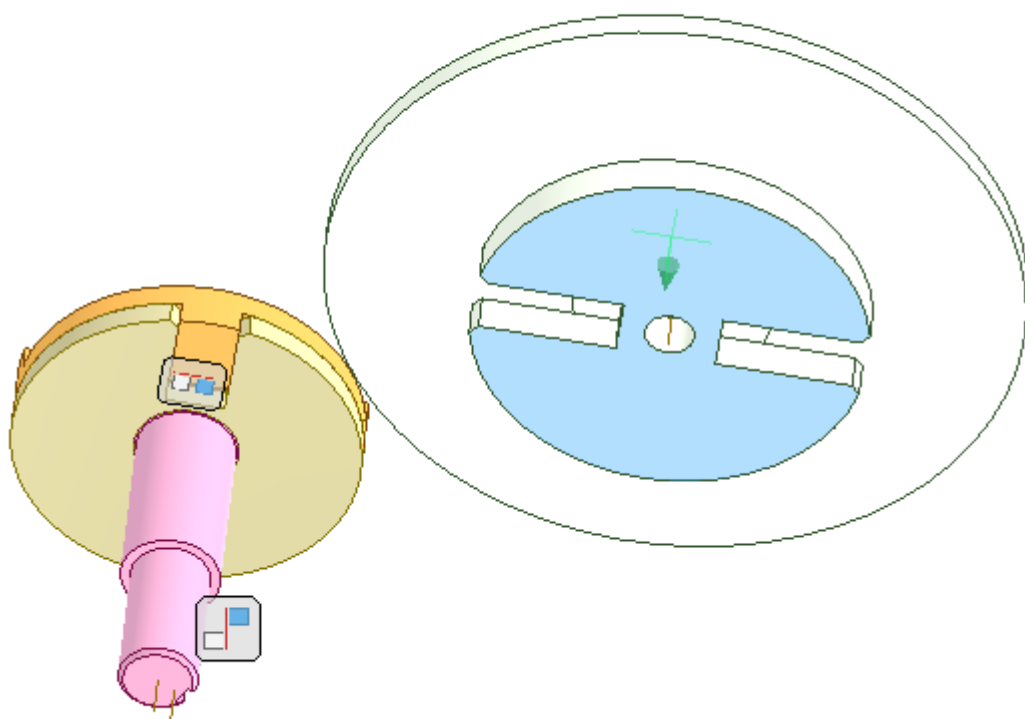
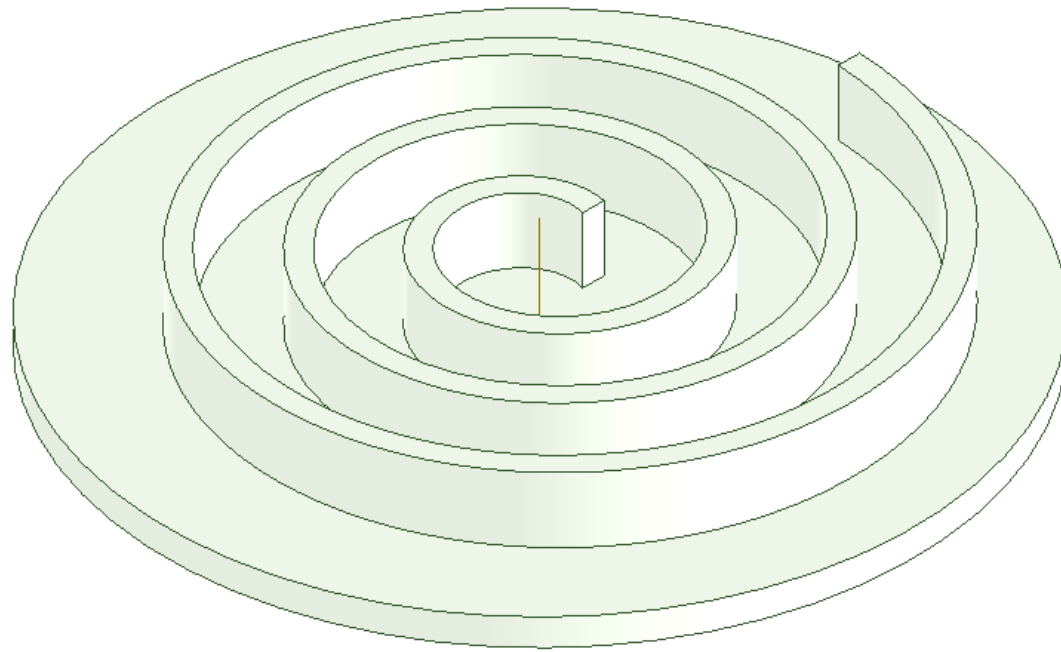
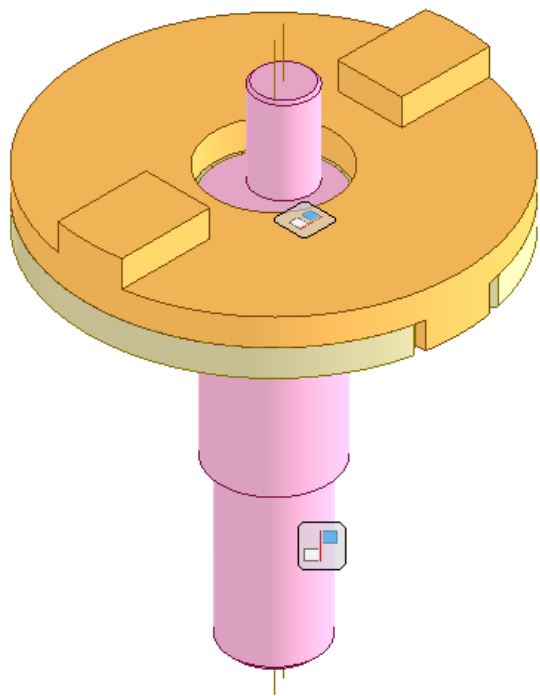
Rendere adiacente la superficie del disco mobile con quella del disco fisso.



