

Complessivi ed assiemi

In SolidWorks è possibile creare un assieme servendosi di tre tecniche di progettazione diverse:

- 1) bottom-up
- 2) top-down
- 3) una combinazione dei due metodi precedenti.

Il metodo di progettazione **bottom-up** è il metodo tradizionale (fig. 1), con il quale si creano le parti per inserirle in un assieme e relazionarle secondo le necessità. La progettazione bottom-up è il sistema ideale quando si usano parti già modellate e disponibili. Il metodo bottom-up presenta dei vantaggi perché consente di creare i componenti in maniera indipendente, e le loro relazioni e la rigenerazione sono più semplici rispetto al metodo top-down. Le operazioni eseguite con questa tecnica consentono di concentrarsi maggiormente sulle singole parti, quando non è necessario creare riferimenti o geometria sull'assieme o nuove forme delle parti.

Nel metodo di progettazione **top-down** il concetto di partenza è l'assieme (fig. 2). È possibile utilizzare la geometria di una parte per definirne altre o per creare singolarità geometriche o lavorazioni che verranno aggiunte solo dopo aver assemblato le parti. Ad esempio, è possibile inserire una parte in un assieme e quindi costruire un elemento sulla base di tale parte. Nel metodo top-down, la creazione di un elemento nel contesto consente di creare un riferimento alla geometria del modello, in modo da poter controllare le dimensioni dell'elemento, creando le relazioni geometriche con la parte originale. Quindi, se si cambia una dimensione della parte, l'elemento verrà automaticamente aggiornato.

I componenti di un assieme possono comprendere parti singole o altri assiemi, definiti sottoassiemi o sotto-gruppi. L'albero di disegno feature

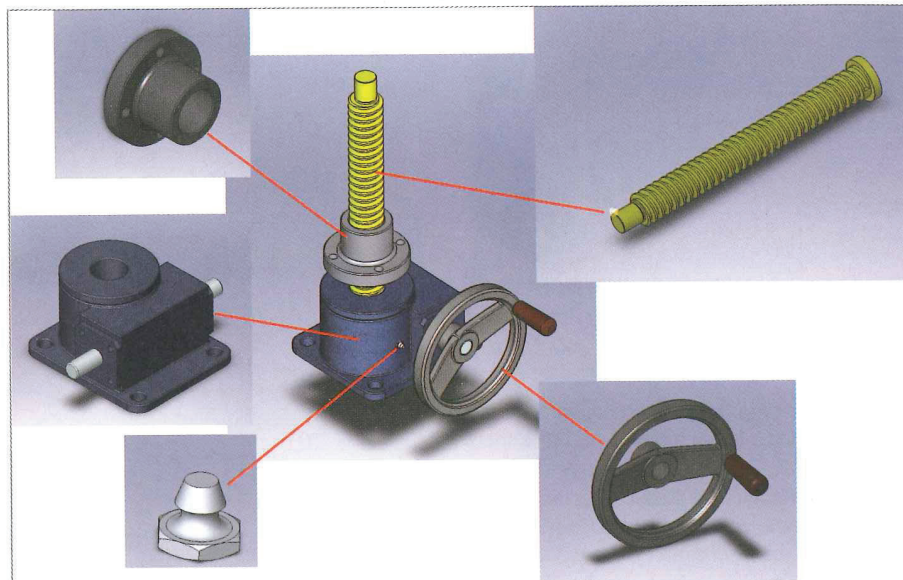


Fig. 1 Metodo di progettazione degli assiemi bottom-down (dal basso verso l'alto): Modellare un assieme in questo modo significa appunto partire dalla modellazione delle parti per arrivare al loro montaggio nell'assieme.

