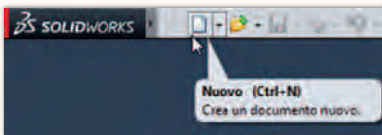


La modellazione di parti in SOLIDWORKS

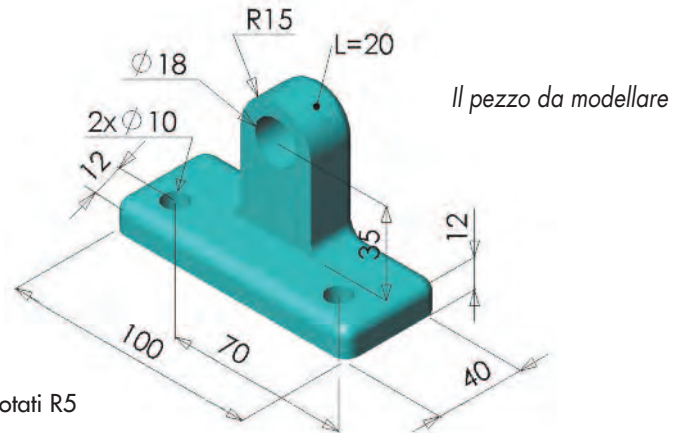
Si voglia modellare il pezzo in **figura 1**, con fori passanti e raccordi di raggio 5 mm.

Prima operazione da compiere è aprire un nuovo documento dal menu file o con l'icona opportuna.



Apparirà una delle due finestre di dialogo di **figura 2** nella quale viene selezionata l'opzione **Parte**.

Fig. 1



Raccordi non quotati R5

Fig. 2

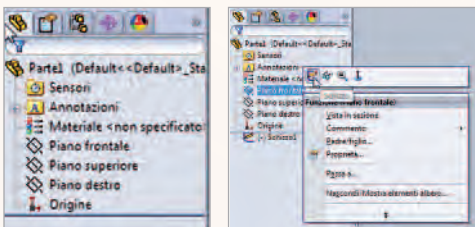
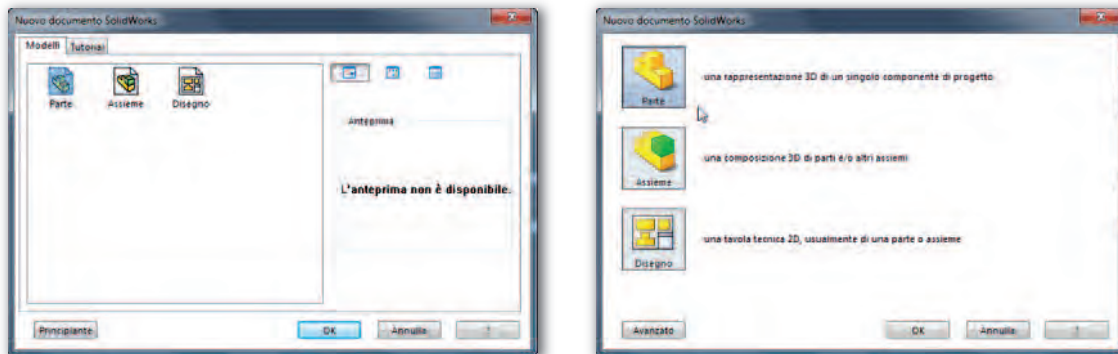
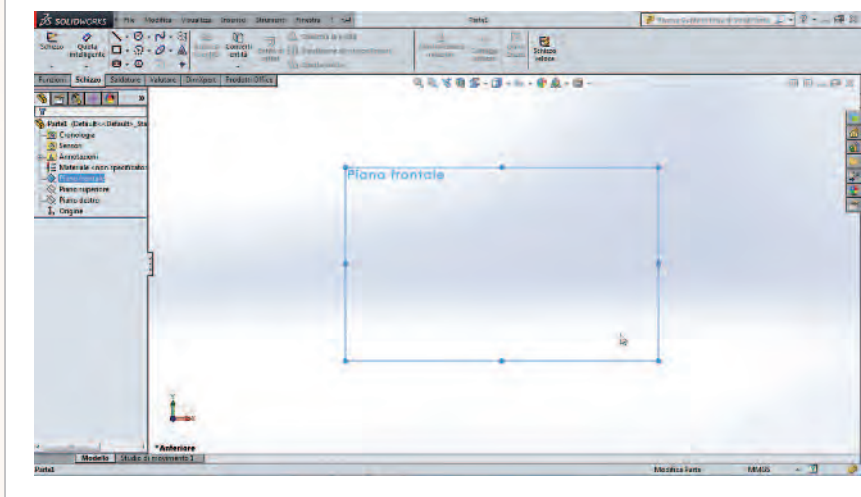


Fig. 3



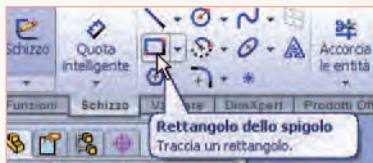
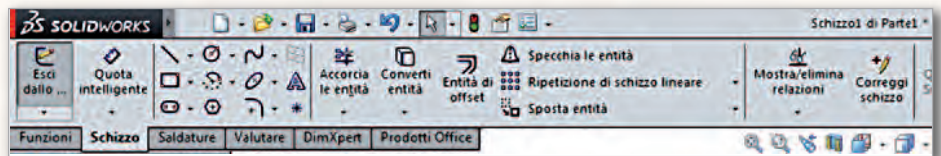
Si entra così nell'ambiente modellazione di parti, in cui a destra è presente l'area grafica e a sinistra l'albero delle *features*. Dall'albero denominato anche "*feature manager*" verrà scelto il piano in cui costruire lo schizzo del modello. Si supponga di scegliere il piano frontale (**fig. 3**).

L'ambiente "schizzo" viene aperto col tasto destro del mouse selezionando l'icona posta nella barra mobile degli strumenti.

Il piano di schizzo viene automaticamente ruotato in direzione normale.

Apparirà la barra degli strumenti che consente di selezionare con rapidità i comandi per lo schizzo.

Selezionare il comando **rettangolo** e disegnare un rettangolo nell'area grafica come in **figura 4**.

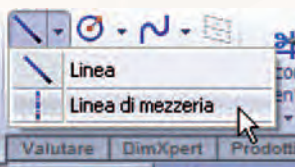
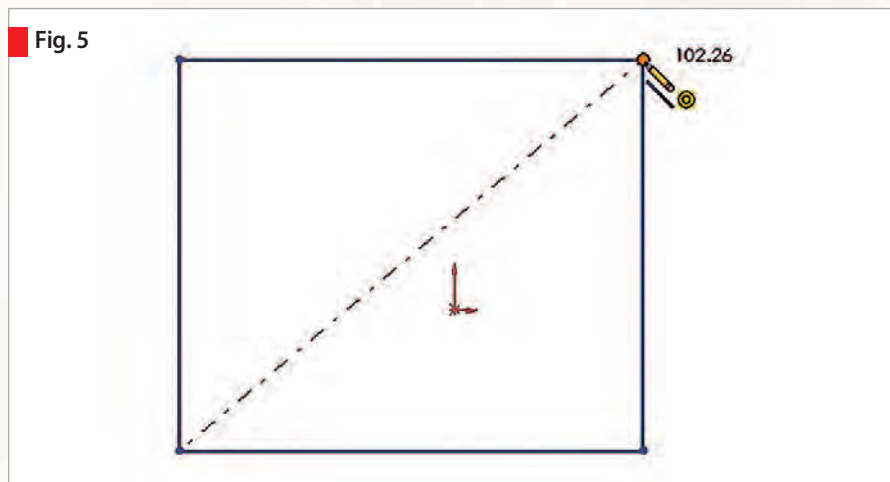
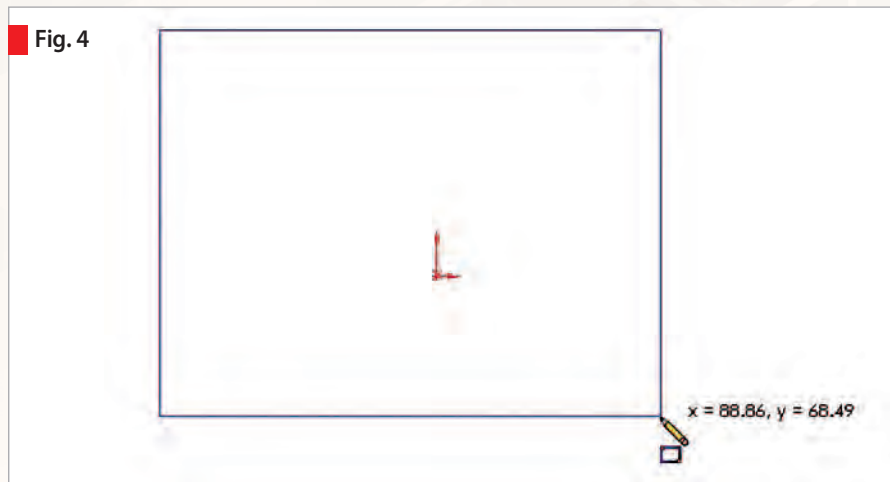


Il cursore apparirà come mostra la figura accanto.

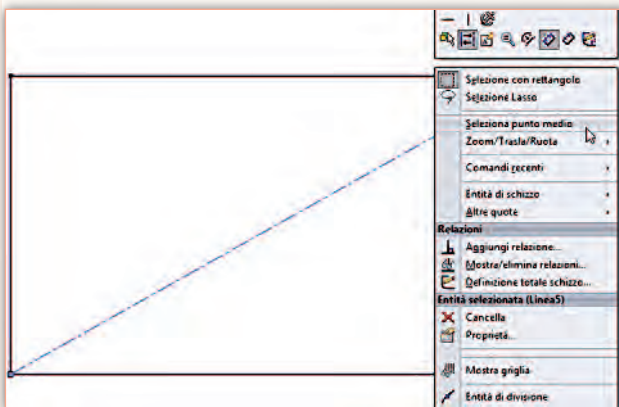
a) Cliccare in un punto qualsiasi dello schermo per iniziare a disegnare il rettangolo.

b) Trascinare il puntatore in basso a destra per definire la forma del rettangolo.

