

Anno Accademico 2024/25

Bioreattori: Guida Solidworks

Prof. Giovanni Putame

Simone Canegallo

SOMMARIO

Lezione 1: estrusione/taglio.....	2
Lezione 2.....	4
Pezzo 1: raccorda, smussa, materiale, aspetto.....	4
Pezzo 2: estrusione in rivoluzione.....	6
Pezzo 3: estrusione con sweep.....	6
Lezione 3.....	8
Pezzo 1: schizzo 3D.....	8
Pezzo 2: spirale.....	9
Pezzo 3: geometrie di riferimento.....	10
Pezzo 4: o-ring.....	12
Pezzo 5: estrusione con loft.....	13
Lezione 4.....	14
Assieme 1: vincoli, fori.....	14
Lezione 5.....	Error! Bookmark not defined.
Disegni.....	Error! Bookmark not defined.

LEZIONE 1: ESTRUSIONE/TAGLIO

Per prima cosa si crea uno **schizzo**, al quale verrà poi associata una funzione. Si definiscono le dimensioni della figura con la funzione **quota intelligente**, in modo da ottenere un sistema totalmente definito.

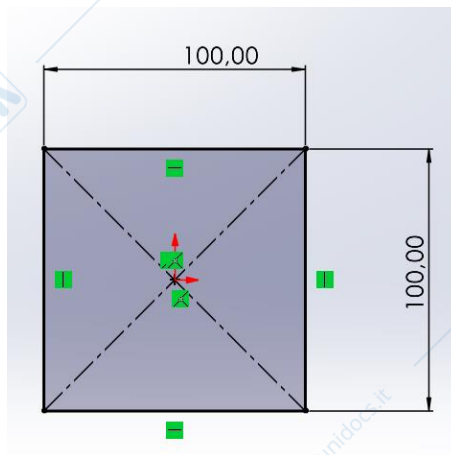


Figura 1 - Schizzo e quote

Per passare dalla figura 2D a 3D si associa allo schizzo la funzione di **estrusione base**, che estrude linearmente uno schizzo o i contorni di schizzo selezionati in una o due direzioni per creare una funzione solida.

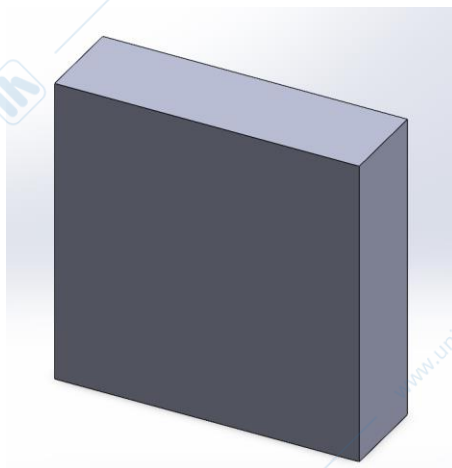
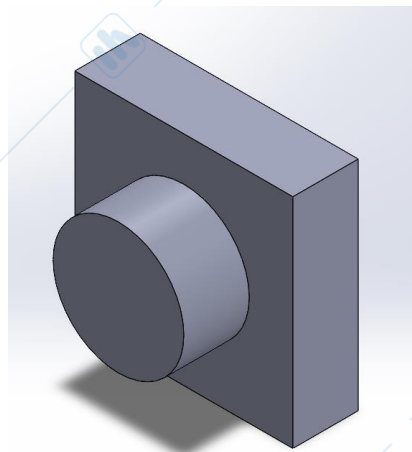


Figura 2 - Estrusione base

Creo un nuovo schizzo sulla faccia frontale del parallelepipedo, disegno una circonferenza ed estrudo.



Per svuotare il pezzo così ottenuto si utilizza la funzione di **taglio estruso**, che taglia un modello solido estrudendo un profilo di schizzo in una o due direzioni. Creo quindi il profilo di schizzo che voglio svuotare e utilizzo la funzione taglio estruso.

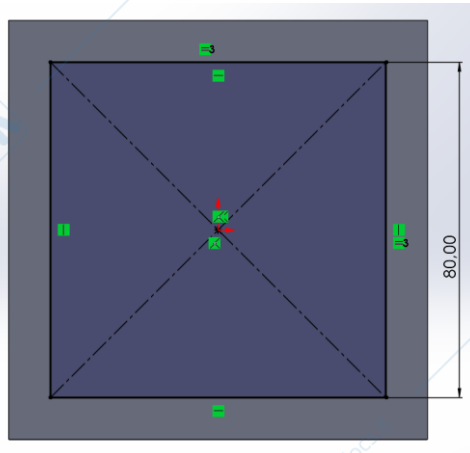


Figura 3 - Profilo di schizzo

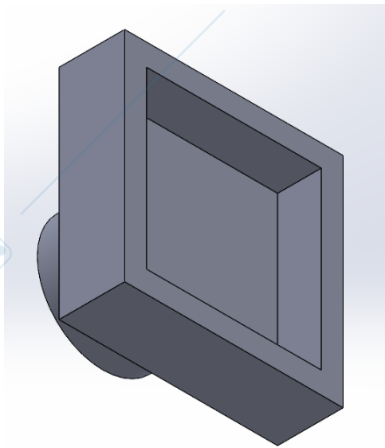


Figura 4 - Taglio estruso

Ripeto lo stesso procedimento per svuotare il cilindro. Nelle opzioni del taglio estruso, sostituisco l'opzione "cieco" con "passante": in questo modo, non serve specificare una lunghezza di taglio per passare la superficie da parte a parte, ma viene fatto in automatico dal software.