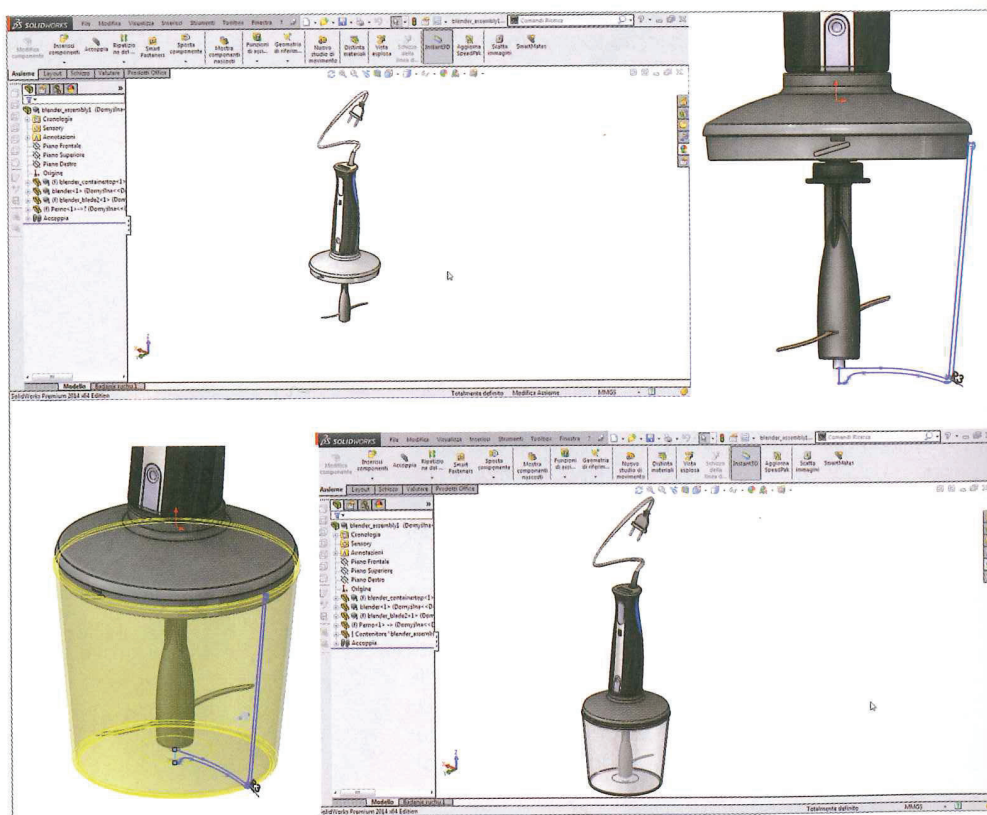


Fig. 2 Progettazione degli assiemi top-down: il contenitore del minipimer viene creato nel contesto dell'assieme sfruttando come riferimento la geometria esistente.

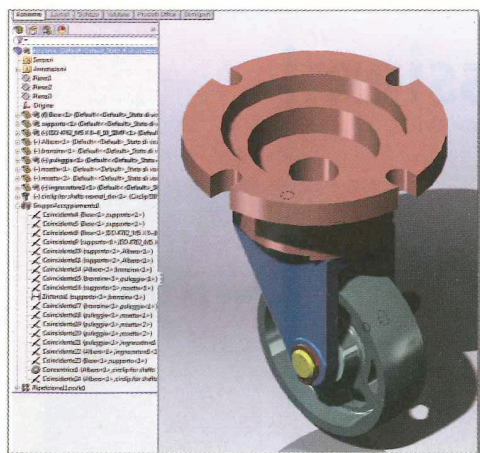


Fig. 3 L'albero "feature manager" dell'ambiente assembly di Solidworks.