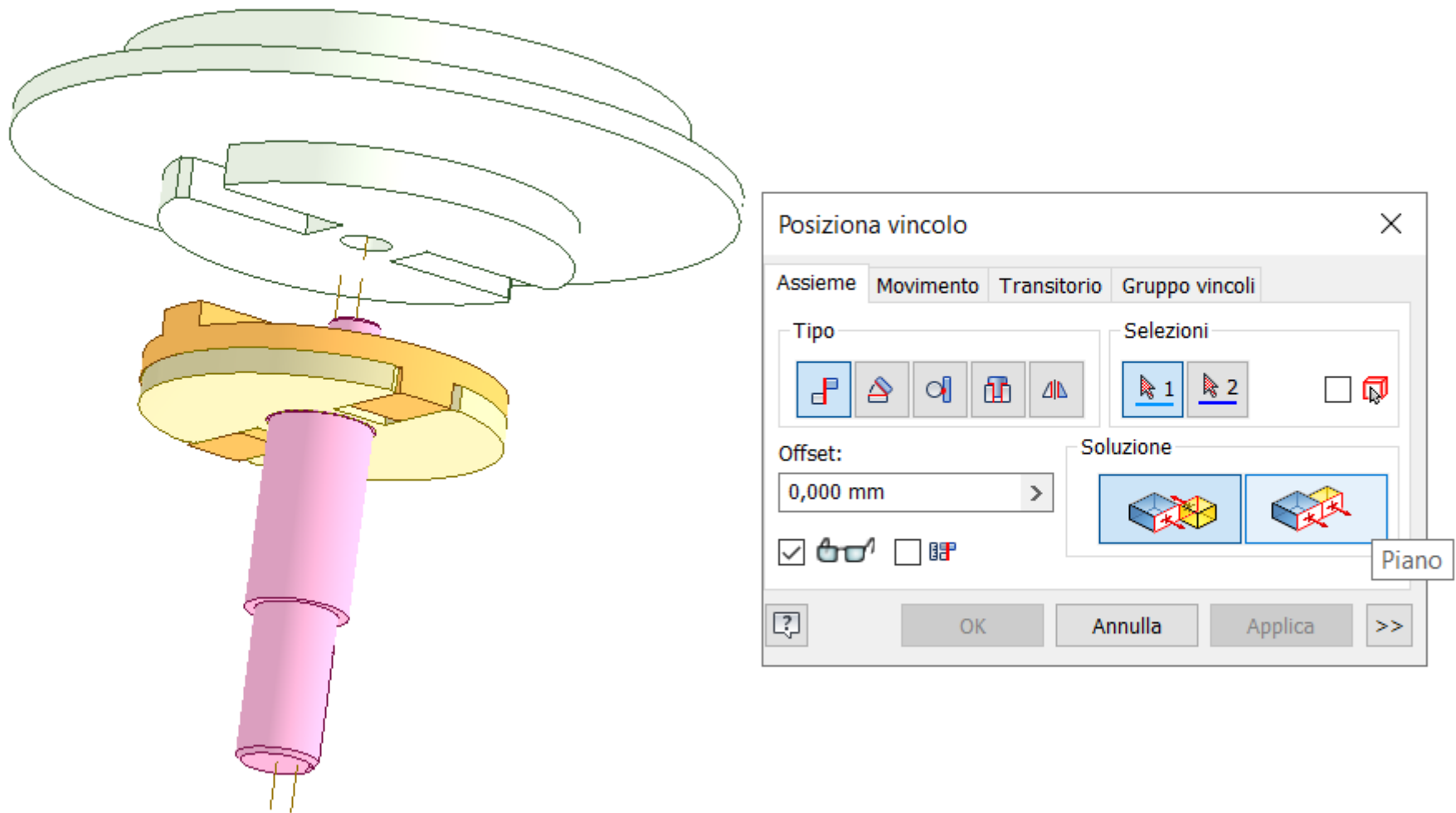


Verificate che il disco mobile scorra all'interno del disco fisso.