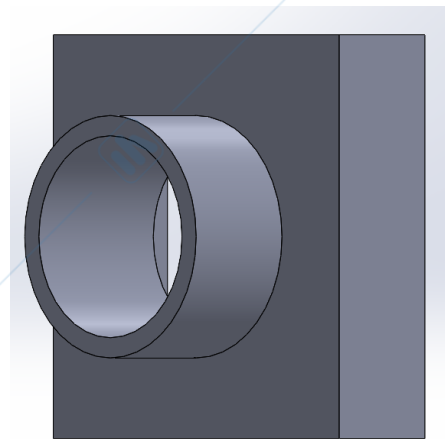
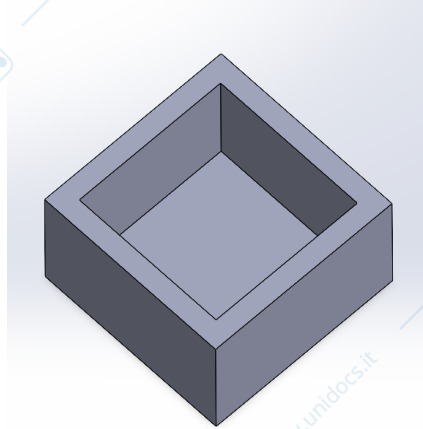


Figura 5 - Pezzo finito

LEZIONE 2

PEZZO 1: RACCORDA, SMUSSA, MATERIALE, ASPETTO

Seguendo i passaggi visti nella lezione precedente, realizzo un cubo cavo (estrusione + taglio).



Un pezzo di questo tipo, con spigoli vivi interni a 90°, non può essere realizzato per asportazione con frese o torni, siccome questi strumenti sono dotati di punte cilindriche (il problema non si pone se si utilizza la stampa 3D - .STL, formato standard da dare alla stampante). Inoltre, la presenza di spigoli vivi rende difficoltosa la pulizia del pezzo, favorendo quindi un accumulo di sporco e residui. Pertanto, è necessario raccordare questi spigoli. Per farlo si utilizza la funzione **raccorda**, che arrotonda i bordi selezionati o l'intera superficie selezionata.

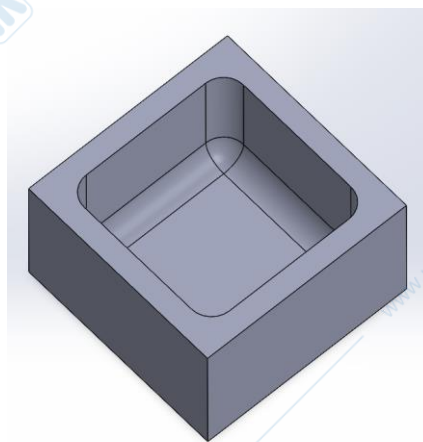


Figura 6 – Raccordo

Per eliminare gli spigoli vivi esterni, solitamente si utilizza la funzione **smussa**, che è simile al raccordo, ma al posto di utilizzare un raggio di raccordo, va a togliere lo spigolo vivo.

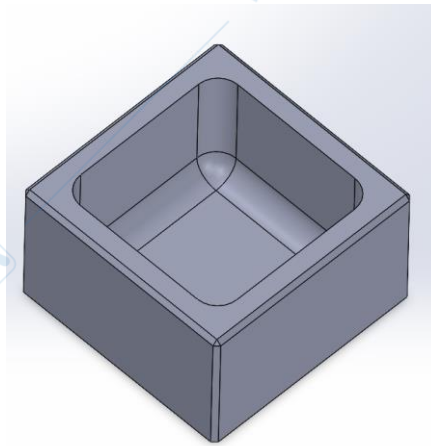


Figura 7 – Smusso

Nell'albero di progettazione c'è un'opzione per **assegnare un materiale** al pezzo. Ciò è utile perché ci consente di avere informazioni fisiche come peso, densità, volume ecc. Per visualizzare queste informazioni si deve andare nel tab **valutare** e selezionare "proprietà di massa".

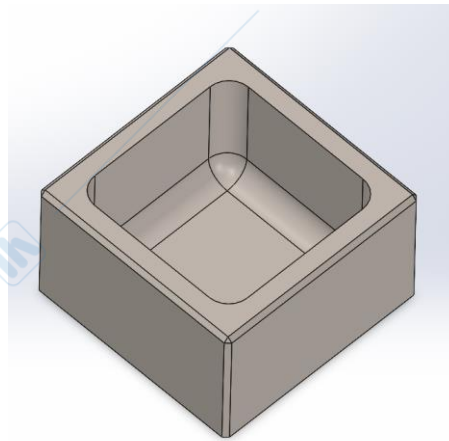


Figura 8 - Acciaio AISI 316L

È possibile anche **modificare l'aspetto del materiale**, cambiandone il colore o la trasparenza per rendere più leggibile l'assieme dei componenti. Per farlo basta cliccare con il tasto destro sull'origine dell'albero e scegliere l'opzione della sfera sullo shortcut.