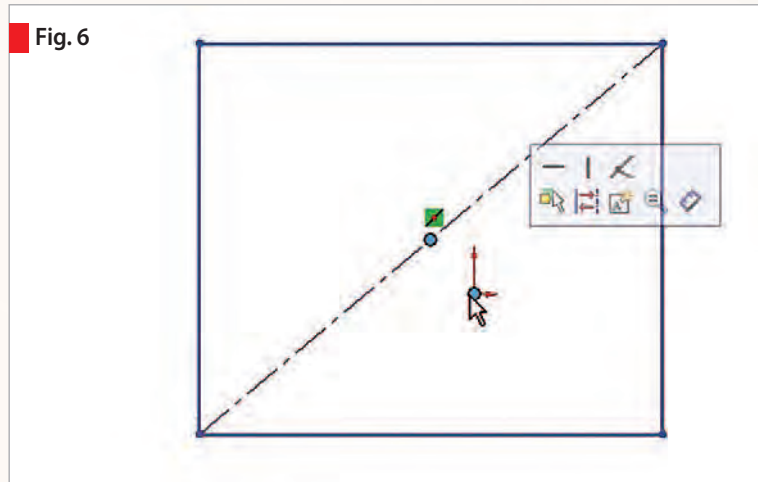
c) Una volta definito il rettangolo come desiderato, cliccare di nuovo sullo schermo.



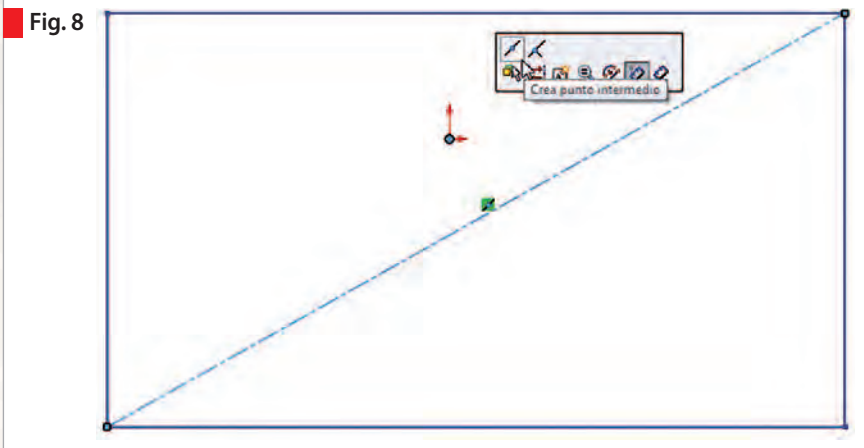
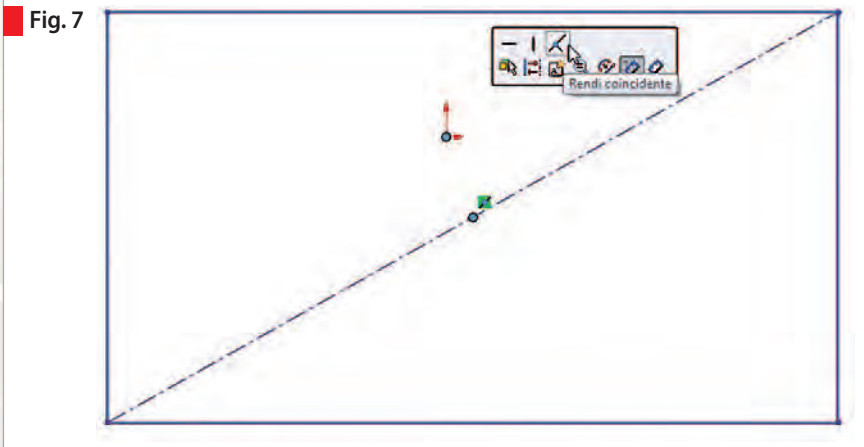
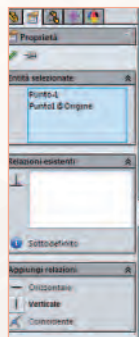
Il rettangolo può essere centrato rispetto all'origine con la seguente procedura: disegnare un linea di simmetria (selezionando l'icona opportuna) che congiunga i due vertici del rettangolo (**fig. 5**).



Col tastino destro sulla linea, selezionare "seleziona punto medio" nel menu a tendina. Tenendo premuto il tasto CTRL selezionare l'origine delle coordinate (**fig. 6**).



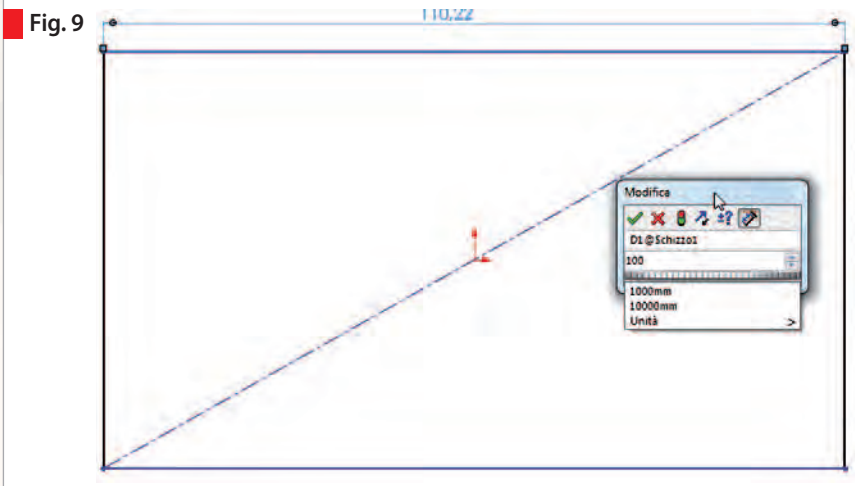
Nella finestra *proprietà* aperta selezionare la relazione “**coincidente**” (è possibile usare anche l'icona della finestra di pop-up); si vedrà l'allineamento del rettangolo come in **figura 7**.
In alternativa è possibile selezionare la linea di mezzeria e l'origine ed utilizzare la relazione punto intermedio (**fig. 8**).



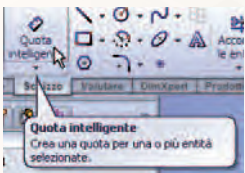
oppure

Lo stesso risultato poteva essere raggiunto col comando “rettangolo a punto centrale”.

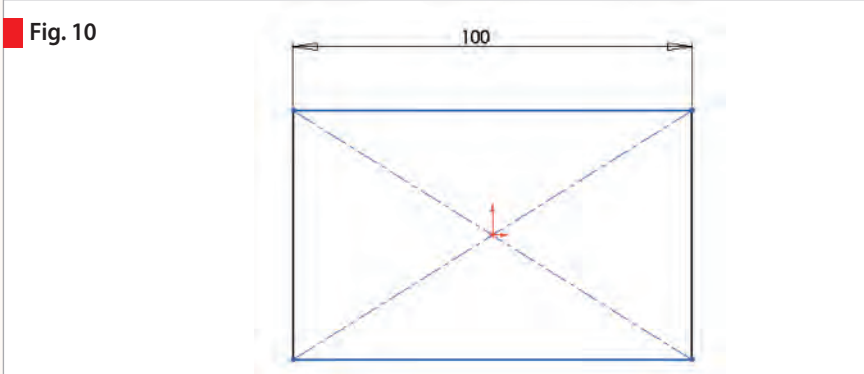
Puntando nell'origine, può essere disegnato facilmente il rettangolo con la simmetria voluta.



Col comando **DIMENSIONE** (o **quota intelligente**), quotare i due lati del rettangolo. Il puntatore assume l'aspetto.



Selezionare il lato superiore del rettangolo e cliccare nella posizione del testo sopra il lato. Viene visualizzata la finestra di dialogo **MODIFICA** (**fig. 9**). Digitare 100, fare click su o premere **invio**. Il rettangolo si modificherà come in **figura 10**. Il rettangolo apparirà con i due segmenti orizzontali ed i vertici di colore blu. La barra di stato nell'angolo inferiore destro della finestra indica che lo schizzo è *sottodefinito*.



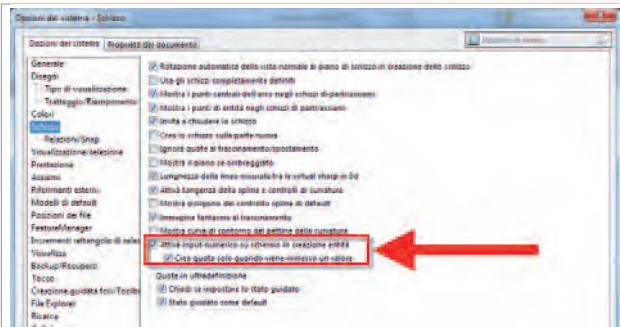


Fig. 11

Selezionare il lato sinistro del rettangolo ed impostare la quota a 40 mm. Lo schizzo diventa di colore nero e nella barra di stato appare la scritta "Totalmente definito" (per maggiori dettagli sullo stato di definizione degli schizzi si veda il riquadro "Definizione degli schizzi" nelle pagine seguenti).

In SolidWorks è possibile far quotare lo schizzo mentre lo si disegna. Infatti è necessario prima abilitare l'opzione "Attiva input numerico su schermo in creazione entità" cliccando sul bottone "opzioni", poi selezionando "Schizzo" nella parte sinistra della finestra delle opzioni di sistema, ed infine spuntando le opzioni mostrate in **figura 11**.

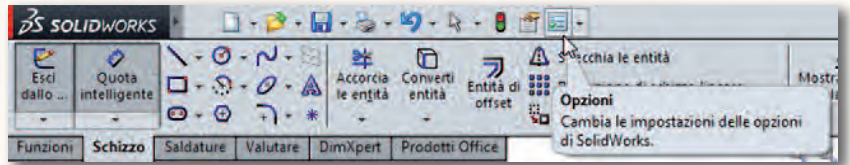
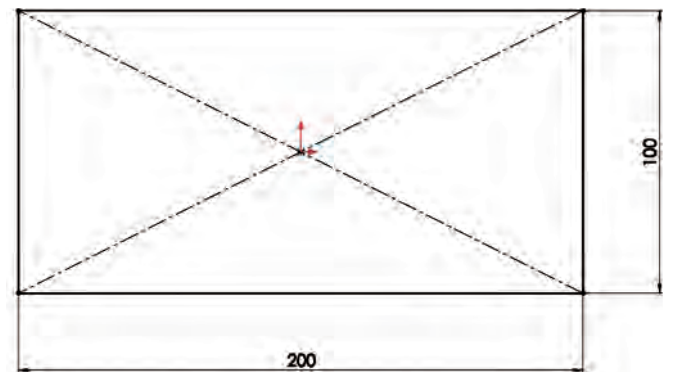
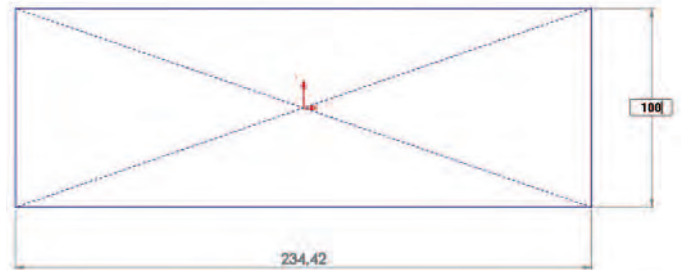
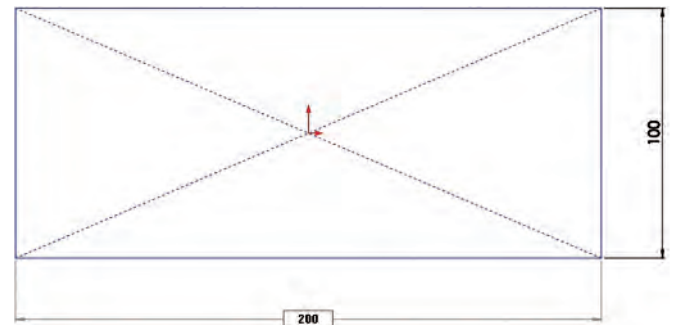
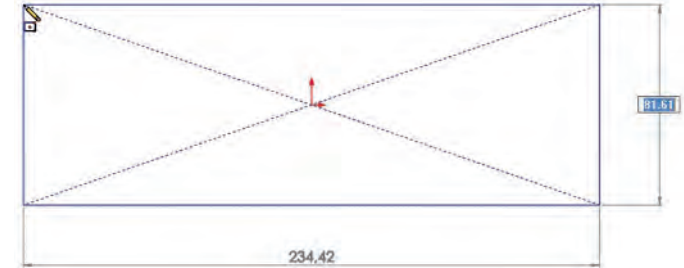