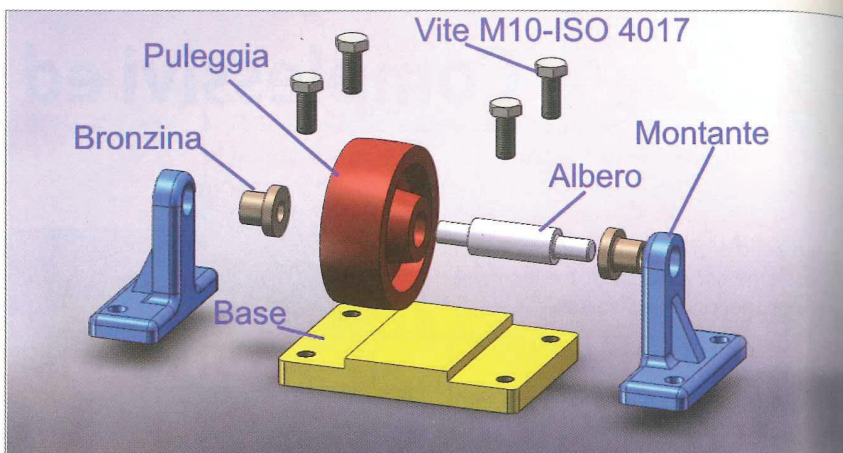


Fig. 4

manager, oltre ai piani dell'assieme, riporta i nomi dei singoli componenti e le relazioni di accoppiamento usate per assemblarli (fig. 3). Quest'albero consente di visualizzare la gerarchia dell'assieme, organizzare i componenti in sottoassiemi e modificarne la geometria. Le relazioni di accoppiamento consentono di posizionare i componenti in un assieme con precisione l'uno rispetto all'altro e di definire lo spostamento e la rotazione dei componenti rispetto ad altri componenti. L'aggiunta delle relazioni di accoppiamento consente di spostare i componenti nelle posizioni desiderate. Con l'accoppiamento si creano relazioni geometriche di coincidenza, perpendicolarità tangenza ecc.; altri accoppiamenti definiti "meccanici" consentono di simulare il comportamento degli assiemi composti da cinghie, catene, ed ingranaggi. L'ambiente "assembly" di SolidWorks permette la creazione di viste esplose, la rilevazione di interferenze tra i componenti, la creazione automatica del disegno del complessivo e di una distinta base. È possibile inoltre simulare il reale movimento e l'interazione meccanica tra i componenti con le funzionalità di simulazione fisica.

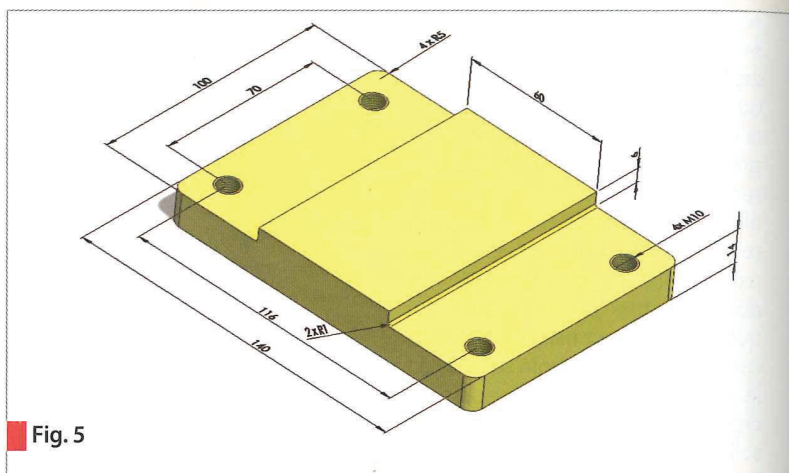


Fig. 5

Si supponga di voler assemblare i pezzi del tendicinghia di figura 4, costituito da una base, due montanti, due bronzine, un albero, una puleggia e da 4 viti mordenti per il collegamento tra i montanti e la base; per la costruzione dell'assieme si userà il metodo bottom-up, cioè si modelleranno prima i particolari che verranno poi inseriti nel complessivo mediante relazioni di accoppiamento. La base sarà considerata come componente principale dell'assieme e verrà modellata con le dimensioni della figura 5, inserendo i 4 fori filettati con lo strumento "creazione guidata fori". Salvare il file in una cartella con il nome "base". Il montante è stato modellato nel capitolo 2, ma per essere utilizzato in questo assieme, è necessario apportare alcune correzioni. Selezionare una faccia verticale e allungare l'estrusione aumentando la quota di posizione del foro (da 35 mm a 55 mm, utilizzando lo strumento Istanti3D, figura 6).