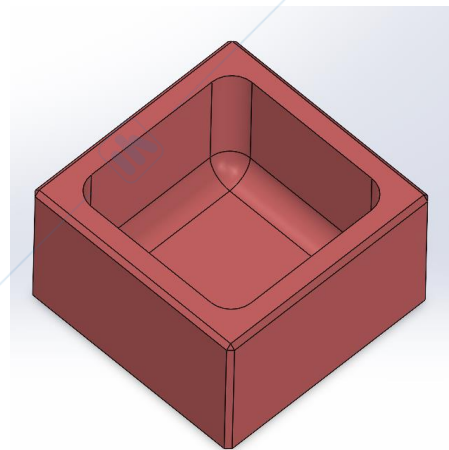


Figura 9 - Aspetto: cambio colore

PEZZO 2: ESTRUSIONE IN RIVOLUZIONE

La funzione di **estrusione in rivoluzione** è utile per creare dei pezzi assialsimmetrici, ovvero dei pezzi in cui posso identificare un asse principale attorno al quale il pezzo è simmetrico. Si crea un asse di riferimento attorno al quale deve ruotare lo schizzo e si disegna la sezione longitudinale del pezzo che si vuole far girare. Per poter usare la funzione lo schizzo deve essere chiuso e totalmente definito.

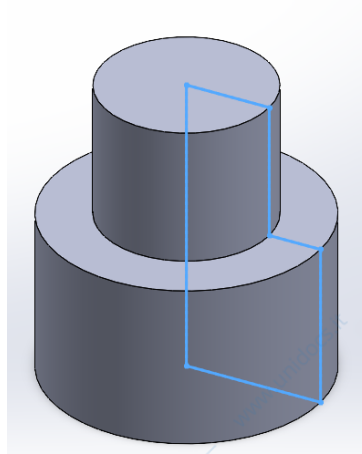
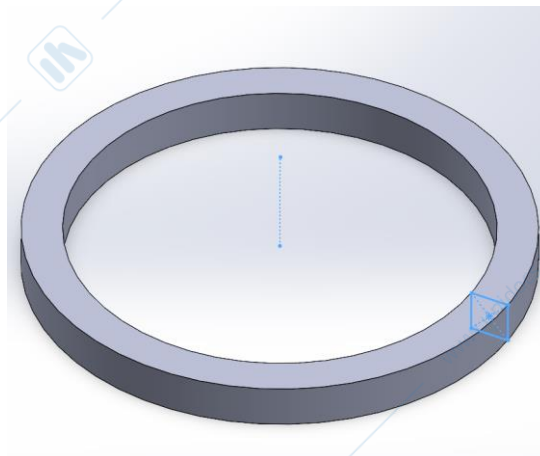


Figura 10 - Estrusione in rivoluzione

In questo caso come asse di riferimento si è utilizzato direttamente il lato della figura, ma si potrebbe anche definire un asse di riferimento attorno a cui farla ruotare, come mostrato nella figura sottostante.



Nell'ambito del corso, la funzione di estrusione in rivoluzione può essere usata per realizzare soffiotti, o-ring o alberi motore.

PEZZO 3: ESTRUSIONE CON SWEEP

Le funzioni di estrusione/taglio viste finora utilizzano un solo grado di libertà, ovvero mi consentono di agire in una sola direzione. Con questi strumenti sarebbe quindi difficoltoso realizzare dei pezzi più complessi, come ad esempio dei tubi ad "S", delle maniglie ecc. Si introduce quindi la funzione di **estrusione con sweep**, che utilizza una linea centrale (center line) e un profilo che viene estruso seguendo questa linea centrale.

Inizio con il creare la center line sul piano frontale. Con lo strumento "linea" traccio tre linee per formare una "S", poi uso "raccordo di schizzo" per arrotondare gli spigoli ed ottenere una "S" vera e propria.

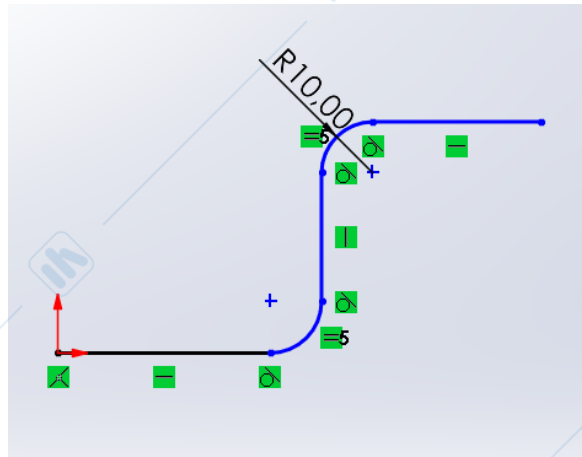


Figura 11 - Center Line

Procedo ora con il realizzare sul piano destro (lo realizzo qui perché è il piano perpendicolare a quello in cui ho tracciato la center line) il profilo che voglio estrarre seguendo questa center line.