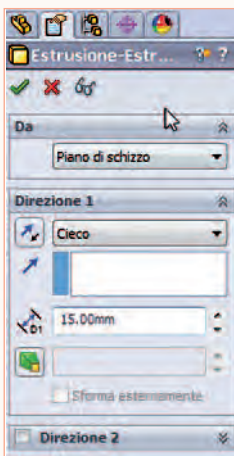
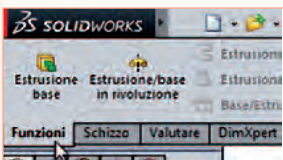
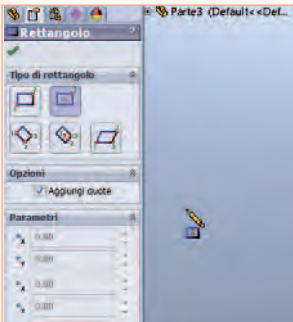
Fig. 12



Si disegni ad esempio un rettangolo centrale: dopo aver selezionato il relativo comando si spunti l'opzione "Aggiungi quote" nel property manager a sinistra, si clicchi sull'origine, e poi si sposti leggermente il mouse verso sinistra. L'utente visualizzerà le quote del rettangolo: si digiti un valore per l'altezza del rettangolo (es. 100 mm), poi si schiacci il tasto TAB per spostarsi sul valore della larghezza del rettangolo, se ne imposti il valore (200 mm), ed infine si prema il tasto INVIO. L'utente otterrà come risultato un rettangolo completamente definito e corredato di tutte le quote (**fig. 12**).

La prima funzione in qualsiasi parte è detta *funzione di base*. In questo esercizio la funzione di base viene creata con l'estruzione del rettangolo appena disegnato.

Nel command manager, posto nella parte sinistra dello schermo, nella scheda funzioni selezionare il comando **estruzione base**; verrà visualizzata una finestra di dialogo e lo schizzo passa alla vista *isometrica*.

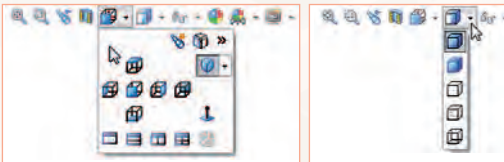


L'anteprima dell'immagine viene visualizzata alla profondità predefinita (10 mm). Le maniglie che compaiono servono per trascinare l'anteprima alla profondità desiderata. Cliccare sulla freccia e trascinarla alla misura desiderata utilizzando il righello virtuale per visualizzare l'anteprima (fig. 13). Per creare una funzione a questo punto è sufficiente fare click col mouse



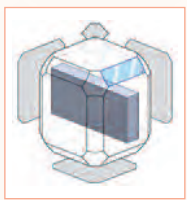
sull'icona ok; diversamente è possibile cambiare la profondità di estrusione trascinando la maniglia dinamica col mouse, o immettendo un valore diverso nella finestra di dialogo. Impostare la condizione di termine "cieco" ed il valore della profondità uguale a 15 mm (fig. 14). Fare click su OK. Il modello 3D risultante apparirà come in figura 15.

Contemporaneamente, nell'albero "feature manager" a sinistra apparirà il nome "Estrusione1" del primo elemento modellato. Il pezzo può essere ruotato secondo le viste tradizionali del disegno tecnico, utilizzando la barra degli strumenti "viste standard".



Inoltre, attraverso la barra degli strumenti "visualizzazione" è possibile:

- visualizzare il pezzo in modo ombreggiato, con i bordi visibili, le ombre o wireframe;
- effettuare uno zoom dinamico dell'oggetto o spostare la vista
- ruotare il pezzo in modo libero o attorno ad un asse o spigolo
- Dividere lo schermo in 2 o 4 finestre (fig. 16).



Cliccando sull'icona **selettore delle viste** è possibile visualizzare un selettore che si sovrappone al modello per poter scegliere ulteriori viste standard e isometriche.



Tornare alla vista singola selezionando l'apposita icona.

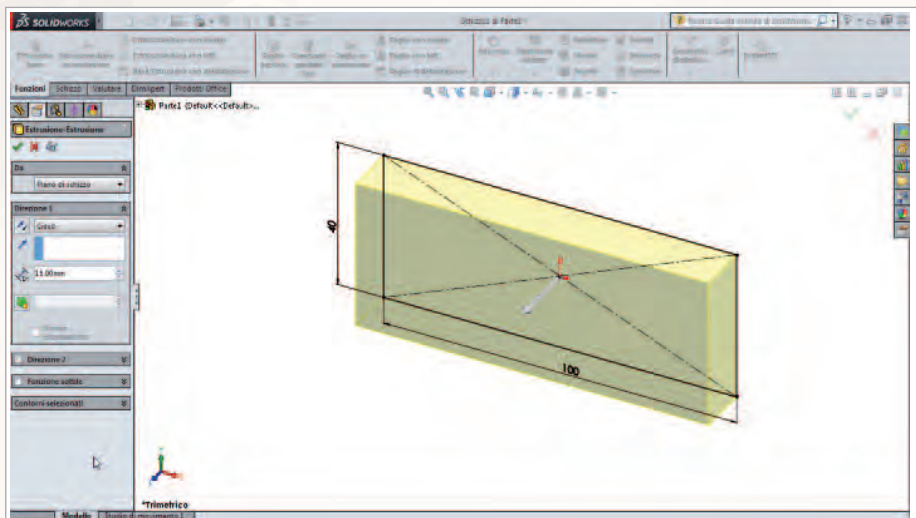
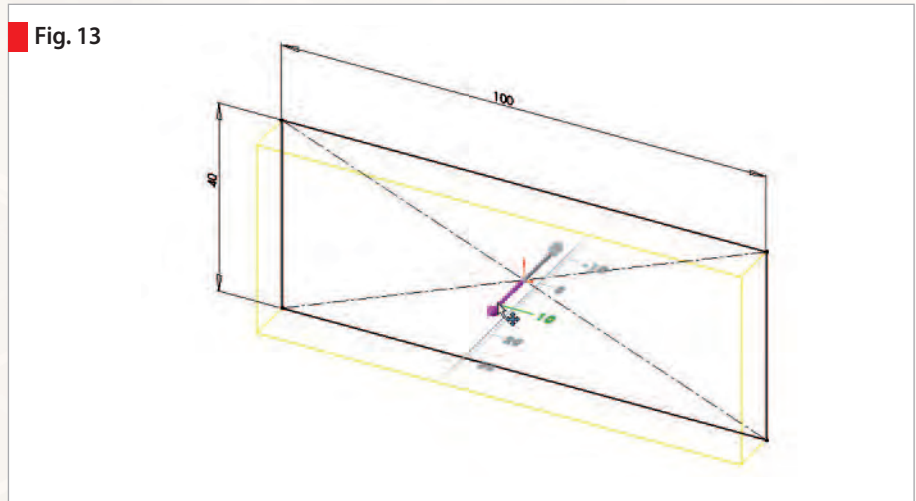


Fig. 14

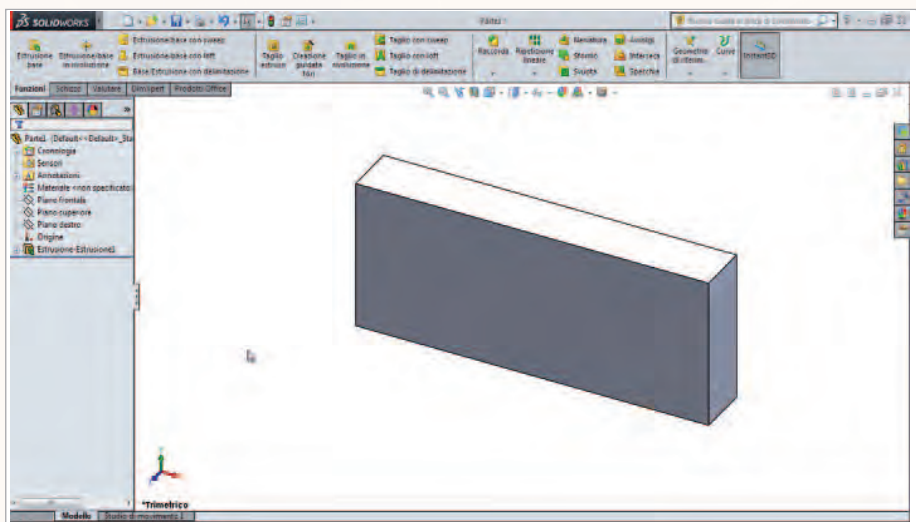
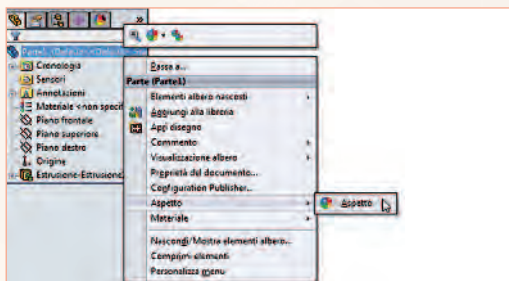


Fig. 15

Si provi a cambiare colore al componente in modellazione.