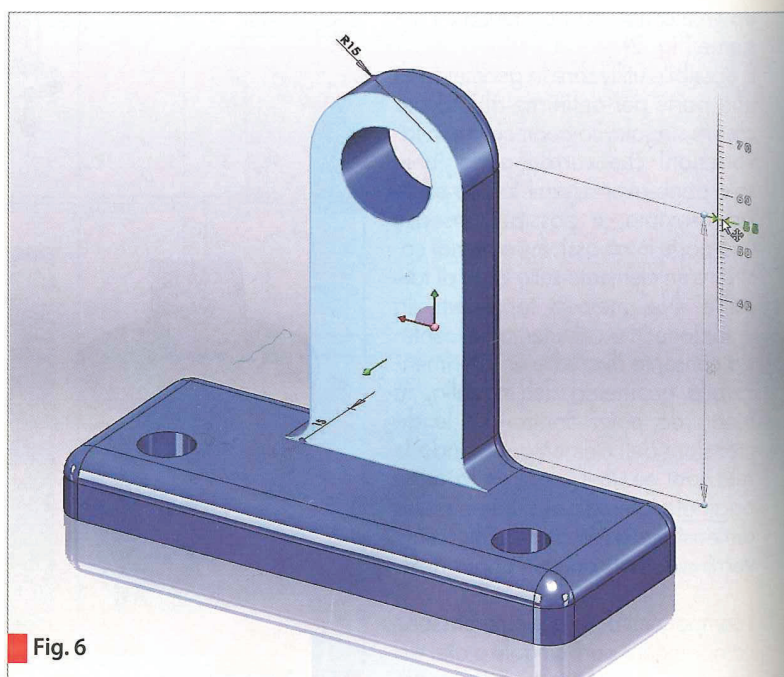


Fig. 6



Fig. 7

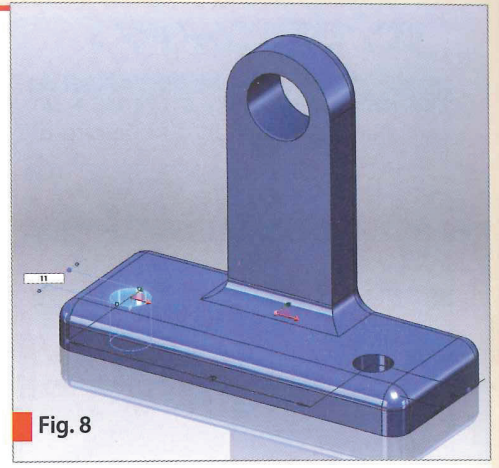
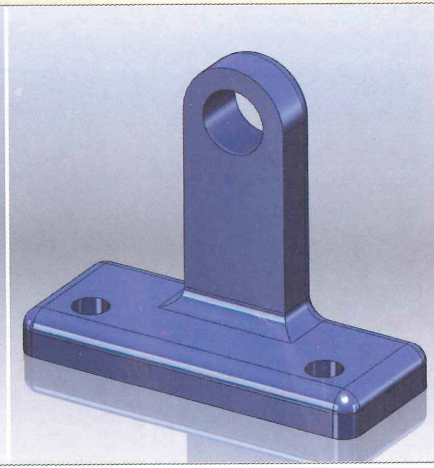