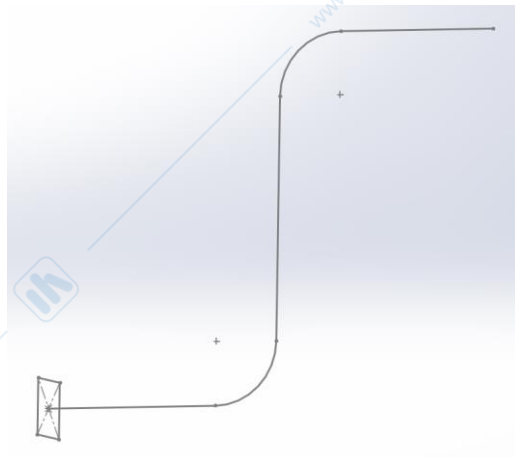


Figura 12 - Profilo quadrato

Si applica ora la funzione di estrusione con sweep.

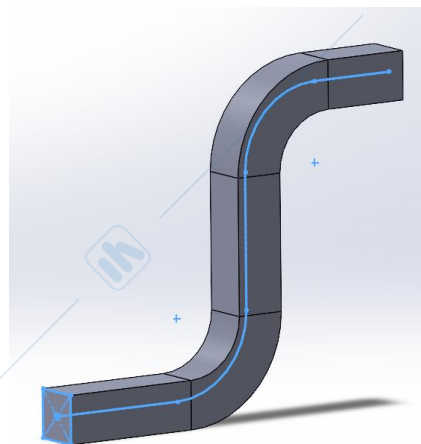


Figura 13 - Estrusione con sweep

Nell'elenco delle opzioni della funzione estrusione con sweep compare "funzione sottile", che ci consente di creare una geometria cava con uno spessore di parete che possiamo impostare.

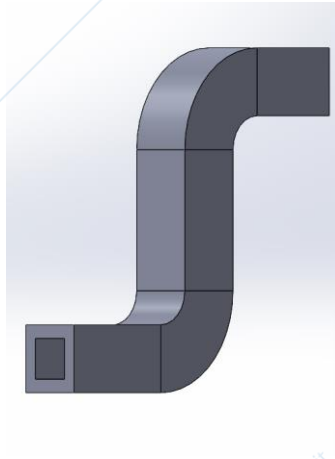


Figura 14 - Estrusione con sweep sottile

LEZIONE 3

PEZZO 1: SCHIZZO 3D

Gli schizzi possono anche essere realizzati in 3D, ovvero si possono tracciare delle linee che escono dal piano. Per fare ciò, dopo aver tracciato una linea, si deve ruotare la vista prima di tracciare la linea successiva. Per cambiare il piano su cui si vuole tracciare la linea basta premere il tasto "tab" della tastiera.

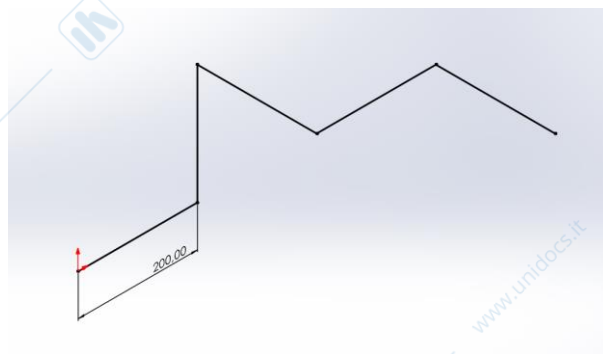


Figura 15 - Schizzo 3D

Posso poi utilizzare la funzione di raccordo per arrotondare lo spigolo a 90°.

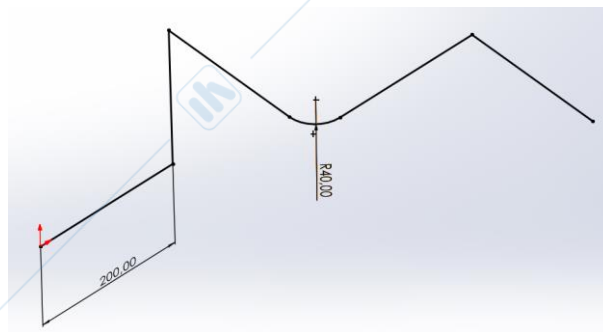


Figura 16 - Raccordo

Applico ora l'estrusione con sweep spuntando l'opzione di "profilo circolare".

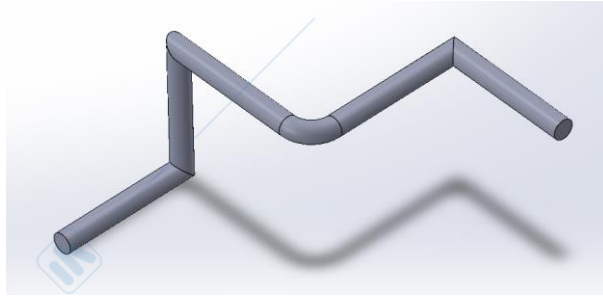


Figura 17 - Estrusione con sweep

PEZZO 2: SPIRALE

I pezzi a spirale possono essere utilizzati per realizzare delle molle o degli avvolgimenti di tubo, cosa che spesso si utilizza negli ossigenatori: infatti, esistono dei tubi per ricircolo del medium permeabili all'ossigeno. Per fare in modo che lo scambio di ossigeno attraverso i tubi sia sufficiente a portare avanti la coltura cellulare dobbiamo utilizzare un tubo di lunghezza adatta.