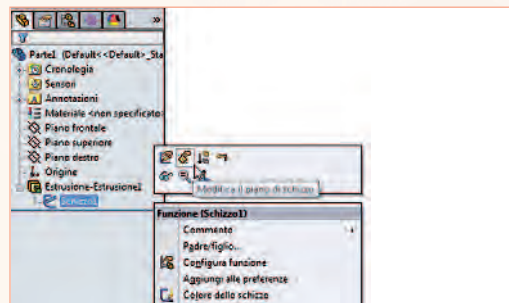
Col tastino destro, selezionare il nome della parte dall'albero delle features e fare *click* sull'icona "Aspetto → Colore".



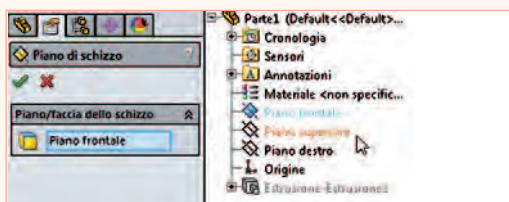
Dalla finestra di dialogo selezionare un colore tra quelli disponibili. Il pezzo apparirà ad esempio come in **figura 17**.

Per approfondimenti sui meccanismi che regolano l'applicazione dei colori in SolidWorks si faccia riferimento alla finestra denominata "Gestione degli aspetti in SolidWorks".

Si provi adesso a cambiare il piano di schizzo, per una visualizzazione isometrica del pezzo più idonea. Cliccare col tastino destro del mouse sullo schizzo e selezionare "Modifica il piano di schizzo".



Cliccando sull'icona cerchiata della barra feature manager (o sul + accanto al nome della parte) apparirà l'albero delle features all'interno dell'area grafica. Selezionare il piano superiore e **Invio**. Il pezzo si disporrà come in **figura 18**.



Per la costruzione delle altre *features* del pezzo come piano di schizzo può essere scelta la faccia piana verticale visibile in **figura 19**.

Fig. 16

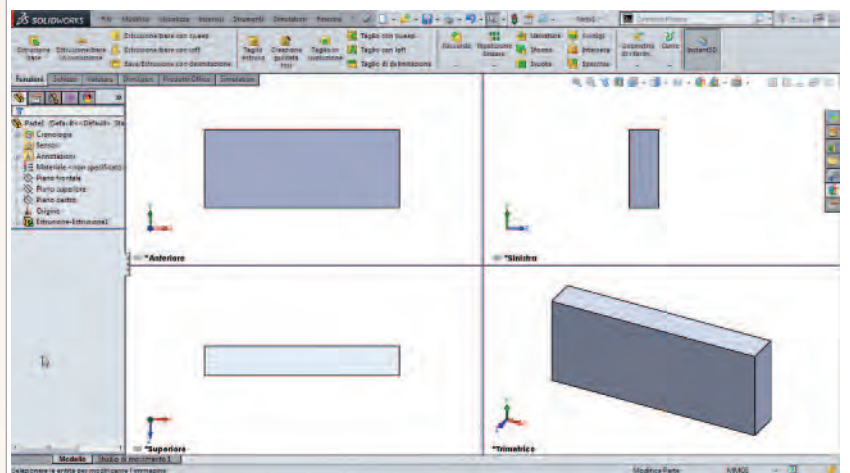


Fig. 17

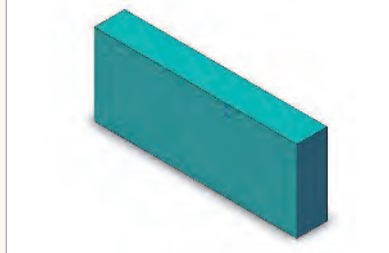
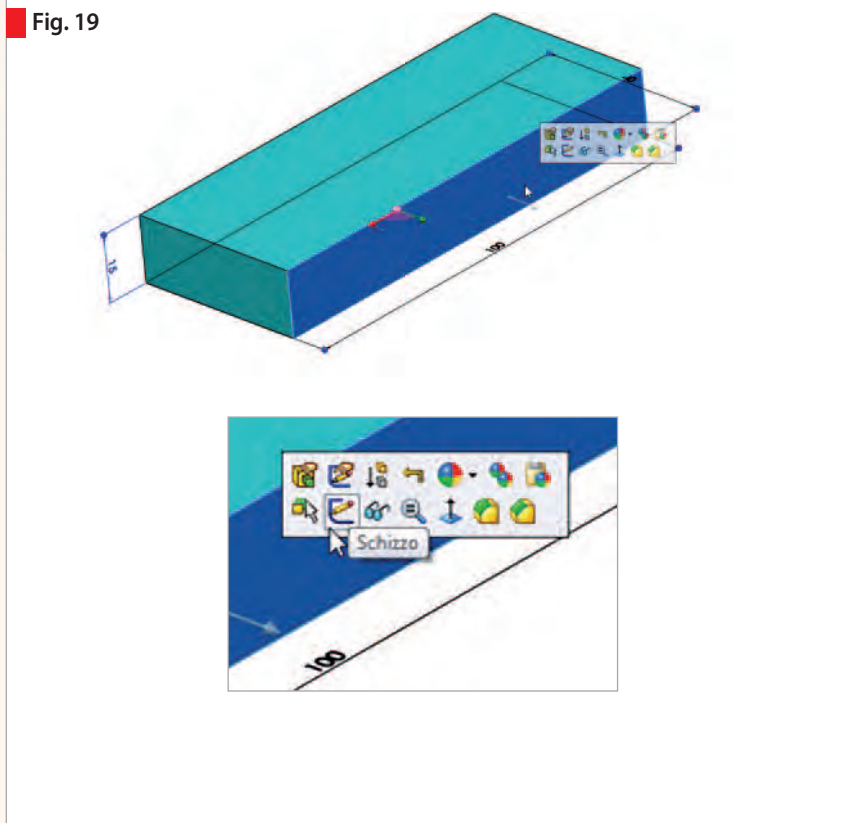
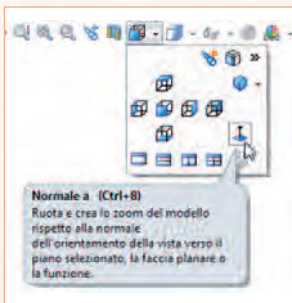


Fig. 18



Fig. 19



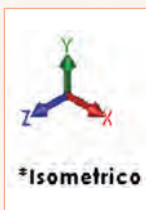


Entrati nell'ambiente schizzo selezionando di nuovo l'opportuna icona, conviene usare lo strumento "Vista normale al piano selezionato", per ottenere una visualizzazione nel piano dello schizzo. Disegnare un asse

verticale passante per l'origine (insieme al cursore appariranno i due simboli come in **fig. 20**).

consiglio

Il piano di schizzo viene automaticamente in direzione normale solo per il primo schizzo. Per far sì che venga fatto anche per gli schizzi successivi andare su Strumenti → Opzioni → Schizzo e attivare l'opzione "rotazione automatica della vista normale al piano di schizzo in creazione dello schizzo".



La terna di SolidWorks, posta in basso a sinistra nello schermo, permette di effettuare alcune operazioni di manipolazione del modello. Ad esempio (**fig. 21**):

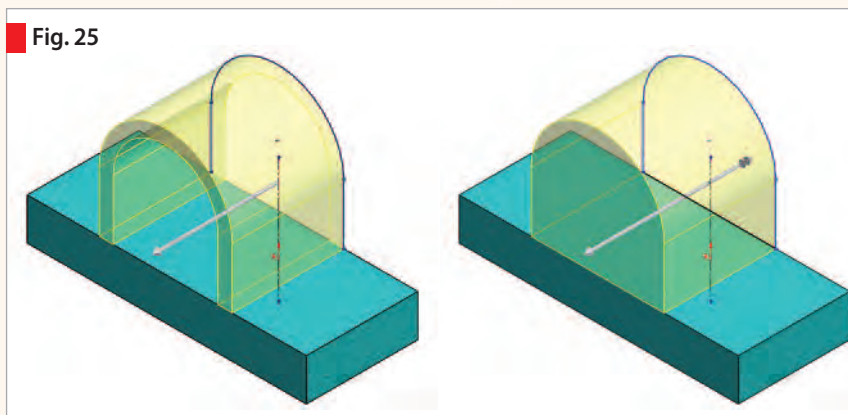
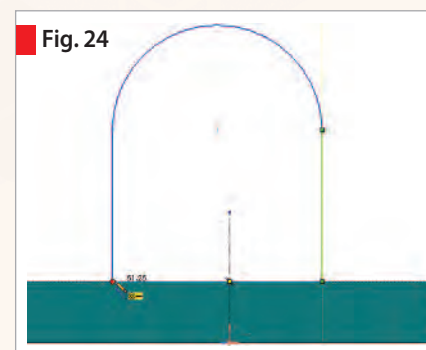
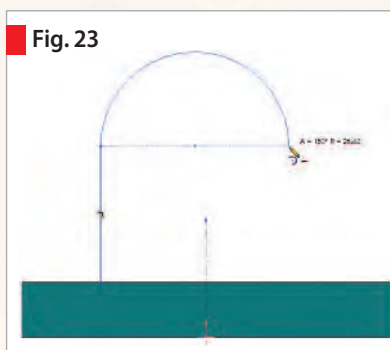
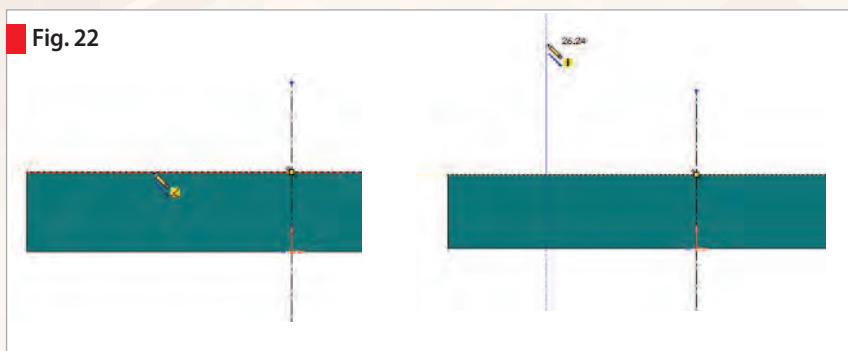
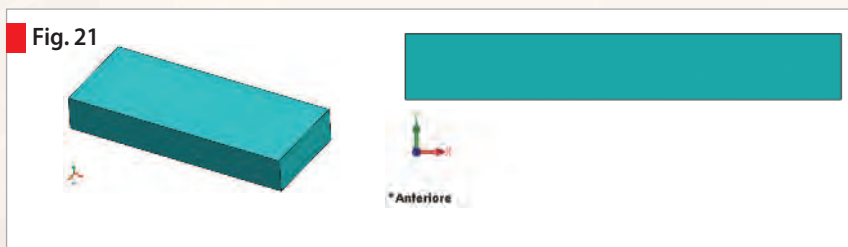
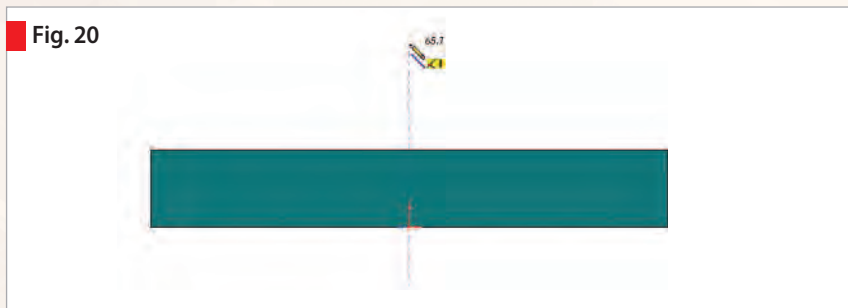
- Click su un asse → orientare il modello ortogonalmente rispetto a quell'asse
- Click su un asse normale allo schermo → ribalta la vista di 180° (posteriormente)
- Alt + click su un asse → rotazione del modello rispetto all'asse
- Shift + click su un asse → rotazione del modello di 90° rispetto all'asse