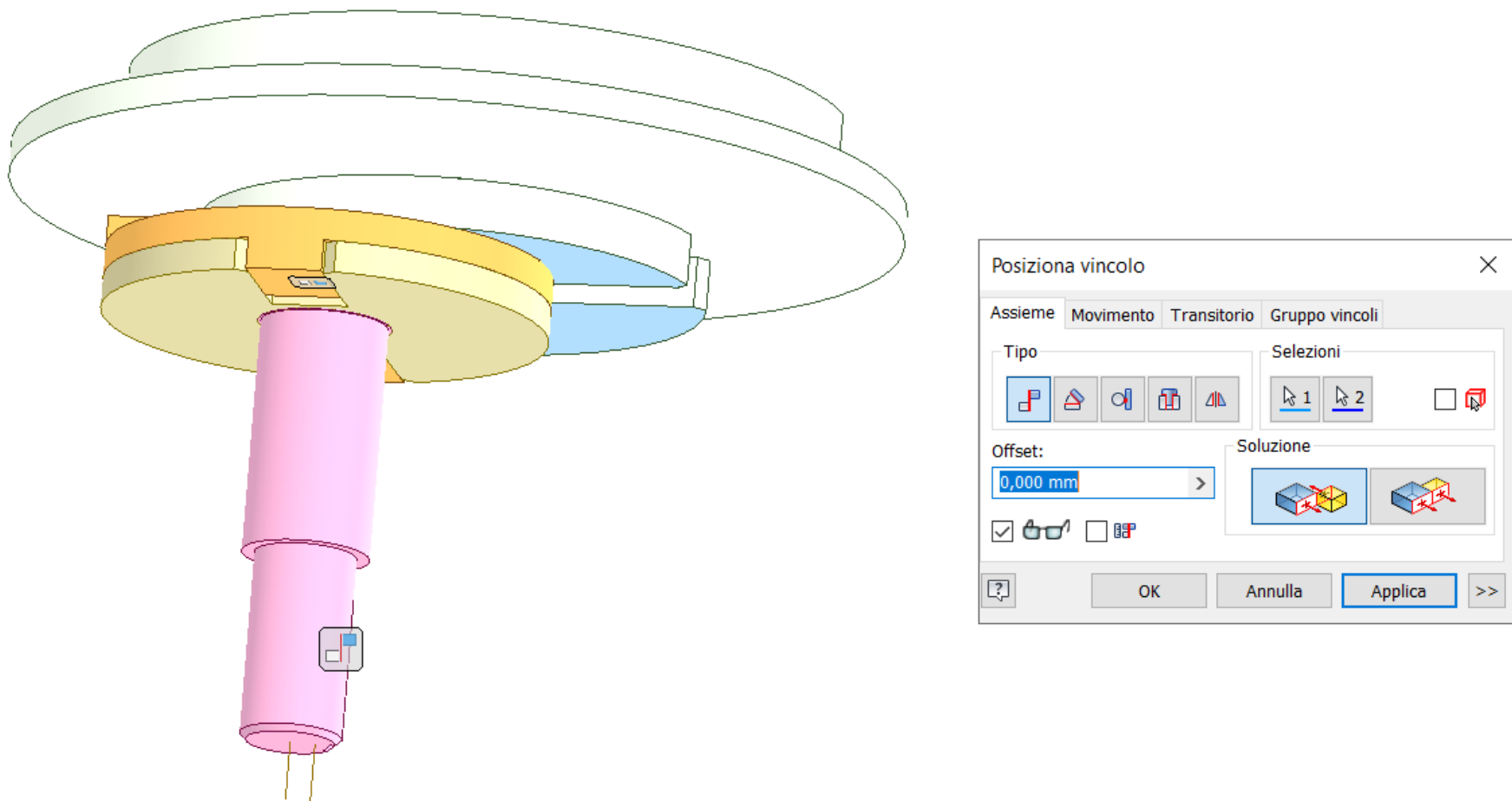
Posizionate il disco mobile con spirale come in figura.