Per fare una spirale si seleziona l'apposita opzione presente nel tab "curve". In questo caso, seleziono il piano superiore perché voglio che la spirale si sviluppi lungo l'asse y. Si apre in automatico uno schizzo nel quale vado a disegnare una circonferenza con centro nell'origine. Uscendo dallo schizzo, il software apre automaticamente il menù relativo alla spirale. Definiti i parametri di interesse (passo e numero di rivoluzioni) si ottiene la spirale.

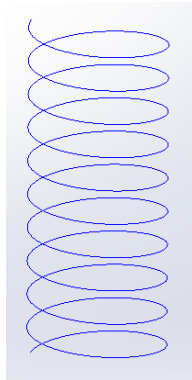


Figura 18 - Schizzo spirale

Applico l'estrusione con sweep spuntando l'opzione "profilo circolare".

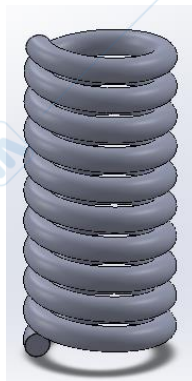


Figura 19 - Sweep della spirale

PEZZO 3: GEOMETRIE DI RIFERIMENTO

Per vedere come utilizzare le geometrie di riferimento (piano, asse, sistema di coordinate, punto) partiamo da un semplice cilindro.

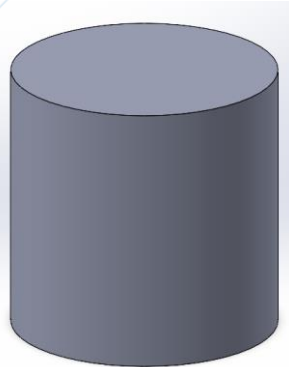


Figura 20 – Cilindro

Immaginiamo di dover praticare due fori su un cilindro: uno perpendicolare all'asse principale del cilindro e l'altro inclinato di 45° rispetto al primo. In altre parole, voglio creare due fori che si incrociano al centro del cilindro con un angolo di 45° .

Partiamo dal primo foro. Poiché ho realizzato il cilindro nel piano superiore, mi sposto nel piano perpendicolare ad esso, ovvero nel piano frontale. Qui disegno una circonferenza, che poi andrò a tagliare per ottenere il foro desiderato.

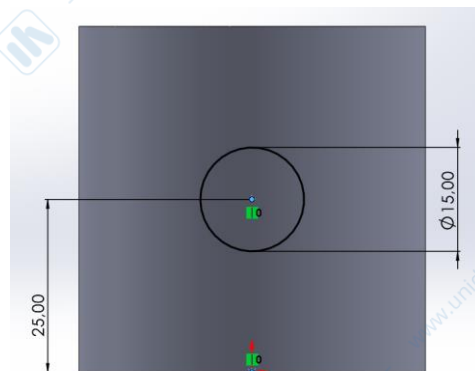


Figura 21 – Schizzo su piano frontale

Applicando la funzione di taglio estruso e selezionando l'opzione "passante - entrambi" ottengo il primo foro.

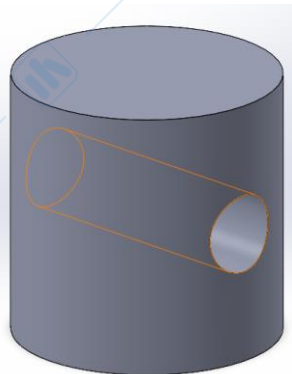


Figura 22 - Primo foro

Per creare il secondo foro, inclinato di 45° rispetto al primo, è necessario definire un piano inclinato di 45° rispetto al piano frontale, ovvero quello su cui è stato disegnato il primo foro. Per fare ciò, seleziono l'opzione "piano" nel menu delle geometrie di riferimento e poi inserisco le seguenti opzioni.

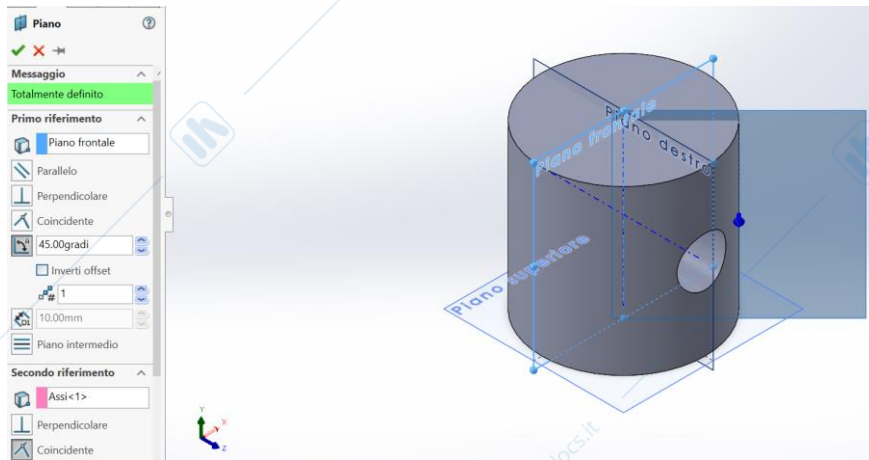


Figura 23 - Piano a 45°

Definito il nuovo piano procedo come prima: disegno una circonferenza e uso la funzione taglio estruso.