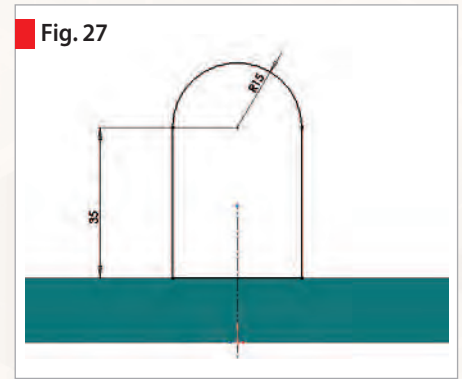
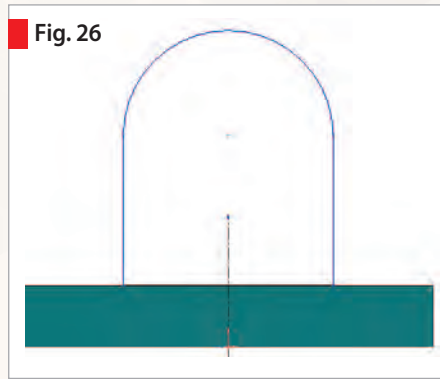
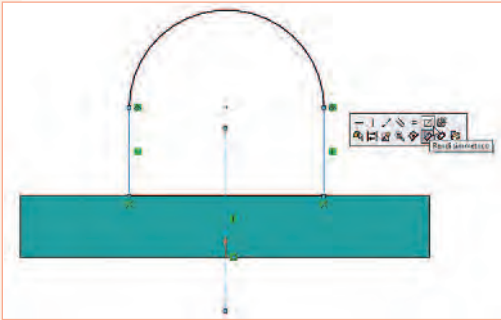
Selezionare lo strumento linea cliccando sull'icona. Portare il puntatore in vicinanza della faccia superiore del pezzo fino a farlo assumere l'aspetto di **figura 22**. Disegnare una linea verticale.

Usare lo strumento arco tangente per disegnare il profilo dell'elemento. Il cursore assumerà l'aspetto visibile a lato. Fare click sull'estremo della linea appena tracciata, e disegnare un arco tangente al segmento precedentemente tracciato come in **fig. 23** (in alternativa è possibile usare il **tasto A** senza uscire dal comando linea). Assicurarsi che l'angolo A sia di 180°, con raggio qualsiasi.

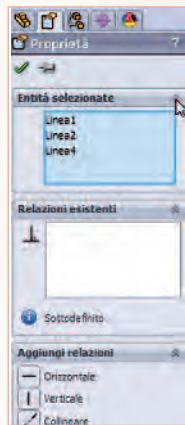
Chiudere lo schizzo come in **figura 24**.

NOTA: è necessario creare uno schizzo dal profilo completamente chiuso, dal momento che SolidWorks, quando il profilo è aperto, realizza una estrusione sottile, ovvero assegna uno spessore al profilo aperto e lo estrude in direzione ortogonale a quella di schizzo (**fig. 25**).





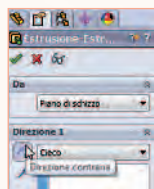
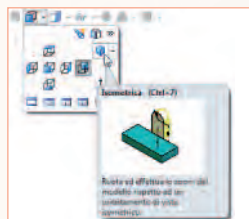
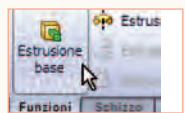
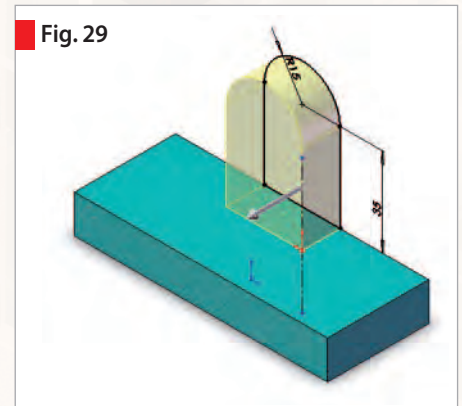
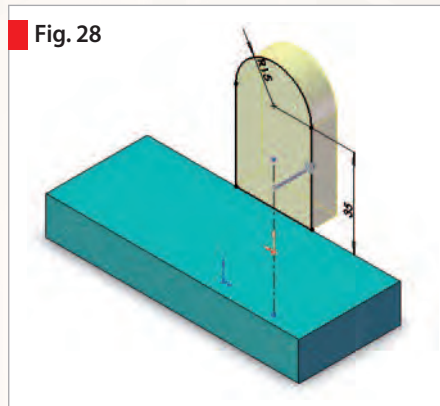
Aggiungere una relazione di simmetria, selezionando (col tastino CTRL) la linea di mezzeria e i due lati verticali dello schizzo, che assumerà l'aspetto di **figura 26** (in alternativa è possibile scegliere la relazione di simmetria dalla finestra proprietà).



Si noti che lo schizzo non è completamente definito (non è di colore nero!).

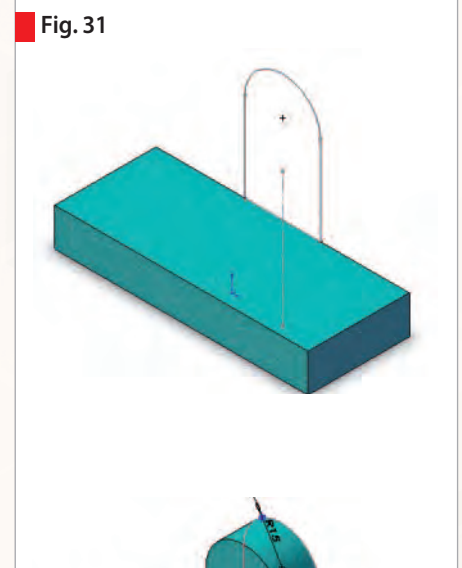
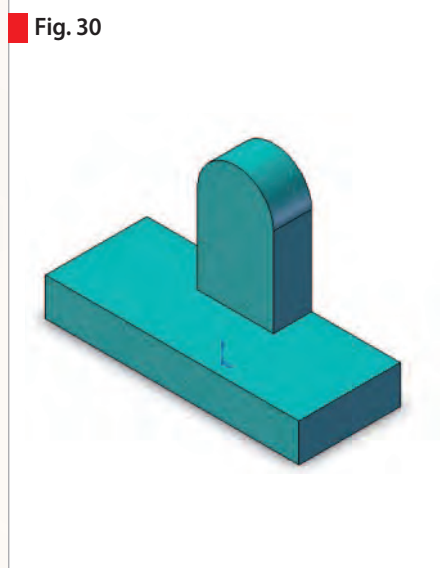
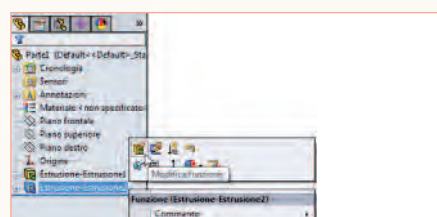
Quotare lo schizzo come in **figura 27** e selezionare lo strumento "Estrusione" e la vista isometrica (**fig. 28**).

Dalla finestra di dialogo introdurre il valore 20 mm per la profondità. Assicurarsi che nella finestra di ante-



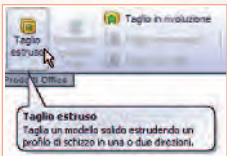
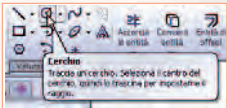
prima l'estrusione sia esatta, altrimenti cliccare sulla casella di controllo "Direzioni contraria" (**fig. 29 e 30**).

Nel caso di errori nella direzione di estrusione; si può rimediare facilmente richiamando la costruzione appena effettuata dall'albero delle *features*. Posizionare quindi il mouse sull'elemento "Estrusione2" e richiamare col tastino destro l'icona del comando "Modifica funzione".



Un'alternativa possibile per creare la geometria è l'utilizzo dell'interfaccia **Instant 3D**: si esce dallo schizzo effettuando un doppio click col tasto sinistro del mouse, oppure cliccando sull'icona posta in alto a destra sullo schermo. Si clicchi su un qualsiasi segmento dello schizzo, e si trascini la freccia verde come indicato in **figura 31**.

Selezionare come piano di schizzo la faccia piana verticale dell'ultimo elemento modellato (fig. 32). Nell'ambiente schizzo disegnare un cerchio concentrico all'arco già costruito. Per rendere il cerchio concentrico rispetto all'arco già presente si porti il puntatore del mouse sulla linea di contorno fino a fare apparire l'icona identificativa del centro, e poi si disegni il cerchio cliccando su tale punto, con una apertura qualsiasi.



Assegnare al diametro del cerchio il valore di 18 mm (fig. 33). Si crei un taglio circolare utilizzando il comando "Taglio estruso" e nella finestra di dialogo si seleziona l'opzione "Passante".

Il pezzo assumerà l'aspetto di figura 34 e si otterrà il foro passante di figura 35.

consiglio

Per una maggiore rapidità cliccare col tasto destro nell'area grafica: appariranno tutte le condizioni finali dell'estrusione disponibili e si potrà selezionare un'opzione cliccando direttamente su una voce dell'elenco.

Per la modellazione dei due fori di 10 mm ad asse verticale, selezionare la faccia superiore del pezzo come in figura 36. Cliccare sullo strumento schizzo. Su questa faccia verrà creato lo schizzo di partenza. Posizionare la vista normale al piano selezionato, nell'ambiente schizzo selezionare lo strumento asse e disegnare l'asse di simmetria come in figura 37.