Fig. 8

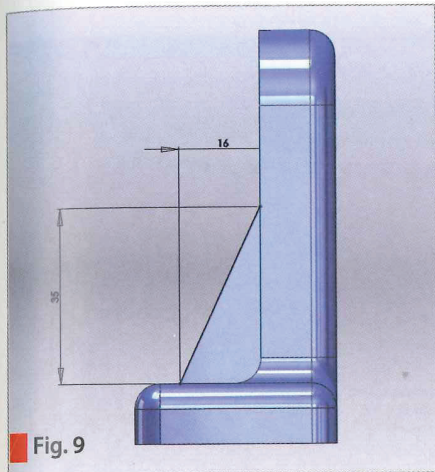


Fig. 9

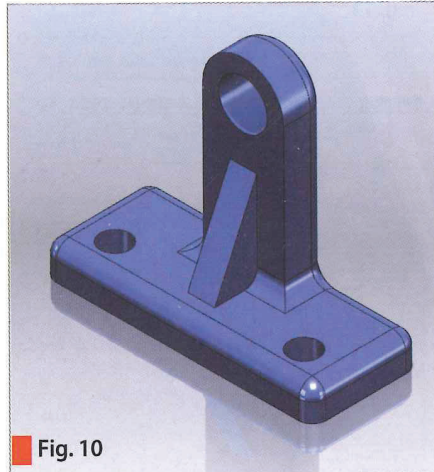


Fig. 10

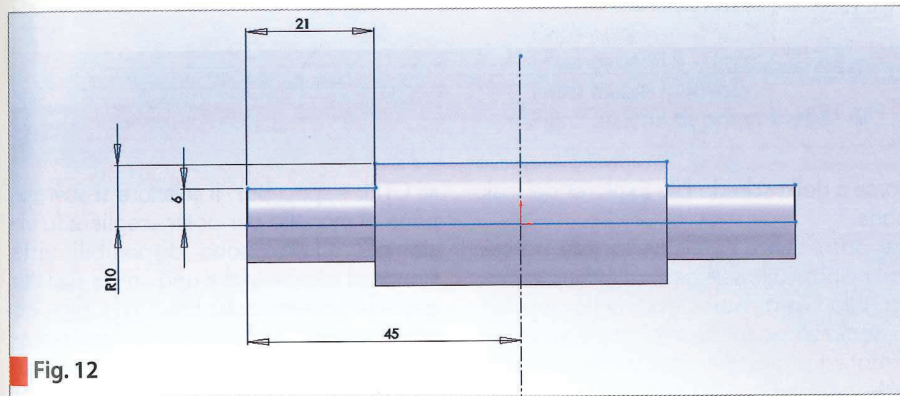


Fig. 12

Aggiungere un raccordo di 5 mm sullo spigolo orizzontale, come in figura 7. Modificare i diametri dei due fori da 10 mm a 11 mm (fig. 8). Infine disegnare una nervatura con le dimensioni di figura 9 fino ad ottenere il modello finale di figura 10 (che verrà copiato col nome "montante" nella stessa cartella della base). Modellare la puleggia, l'albero e la boccola con funzioni di rivoluzione e salvarli con lo stesso nome nella cartella precedente (fig. 11, 12 e 13). Si hanno quindi a disposizione tutti i componenti per poter assemblare l'assieme. Dal menu **File, Nuovo**, selezionare **Assieme** nella finestra di dialogo che verrà aperta.

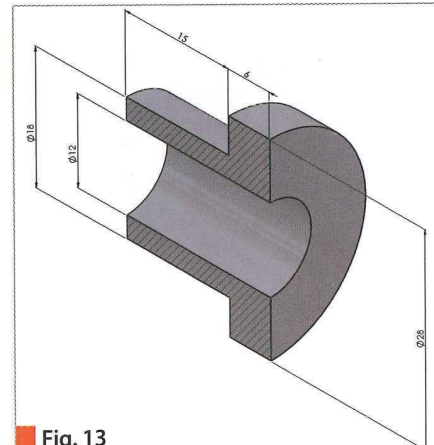


Fig. 13

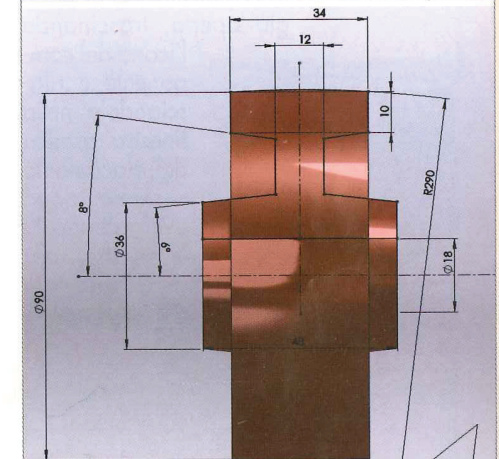
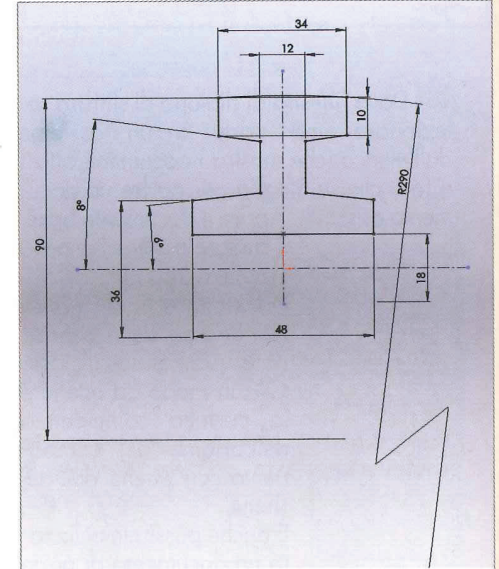
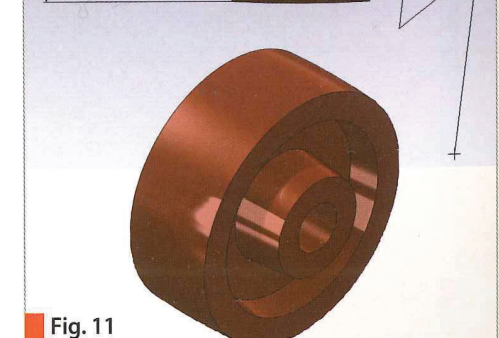


Fig. 11



L'assieme aperto non contiene alcun componente, ed apparirà la finestra di figura 14.