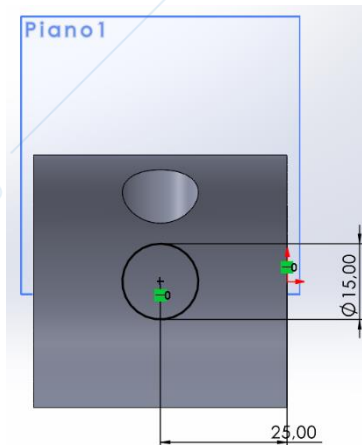


Figura 24 - Schizzo su piano a 45°

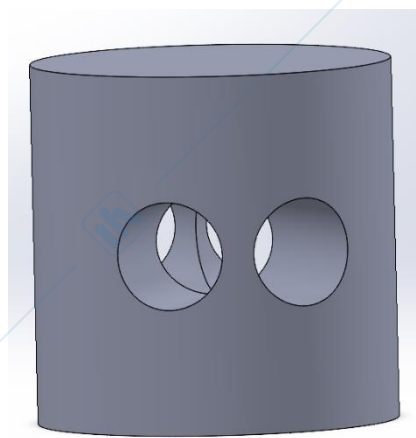


Figura 25 - Secondo foro

PEZZO 4: O-RING

Un aspetto fondamentale da considerare durante la progettazione di un sistema è la sua tenuta idraulica. Il componente principale per garantire una buona tenuta idraulica è la guarnizione. Tra le varie tipologie di guarnizioni, gli o-ring sono tra i più comuni e sono così chiamati per la loro forma ad anello. Generalmente realizzati in materiale siliconico (gomma), gli o-ring sono caratterizzati da tre parametri: diametro interno, diametro esterno e il diametro della sezione. I più semplici sono a sezione circolare, ma esistono anche varianti con sezioni a "X" o a "V", destinate ad applicazioni particolari.

I sistemi di tenuta possono essere statici o dinamici. Il nostro sistema sarà a tenuta statica, il che significa che non ci sarà alcun movimento relativo tra i due componenti che devono essere accoppiati. Ad esempio, se devo accoppiare due componenti forati, procederò avvitantoli in modo che i fori coincidano, consentendo il passaggio del fluido senza perdite. In questo caso, si tratta di una tenuta statica, e l'obiettivo principale è evitare che il fluido fuoriesca durante il passaggio attraverso i fori.

La tenuta statica può essere di due tipi:

- **Assiale:** i due componenti sono avvicinati faccia a faccia e l'o-ring viene schiacciato lungo l'asse.
- **Radiale:** un albero (un elemento cilindrico) viene inserito in un foro e l'o-ring, montato attorno al perno, viene schiacciato radialmente.

Nel caso del carico radiale, posso scegliere se montare l'o-ring sul perno centrale o lasciarlo posizionato nel foro. Per quanto riguarda il carico assiale, la differenza principale sta nella pressione generata dal fluido in movimento. Quando il fluido passa tra due componenti, l'o-ring è sollecitato dalla pressione che agisce dall'interno verso l'esterno, causando un'espansione verso l'esterno. Se il fluido tenta di entrare, la pressione agisce dall'esterno verso l'interno e l'o-ring si comprime.

Un aspetto cruciale per il corretto funzionamento dell'o-ring è che deve deformarsi per garantire una tenuta efficace. Questa deformazione avviene in una cava, che ha una lunghezza e un'altezza ben definite. La cava potrebbe presentare anche raccordi e una leggera pendenza delle pareti. Nel progetto, in prima battuta, la cava può essere approssimata come una sezione quadrata o rettangolare. È importante notare che, affinché l'o-ring possa deformarsi correttamente, l'altezza della cava deve essere inferiore al diametro della sezione dell'o-ring; altrimenti, l'o-ring non riuscirebbe a comprimersi abbastanza per garantire una tenuta adeguata.

Per accoppiare correttamente un o-ring con la cava, i produttori di o-ring forniscono tabelle specifiche che indicano le dimensioni appropriate da utilizzare.

Per realizzare un o-ring è sufficiente fare una semplice "estrusione in rivoluzione".

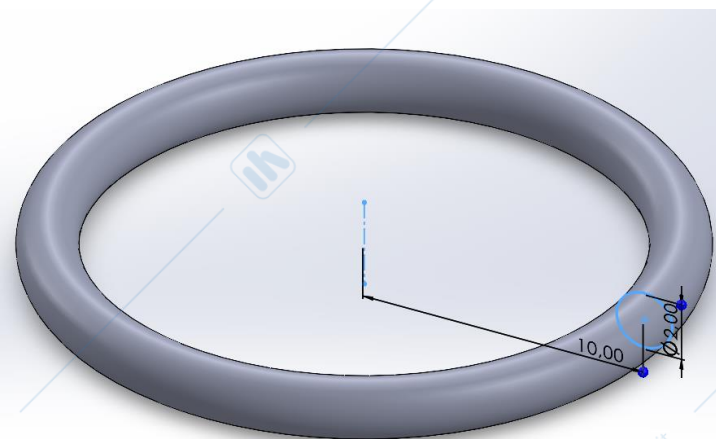


Figura 26 - O-ring

Un aspetto fondamentale durante la fase di assemblaggio è individuare l'asse utilizzato per l'estrusione (quello azzurro tratteggiato), poiché sarà utile quando dovrò inserire l'o-ring nella sua sede.