Fig. 32

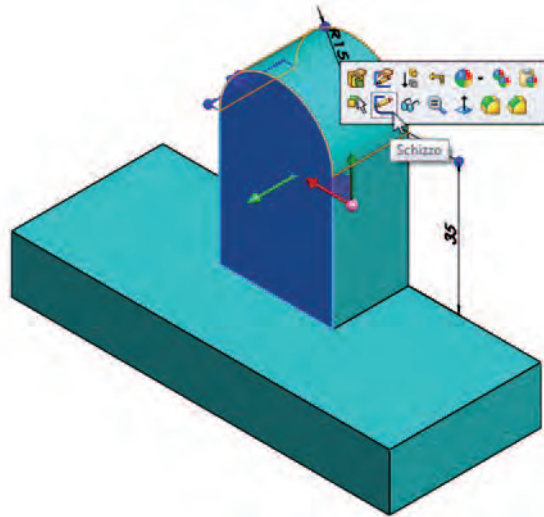


Fig. 33

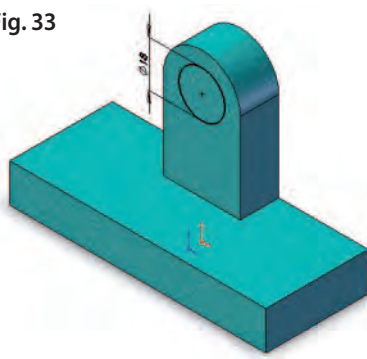


Fig. 34

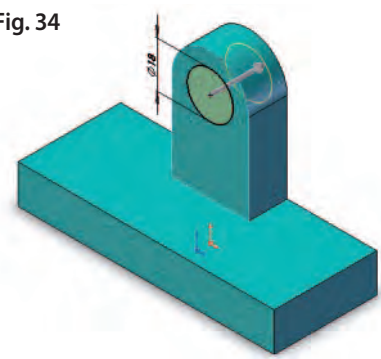


Fig. 35

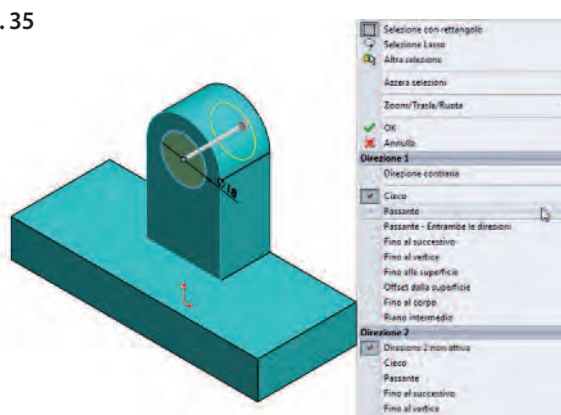


Fig. 36

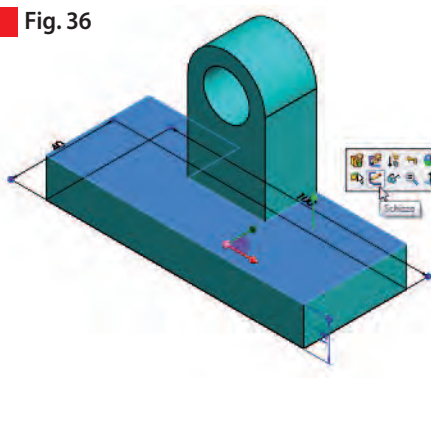
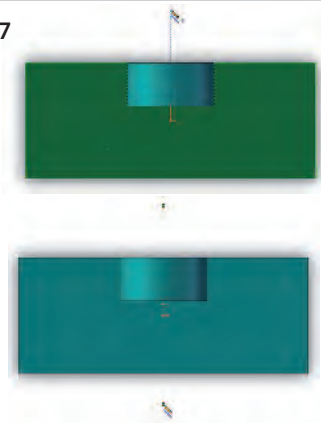
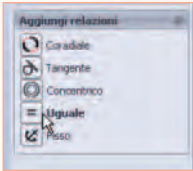


Fig. 37



Disegnare due cerchi allineati (fig. 38). Aggiungere i vincoli geometrici o topologici alle entità schizzate selezionando i due cerchi e l'asse e nella finestra di dialogo aggiungendo la relazione "Simmetrico" (la selezione multipla avviene tenendo premuto contemporaneamente il tasto *Ctrl* - in analogia con l'ambiente Windows quando si selezionano due file o cartelle).



Con l'utilizzo di questa relazione i due cerchi saranno vincolati alla stessa distanza rispetto all'asse centrale, qualunque sia l'interasse ed inoltre i due diametri acquisiranno una relazione di uguaglianza.

Stabiliti i vincoli geometrici, è possibile fornire i vincoli dimensionali attraverso la quotatura dello schizzo.

Quotare i diametri dei due cerchi col valore 10 mm, la distanza dal bordo 12 e l'interasse di 70 mm come in figura 39. La quotatura dell'interasse si ottiene in modo facile e immediato selezionando i due cerchi in sequenza. Anche in questo caso i cerchi sono di colore nero e lo schizzo totalmente definito.

Fig. 38

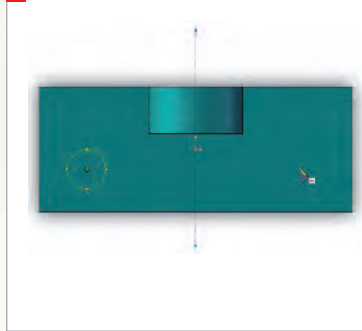


Fig. 39

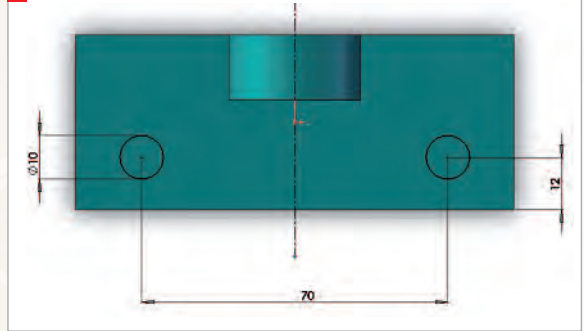


Fig. 40

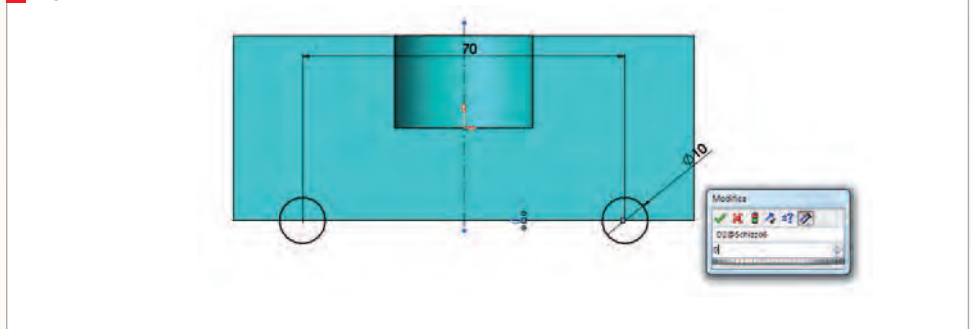
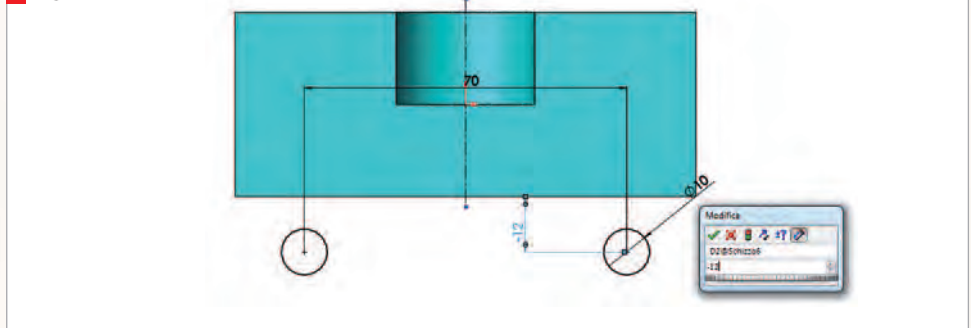


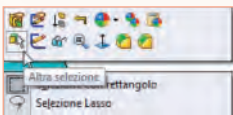
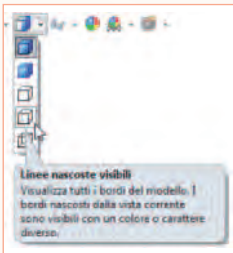
Fig. 41



Si ricorda che in SolidWorks è possibile anche utilizzare:

- quote 0 mm (fig. 40)
- quote negative (fig. 41)

Uscire dallo schizzo ed estrarre le due entità con lo strumento **taglia-estrudi** e l'opzione "Passante". Si otterranno i due fori passanti di fig. 42.



Prima di effettuare i raccordi, conviene selezionare in anticipo gli spigoli interessati visualizzando la parte con i bordi nascosti. Utilizzare lo strumento "Linee nascoste visibili".

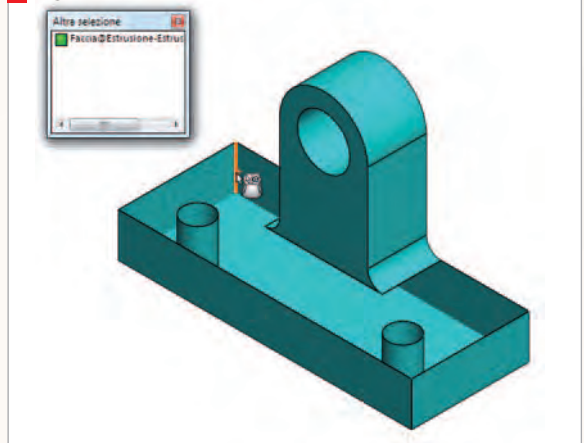
Un'alternativa al modello wireframe è l'opzione

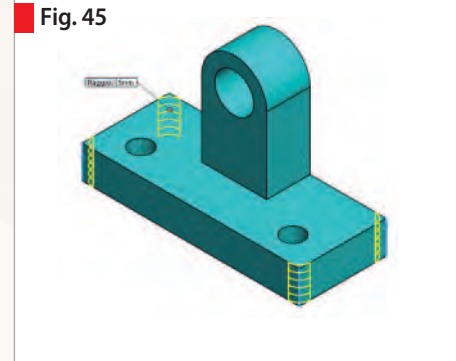
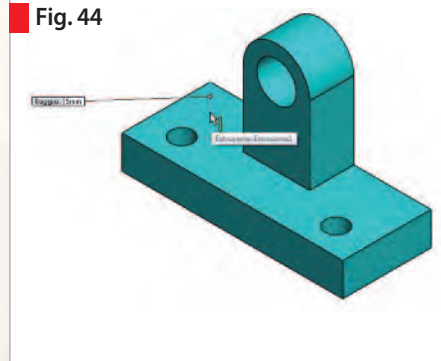
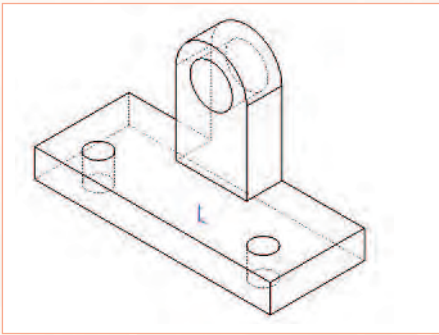
"Altra selezione" che consente di selezionare anche gli spigoli nascosti. Cliccare sulla faccia anteriore del modello e selezionare l'icona relativa al comando dal menu contestuale (fig. 43).