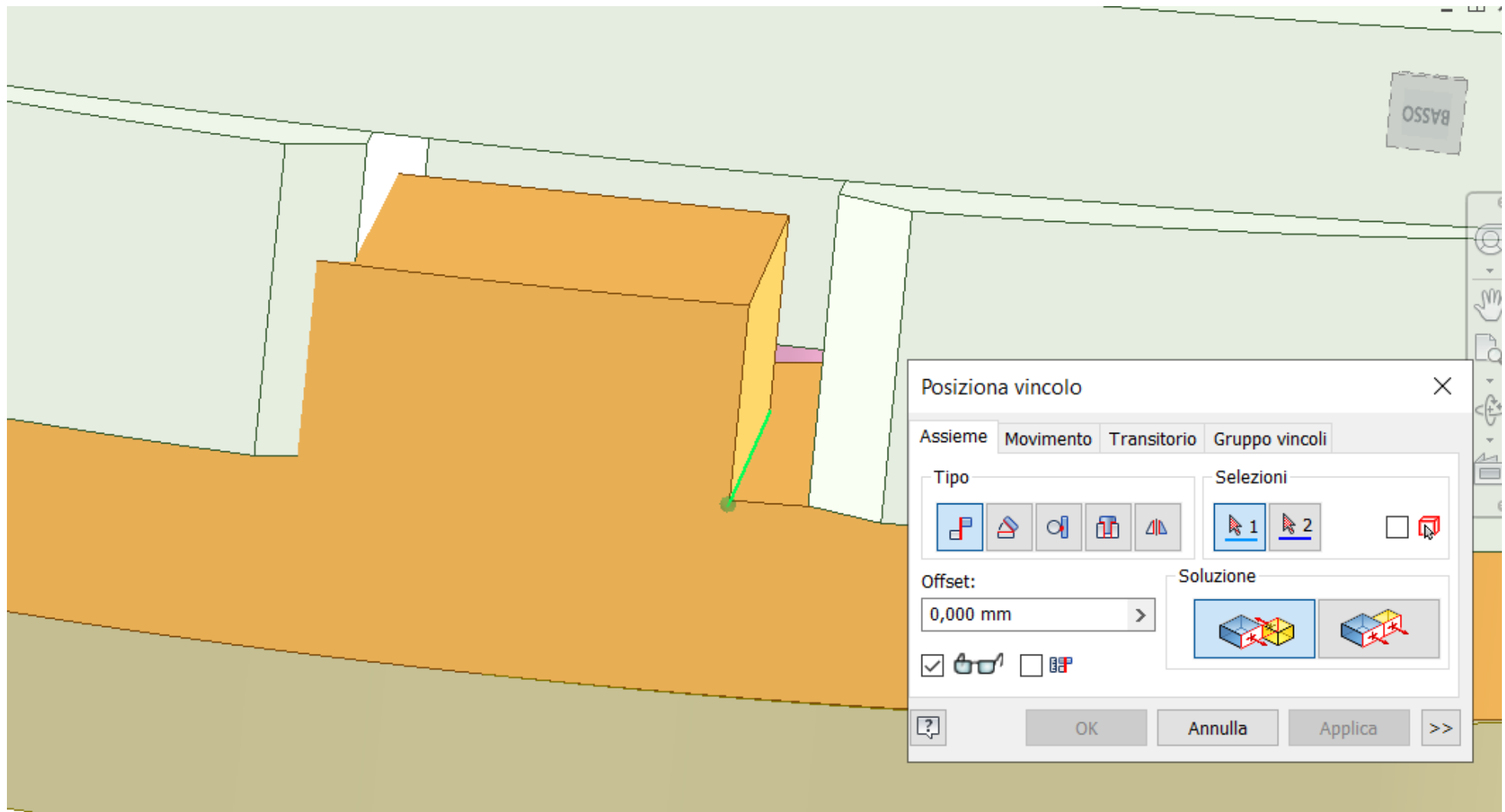
Rendere coincidenti l'asse del disco con spirale con l'asse del perno eccentrico.



Rendere la superficie del disco con spirale mobile planare con quella del disco mobile.