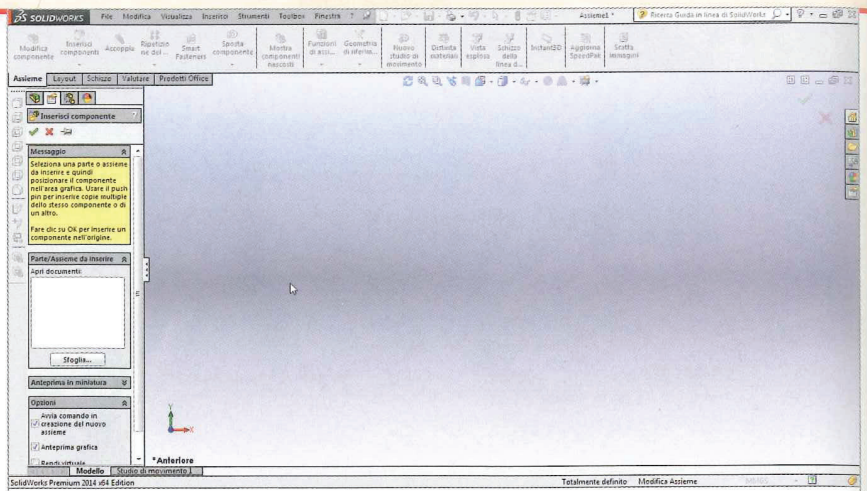
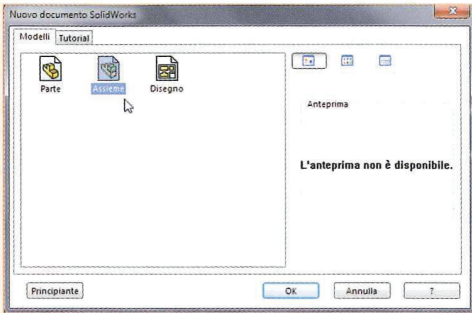
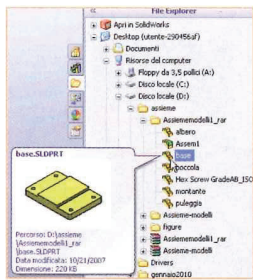


Fig. 14

Dalla finestra di dialogo di sinistra selezionare una parte o un assieme dall'elenco (che mostra i documenti attivi) o fare clic su **Sfoglia** per aprire un documento esistente. Aprire il documento **base**, il cursore assume l'aspetto visibile a lato (fig. 15). Posizionare la base nell'origine delle coordinate premendo il tasto **OK**, in modo da ottenere la perfetta coincidenza dell'origine del componente con quello dell'assieme.



È anche possibile utilizzare un documento di parte già aperto, trascinando l'icona del componente e rilasciandola nella finestra grafica del documento **assieme** (dopo aver affiancato le finestre), oppure trascinare da **esplora ri-**

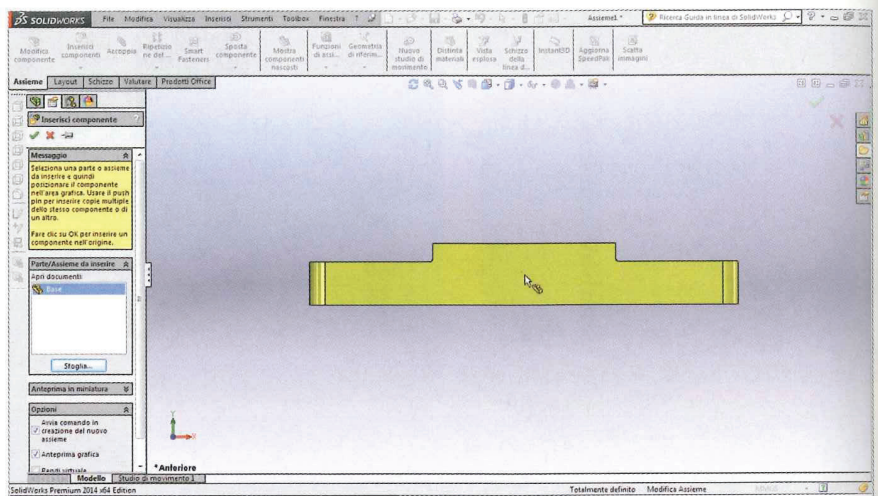


Fig. 15

sorse o dalla scheda **File Explorer** del task pane. Per posizionare l'assieme in vista isometrica è possibile selezionare l'icona relativa alla vista isometrica nella toolbar "visualizza orientamento", oppure in alternativa si può utilizzare il **selettore delle viste**, attivabile con la combinazione di ta-

sti **CTRL + spacebar**. Il selettore si sovrappone al modello per poter scegliere la vista più adatta: sono disponibili viste standard e isometriche aggiuntive rispetto a quelle presenti nella finestra di dialogo orientamento. Selezionare la faccia mostrata in **figura 16**, per orientare l'assieme secondo la vista isometrica.