PEZZO 5: ESTRUSIONE CON LOFT

L'**estrusione con loft** permette di creare strutture con una sezione variabile, come un ugello. Questa funzione si basa sulla definizione di una serie di schizzi che rappresentano i diversi profili del solido.

Per iniziare, si realizza un primo schizzo, ad esempio una circonferenza, sul piano frontale.

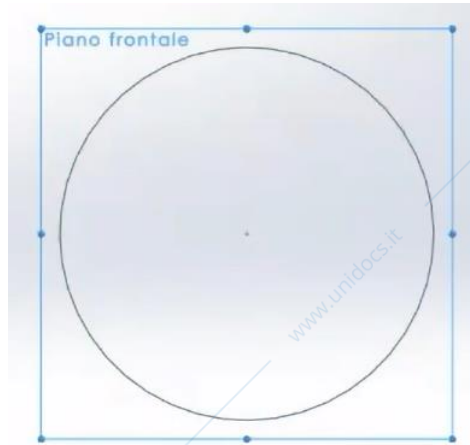


Figura 27 - Schizzo piano frontale

Dopo aver creato il primo schizzo, è necessario realizzare una serie di profili successivi. Per fare ciò, si accede a "geometrie di riferimento" e si tracciano piani paralleli al piano frontale, sul quale è stato disegnato il primo schizzo. Su questi piani paralleli si disegnano ulteriori schizzi, utilizzando geometrie diverse, come ad esempio una circonferenza di diametro ridotto.

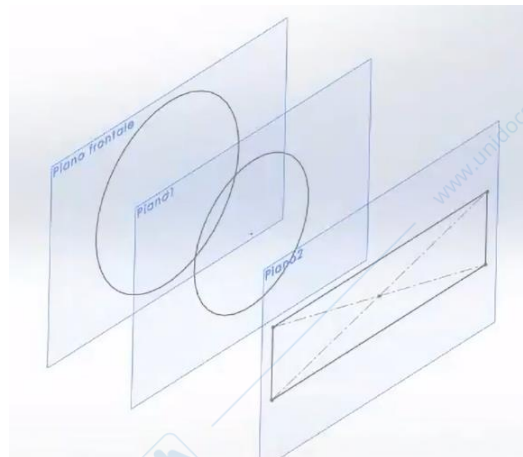


Figura 28 - Schizzi su piano 1 e 2

Dopo aver completato gli schizzi in serie, si applica l'estrusione con loft selezionando i profili in ordine: la circonferenza sul piano frontale, la circonferenza sul piano 1 e il rettangolo sul piano 2.

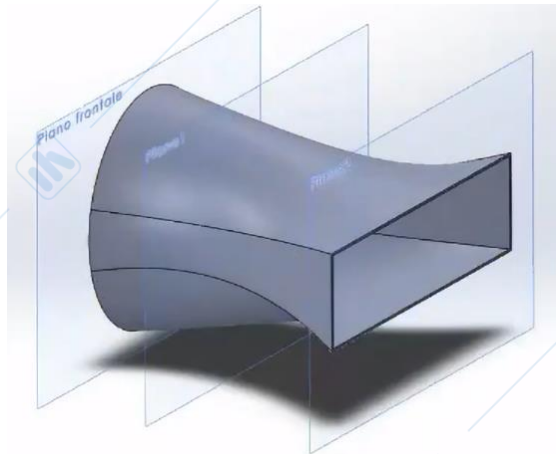


Figura 29 - Estrusione con loft

LEZIONE 4

ASSIEME: VINCOLI, FORI

Dopo aver definito le parti, ovvero i componenti del dispositivo da realizzare, posso assemblarle per creare il dispositivo completo. Le parti sono entità singole, costituite da volumi unici, che possono essere utilizzate più volte all'interno dell'assieme. Il primo componente aggiunto all'assieme viene fissato automaticamente per impostazione predefinita.