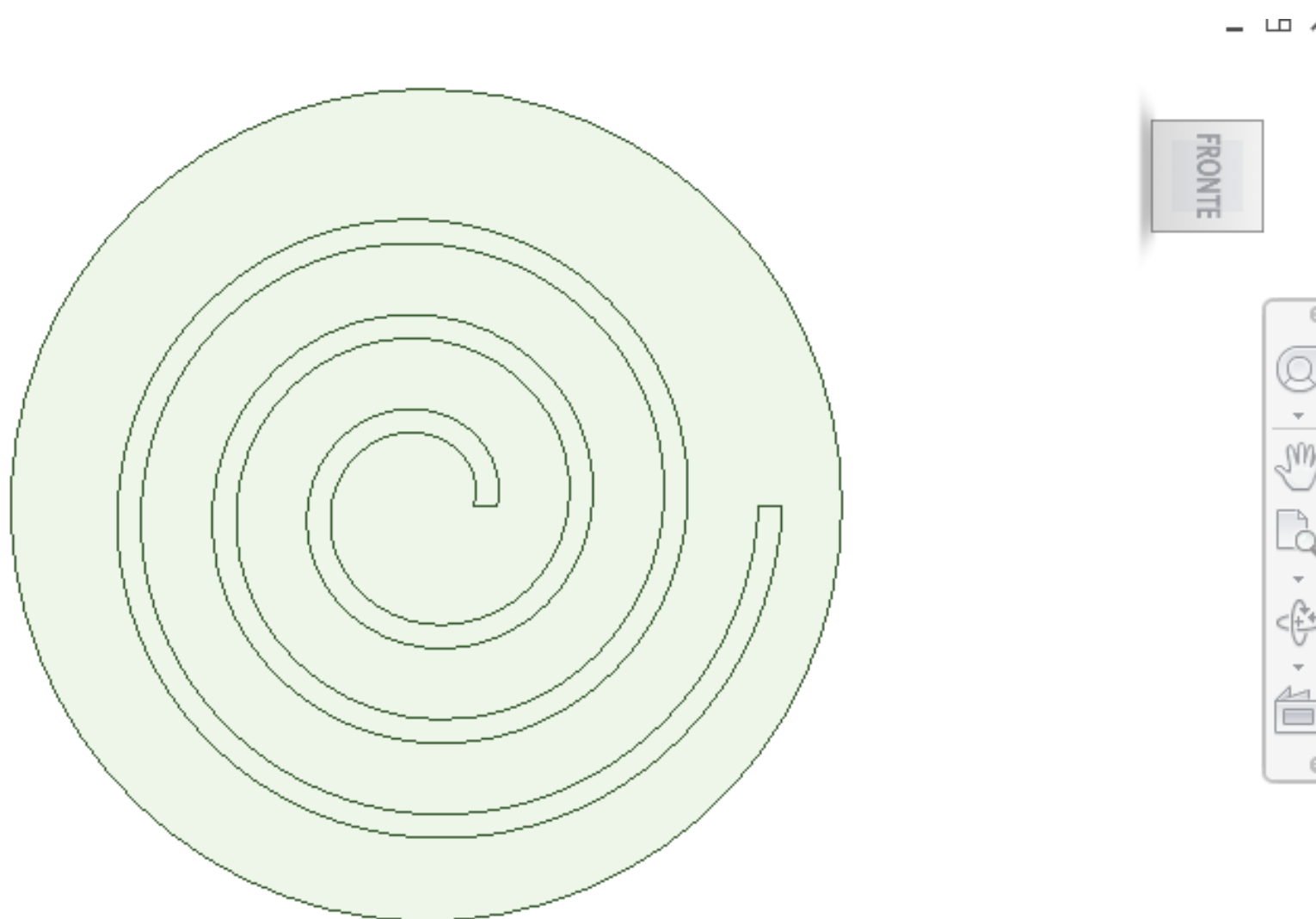


Rendere coincidente lo spigolo del disco con spirale con quello del disco mobile come in figura per garantire lo scorrimento relativo.



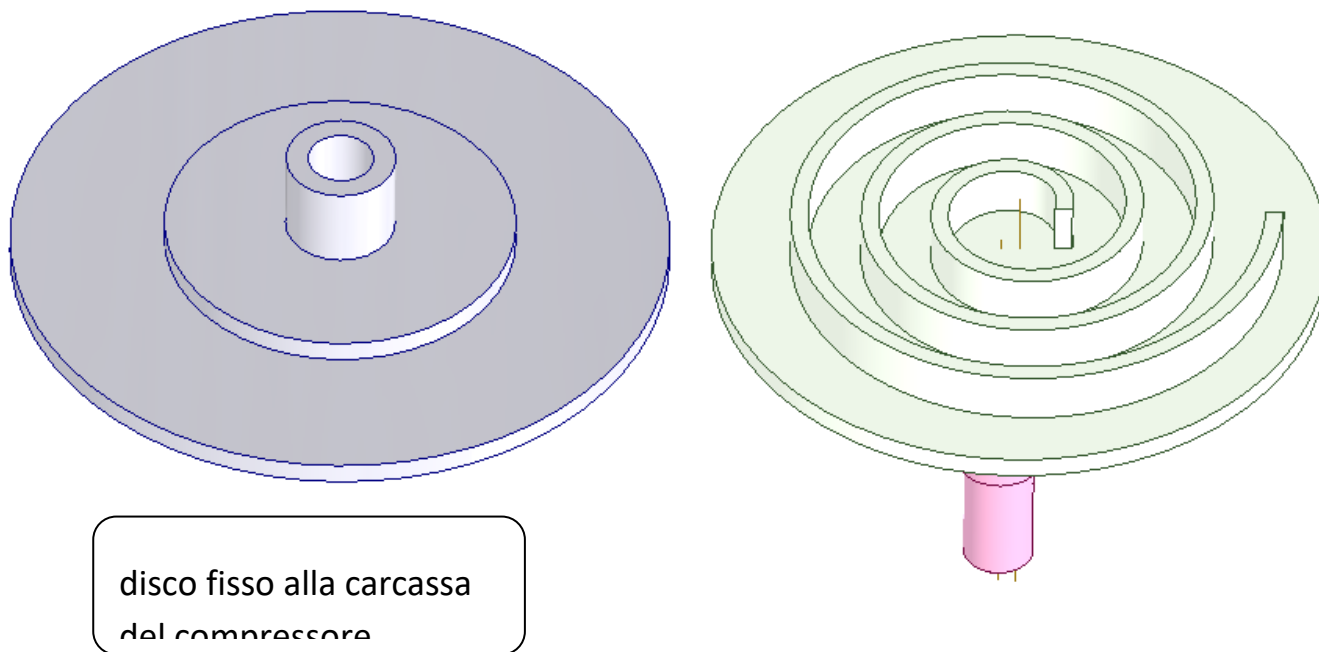
Verificate che ruotando l'albero il disco con spirale ruoti rispetto all'asse.

Allineate l'assieme come in figura.