Fig. 42

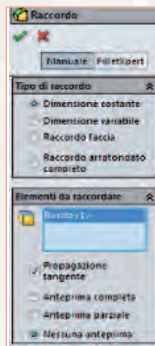
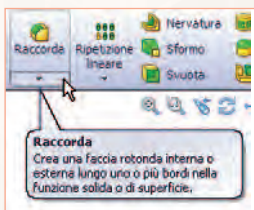


Fig. 43





Cliccare sullo strumento **Raccorda** e selezionare gli spigoli da raccordare mostrati nelle figure 44 e 45.

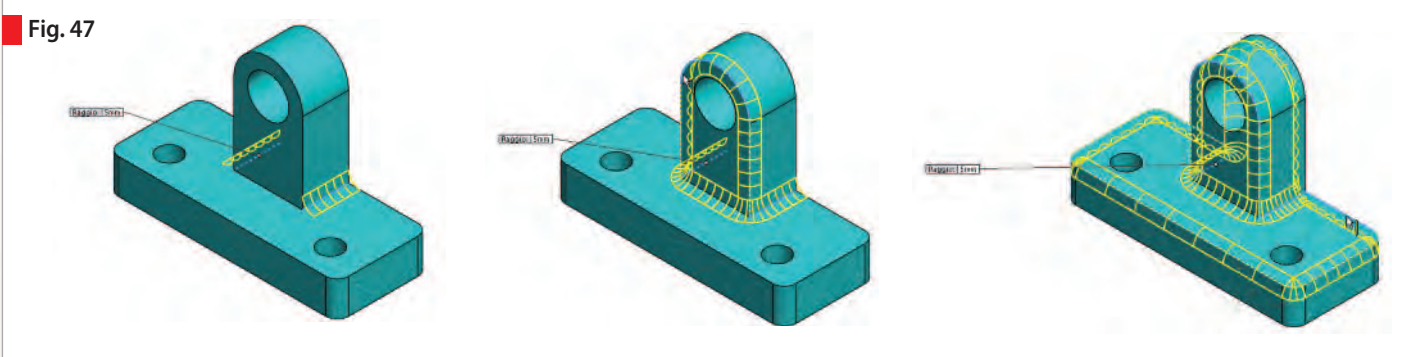
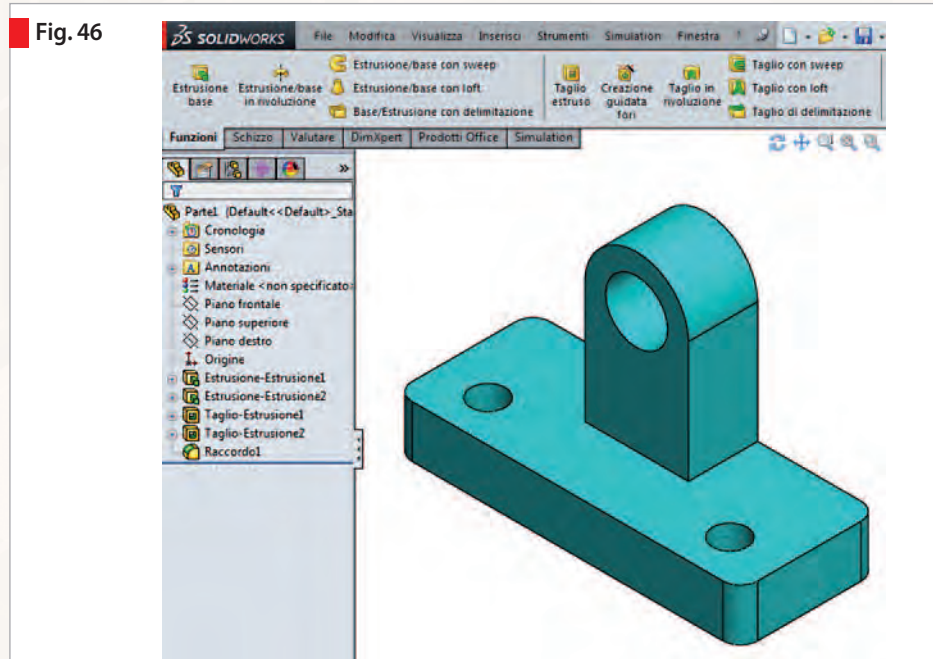


Raccordare tutti gli spigoli assegnando nella finestra di dialogo il valore del raggio 5 mm.

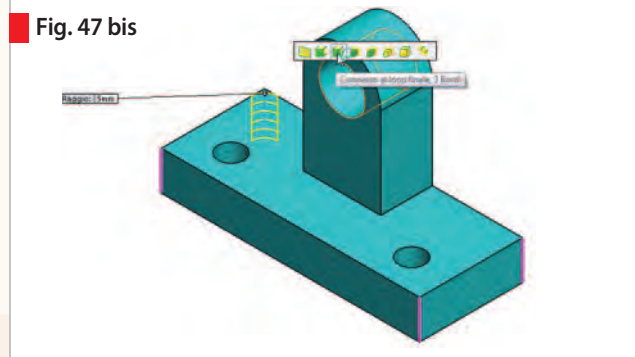
Con l'opzione "Anteprima completa" (fig. 45) viene visualizzato il risultato finale visibile in figura 46.

Fare click su OK per creare la prima funzione raccordo. La parte assumerà l'aspetto di figura 46.

Per ottenere gli altri raccordi di raggio 5 creare un'altra funzione raccordo e selezionare gli spigoli mostrati in figura 47.



consiglio Per una maggiore rapidità nel creare i raccordi è possibile utilizzare una **barra degli strumenti a comparsa** che consente di selezionare più bordi o raccordi. Ad esempio, per il primo raccordo, se si clicca sul primo bordo e poi sull'opzione "connesso al loop finale" si otterrà automaticamente la selezione dei 4 bordi da raccordare.

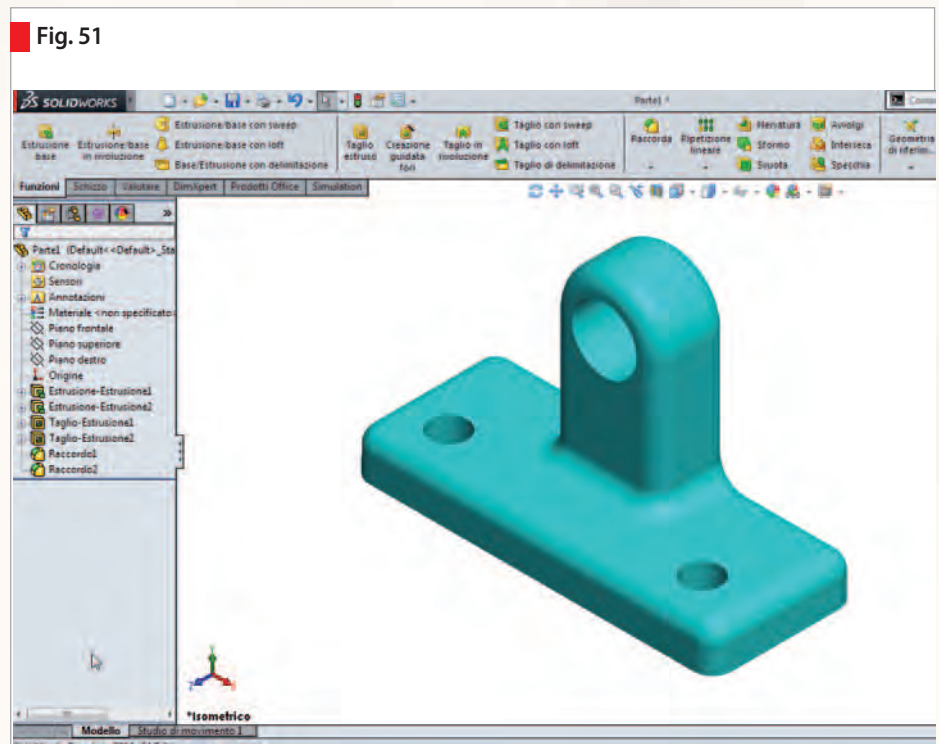
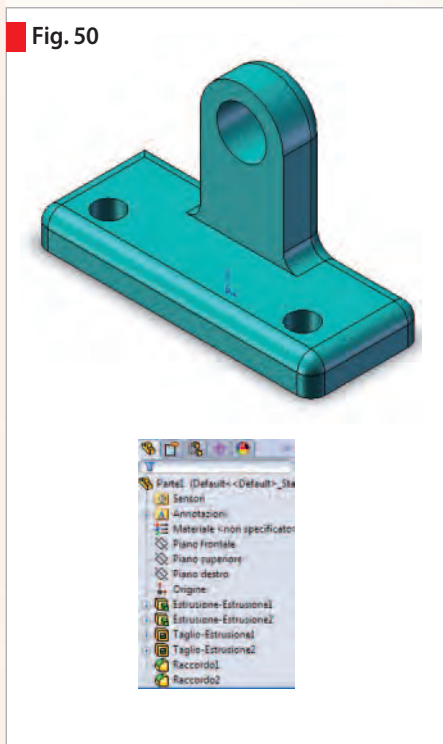
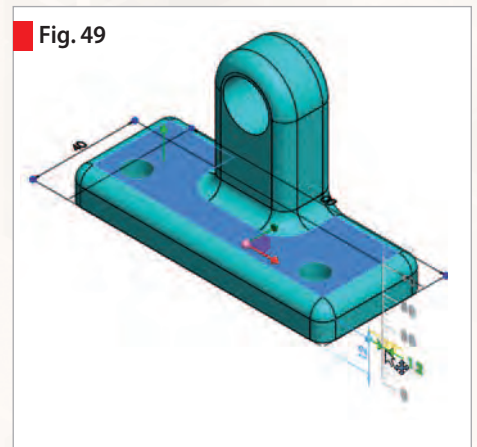
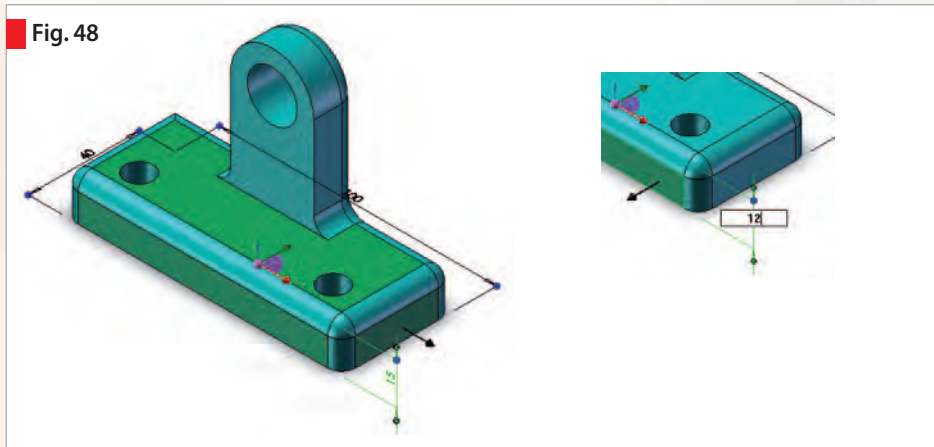
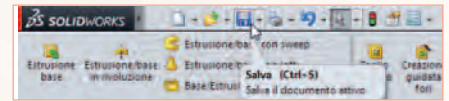


In questo modo si otterrà la propagazione del raccordo lungo gli spigoli contigui e il pezzo sarà rappresentato come in figura 48.