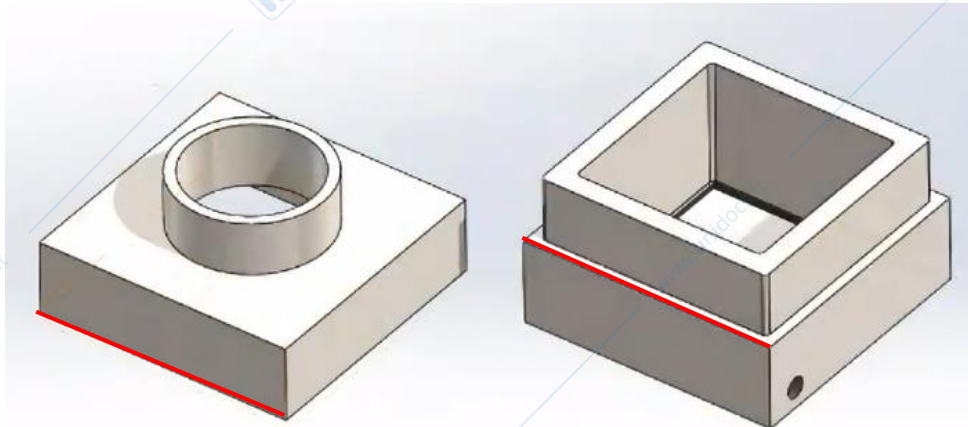


Figura 30 - Componente 1 a sinistra e componente 2 a destra

Per collegare tra loro due o più parti, è necessario applicare dei **vincoli**. Ad esempio, per chiudere la scatola, si può impostare che i bordi colorati siano coincidenti.

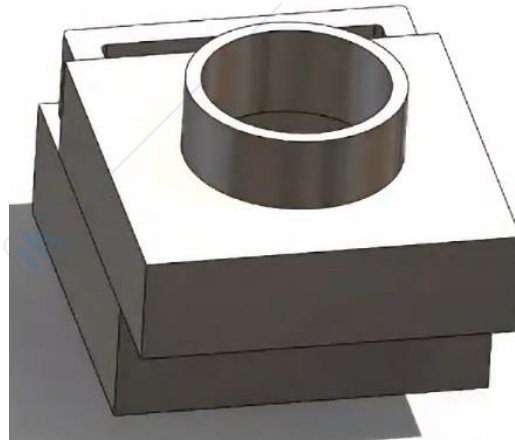


Figura 31 - Coincidenza 1

L'assieme risulta ancora sotto definito poiché non sono stati bloccati tutti i gradi di libertà: i componenti, infatti, possono ancora ruotare attorno al bordo e traslare lungo di esso. Per risolvere questo problema, posso impostare che le due superfici colorate siano coincidenti.



Figura 32 - Coincidenza 2

L'assieme risulta ancora sotto definito, poiché il coperchio può ruotare attorno all'asse. Tuttavia, non è obbligatorio che gli assiemi siano sempre completamente definiti. In questo caso, si può lasciare il coperchio libero di ruotare per simulare, ad esempio, il funzionamento di una cerniera.

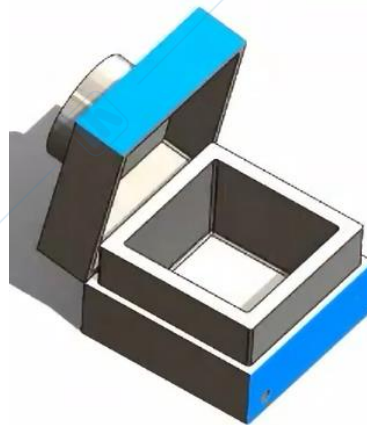


Figura 33 - Coincidenza 3

Se desideriamo vincolare completamente l'assieme, possiamo impostare le due superfici colorate come coincidenti, eliminando così ogni grado di libertà residuo

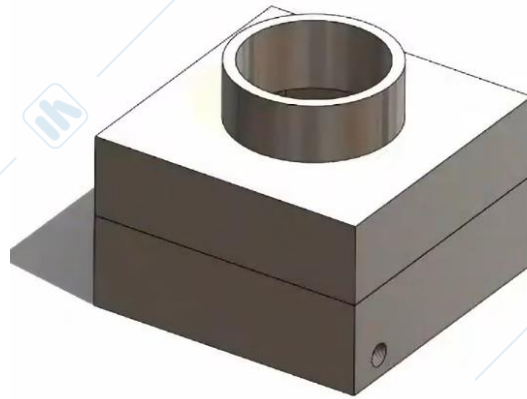


Figura 34 - Assieme totalmente definito

Una volta completato l'assieme, è possibile creare **fori** che attraversano più superfici. Si può selezionare la geometria del foro, lo standard ISO (ad esempio, M5), scegliere la superficie di riferimento su cui posizionare i fori e collocarli. È inoltre possibile decidere il tipo di foro, come fori passanti, fino a una superficie specifica o altre opzioni.

Se si sceglie di realizzare i fori fino a una superficie specifica, ad esempio quella interna della scatola, si ottiene il risultato mostrato nella figura seguente.

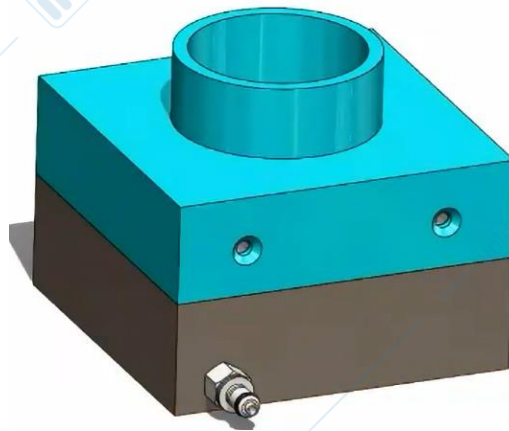


Figura 35 - Fori

Nota: Questa funzione viene applicata nel contesto dell'assieme, quindi non modifica i file delle singole parti, mantenendo l'integrità dei componenti originali.