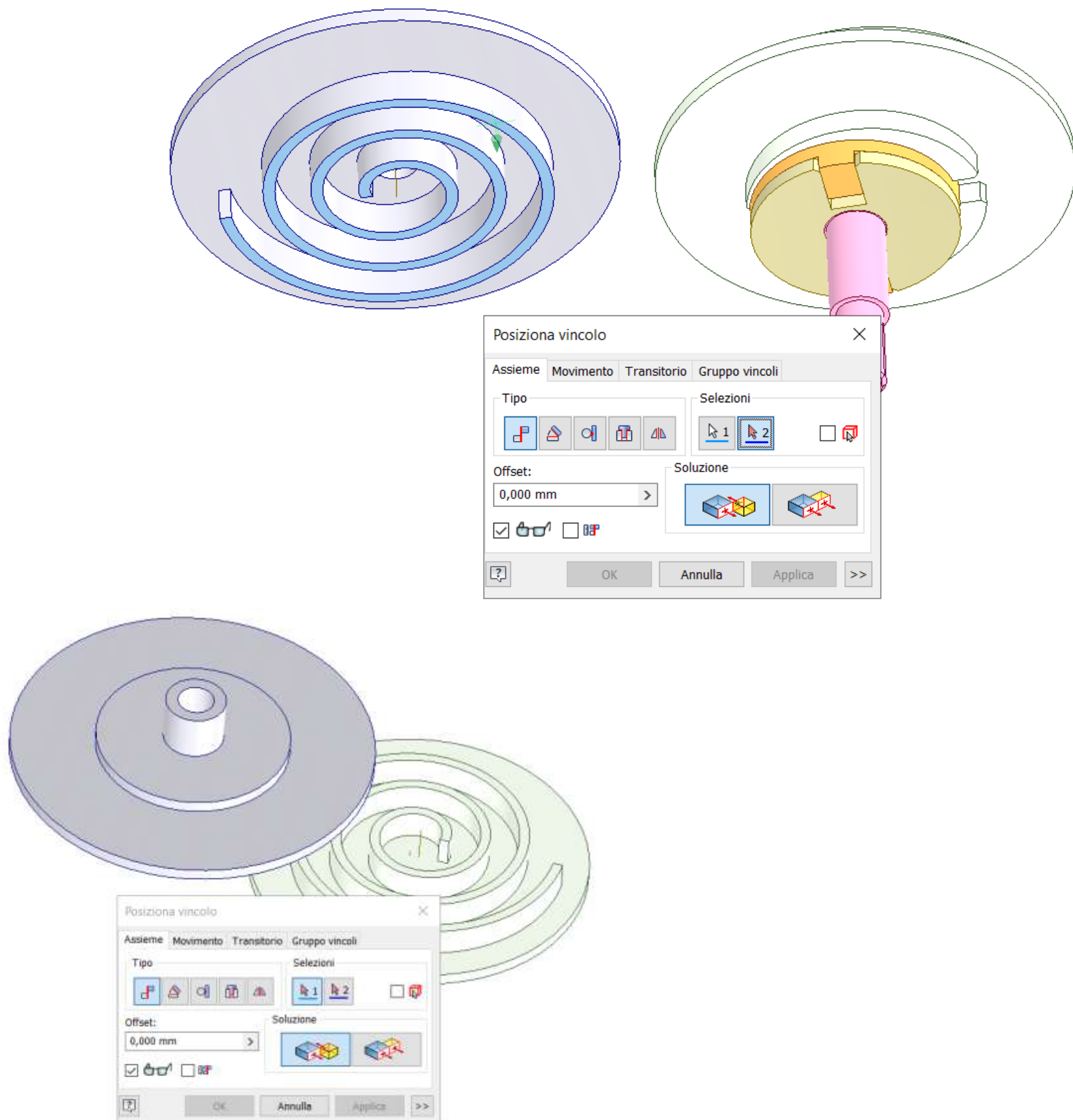




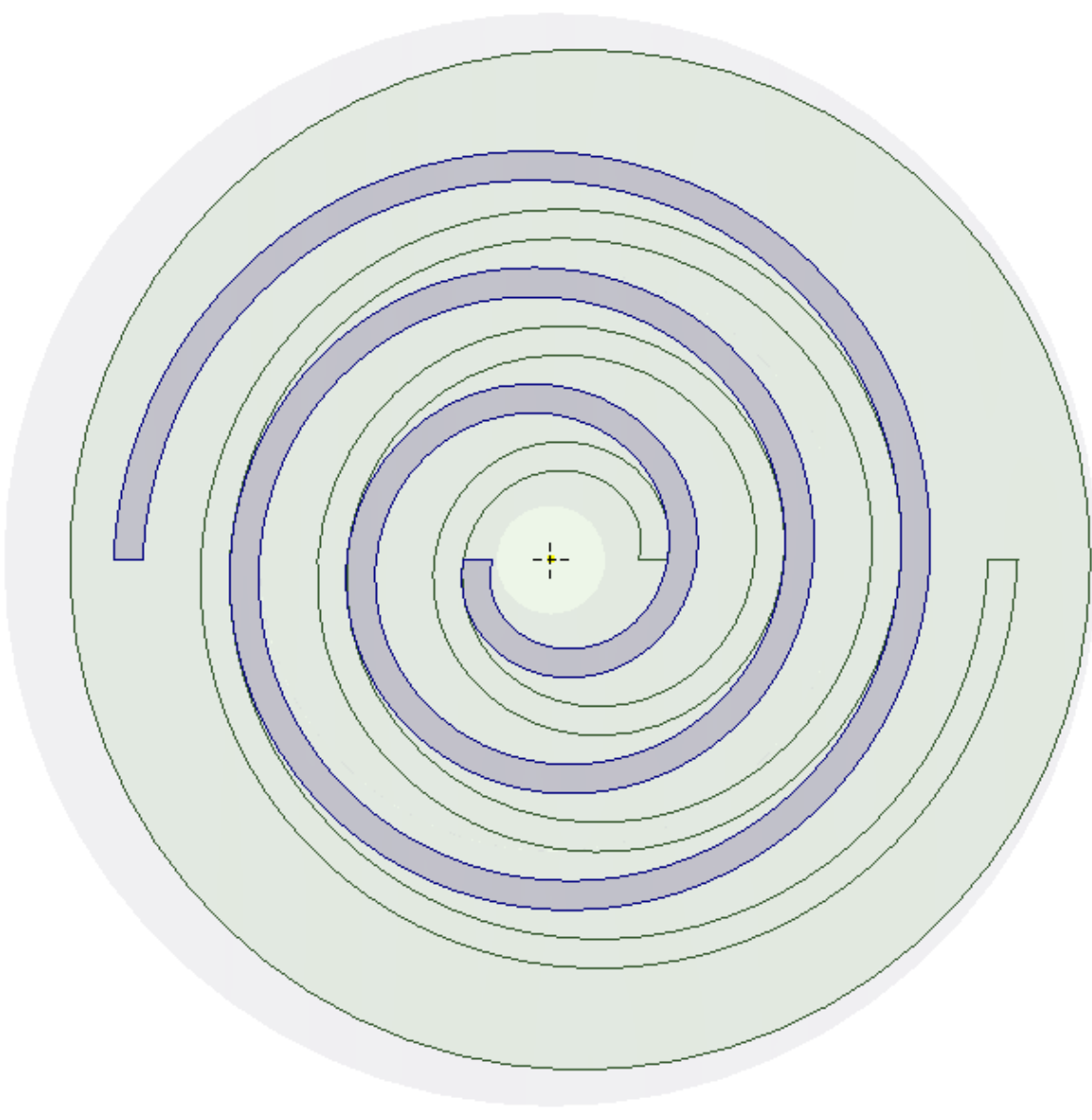