Per sfruttare le funzioni di editing e le potenzialità parametriche del programma, è possibile mettere in evidenza le dimensioni della base selezionandola con un doppio click (fig. 48). Posizionarsi sulla quota che indica lo spessore di 15 mm, selezionarla e ridurre il valore a 12 mm. Alternativamente, tramite l'Instant 3D è possibile trascinare il quadratino di ridimensionamento della quota 15 mm, fino a raggiungere un valore di 12 mm, in modo da ottenere un aggiornamento in tem-

po reale del pezzo mentre lo si modifica (fig. 49).

L'albero delle features dovrebbe assumere l'aspetto indicato nella figura 50. Salvare il pezzo con l'opzione "Salva con nome". È possibile disattivare l'opzione "bordi visibili" agendo sull'icona "Ombreggiato" ottenendo il risultato finale di fig. 51.



Definizione degli schizzi

Mentre si aggiungono le quote, occorre prestare attenzione allo stato dello schizzo, indicato nella barra di stato. Uno schizzo in SolidWorks si può trovare in uno dei tre seguenti stati, ciascuno indicato da un colore diverso.



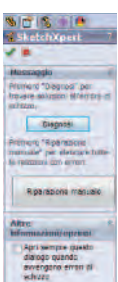
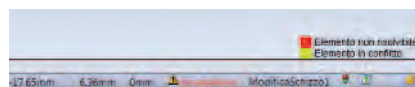
In uno schizzo **totalmente definito**, le posizioni di tutte le entità sono interamente definite dalle quote e/o dalle relazioni esistenti. In uno schizzo di questo tipo, tutte le entità sono di colore **nero**.



In uno schizzo **sottodefinito**, sono necessarie quote e/o dalle relazioni aggiuntive per specificare la geometria in maniera completa. In questo stato, si possono trascinare le entità di schizzo sottodefinito per modificare lo schizzo stesso. Un'entità di schizzo sottodefinito è di colore **blu**.



In uno schizzo **ultradefinito**, un oggetto presenta quote e/o relazioni conflittuali. Un'entità di schizzo ultradefinita è di colore **rosso**, mentre un'entità in conflitto è indicata con il colore **giallo**.

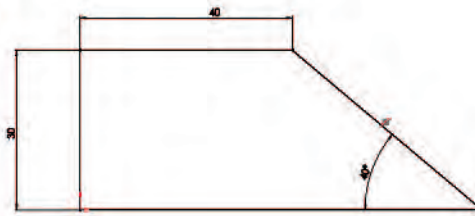
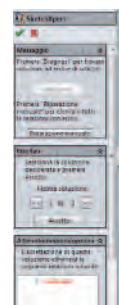


Quando uno schizzo è in conflitto la barra di stato, collocata nella parte in basso a sinistra dello schermo, mostra la dicitura "ultradefinito" con un colore rosso.

È possibile utilizzare la funzionalità **SketchXpert** per permettere a SolidWorks di effettuare una diagnosi dei problemi dello schizzo e trovare automaticamente le possibili soluzioni che eliminino il conflitto.

Per attivare SketchXpert è sufficiente effettuare un doppio click sulla scritta "ultradefinito" nella barra di stato. Nella parte sinistra dello schermo comparirà il property manager di SketchXpert. Selezionando il bot-

tone "Diagnosi" SolidWorks presenterà una serie di possibili soluzioni per risolvere il conflitto, e mostrerà sul modello quali relazioni/quote verranno eliminate e la configurazione assunta dallo schizzo. Cliccando su "Accetto" il modello assumerà tale configurazione e non sarà più in stato ultradefinito.



Gestione degli aspetti in **SOLIDWORKS**

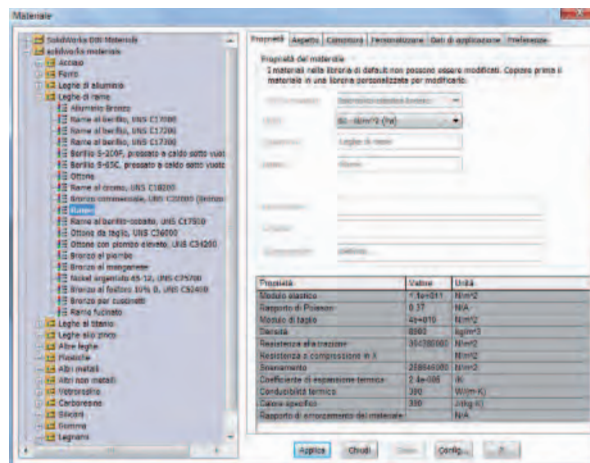
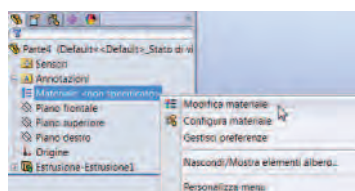
In SolidWorks esistono due contesti:

• Materiale

Quando viene creata una nuova parte, SolidWorks utilizza il template di default, che non prevede alcun materiale attribuito al componente (associandogli però una densità pari a quella dell'acqua - 1000 Kg/m³).

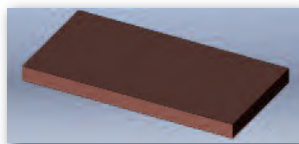
Applicando ad un componente un materiale, SolidWorks attribuisce al componente tutte le caratteristiche fisiche di quel materiale in modo da poterle utilizzare per il calcolo del peso, per calcoli FEM, calcoli di scambio termico, ecc...

Ad ogni materiale è associato un aspetto, quindi non appena applicato il materiale il componente assumerà l'aspetto tipico di quel materiale.



• **Aspetto**

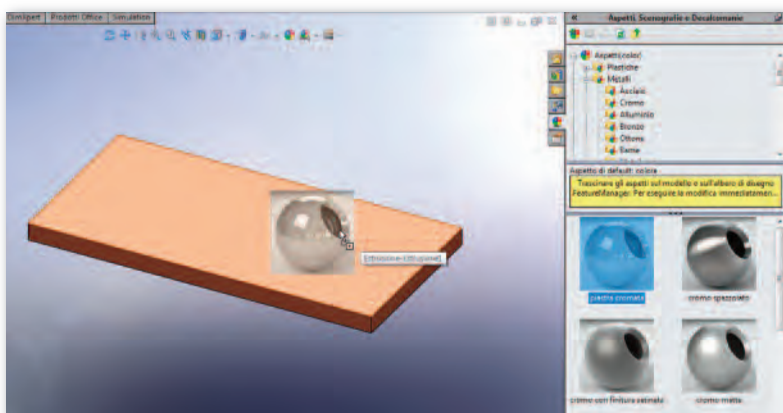
Il concetto di aspetto in SolidWorks sostituisce il concetto di colore e trama che caratterizzava le versioni precedenti.




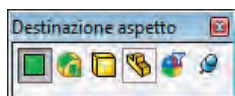
È possibile visualizzare l'elenco degli aspetti cliccando sull'icona **aspetto** presente nel **task pane**.

Successivamente l'utente può selezionare l'aspetto desiderato, e poi trascinarlo sul componente: appariranno dei simboli che permetteranno all'utente di applicare l'aspetto a:

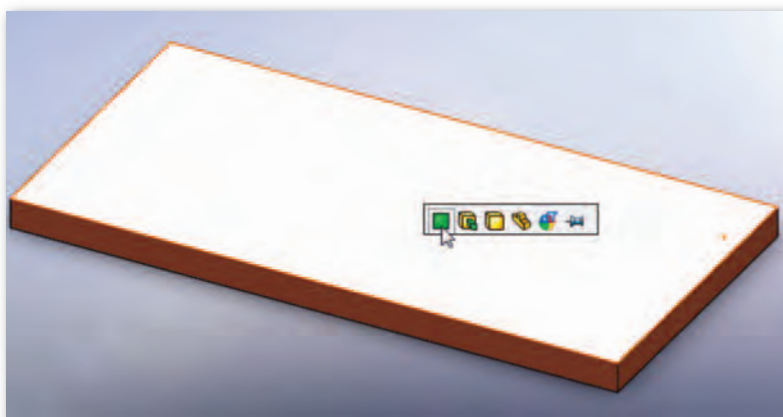
- componente
- corpo solido
- funzione
- faccia



L'icona **puntina da disegno**  permette di mantenere sempre visibili le icone all'interno di una finestra denominata "destinazione aspetto" per agevolare la selezione dei filtri.



L'icona **filtro aspetti**  permette di cambiare tutte le istanze di un aspetto con un altro. Quando è selezionata questa icona, se si seleziona un nuovo aspetto (es. acciaio) e lo si trascina su un'entità, tutte le entità che hanno un dato aspetto (es. cromo) assumeranno questo nuovo aspetto in una sola operazione.



Un componente quindi potrà avere un materiale (es. rame), ma contemporaneamente avere un aspetto differente da quello di default del materiale (es. cromo). È possibile effettuare il copia e incolla degli aspetti cliccando su una faccia e selezionando "copia aspetto", e poi cliccando su un'altra faccia e selezionando "in-



colla aspetto". Se si seleziona un filtro della toolbar destinazione aspetto l'aspetto verrà incollato sulla faccia, sulla funzione, sul corpo, oppure sul componente.

Si noti che nell'applicare gli aspetti esiste la seguente gerarchia:

- faccia
- funzione
- corpo solido
- componente.

Un colore applicato ad una faccia prevarrà sul colore applicato alla funzione, che a sua volta prevarrà sul colore applicato al corpo solido o all'intero componente.