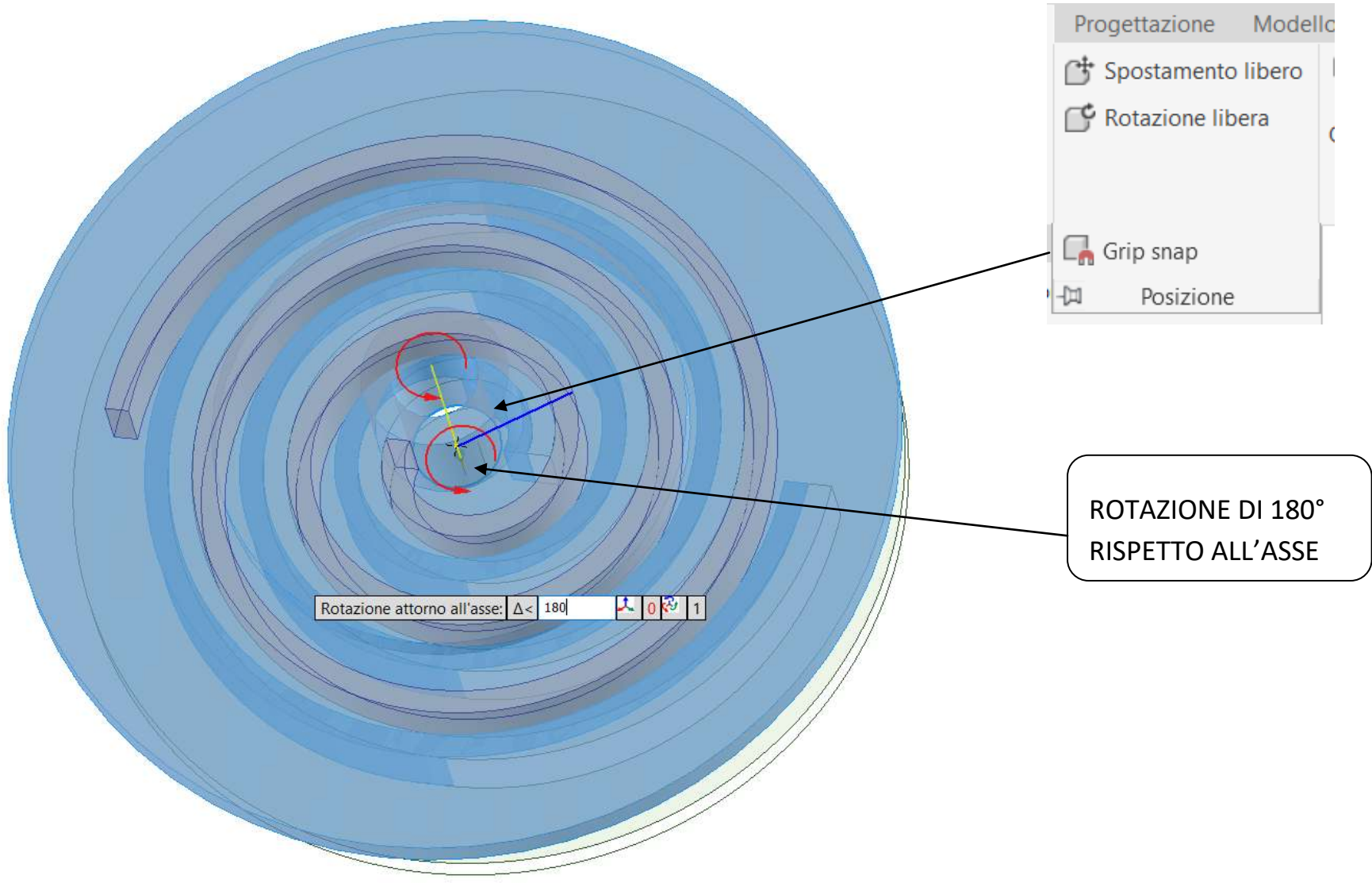
Posizionare il disco fisso con spirale nell'assieme con la spirale come in figura.



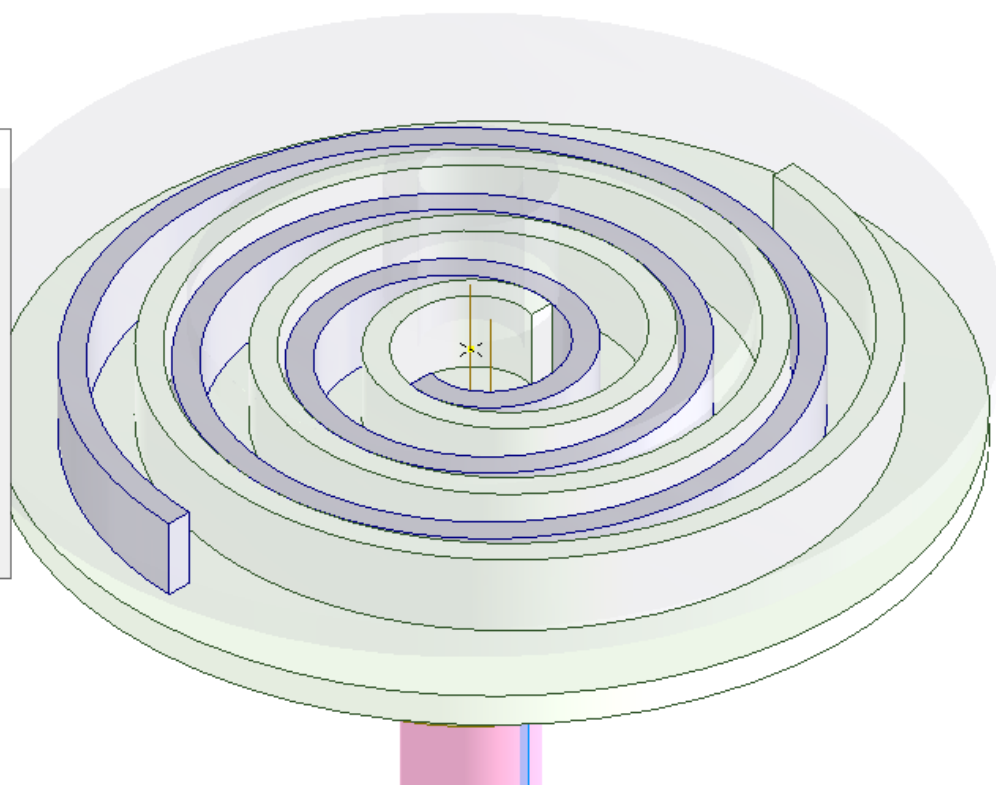
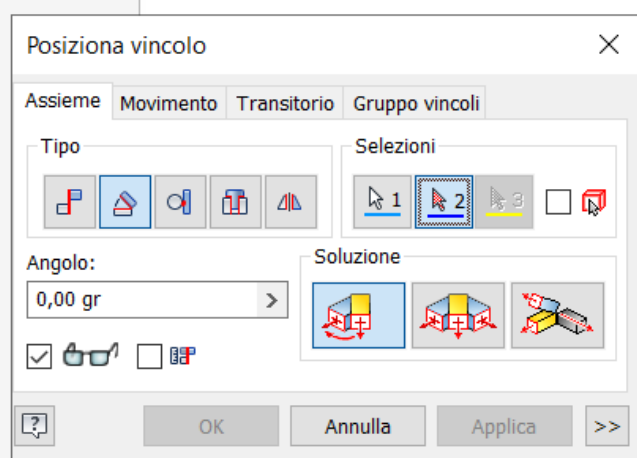
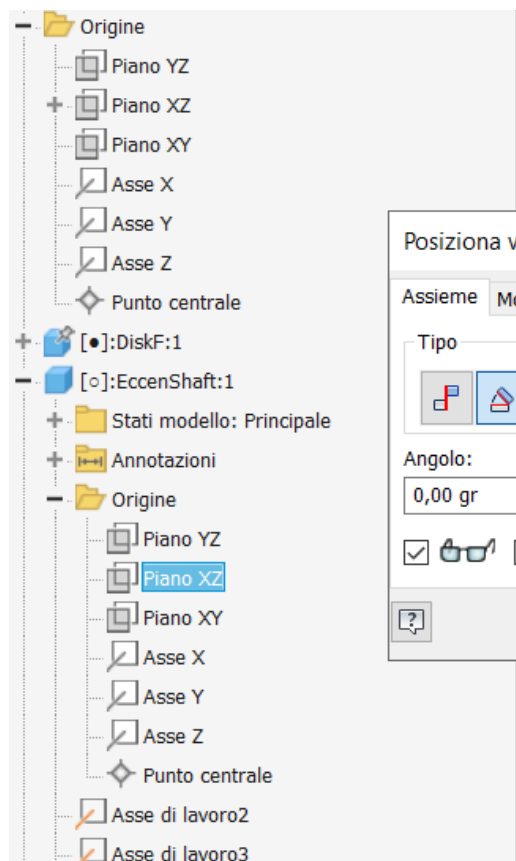
Rendere la superficie della spirale del disco fisso coincidente con la superficie del disco mobile.



Ruotare il disco con spirale di 180° in modo che sia allineato come in figura e poi BLOCCATELO.



Inserite un vincolo angolare fra il piano XZ dell'albero e



quello dell'origine.

Animate il vincolo angolare e verificate che l'animazione della cinematica funzioni correttamente.