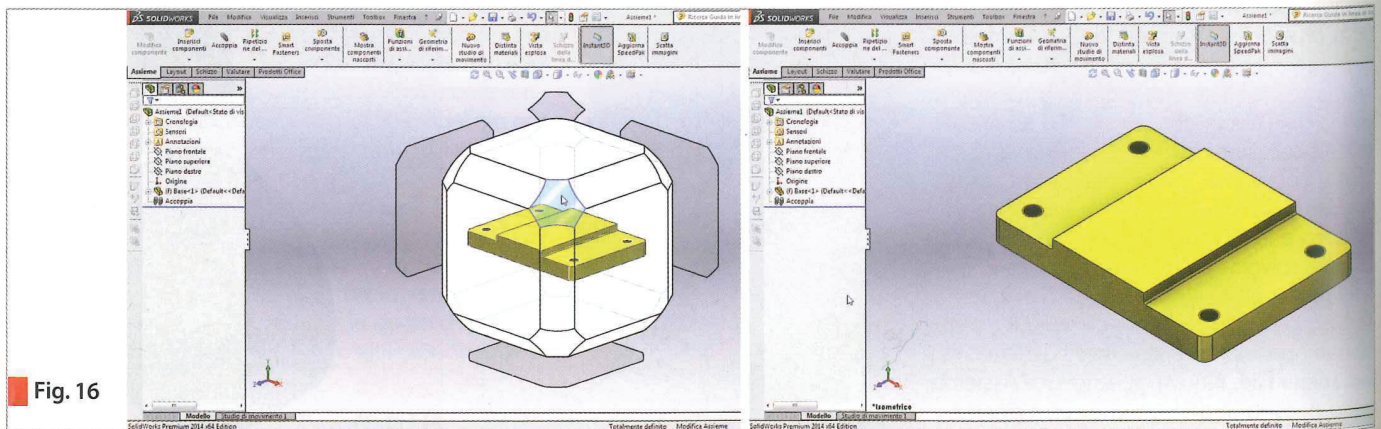
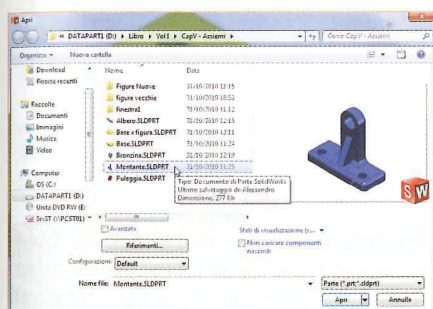


Fig. 16

Nell'albero *feature manager* apparirà come a lato il nome del componente. Il simbolo (f) tra parentesi indica che il componente è completamente vincolato, mentre la cifra dopo il nome indica il numero di istanze del componente.

Fare clic su **Inserisci componenti** nella barra degli strumenti **Assieme** oppure selezionare **Inserisci**, **Componente**, **Parte/Assieme esistente** in modo da aprire i documenti precedentemente salvati. Nella finestra di sinistra premere **Sfoggia** e selezionare ed aprire il file del montante. Cliccare nell'area grafica per posizionare il componente come in **figura 17**.



Una volta collocato un componente in un assieme, è possibile spostarlo, ruotarlo o fissarlo in posizione, utilizzando gli strumenti visibili a lato. Un'altra possibilità di spostamento più semplice è offerta dai tasti del mouse: cliccando e trascinando col tastino sinistro si ottiene lo spostamento del pezzo in tutte le direzioni, mentre l'uso del click-drag col tasto destro consente la rotazione. Un'altra interessante opzione è lo spostamento e la rotazione con la terna di riferimento: trascinando un asse della terna verrà trascinato il componente lungo quella direzione, mentre il trascinarsi di un'ala trascina il componente lungo il piano dell'ala (**fig. 18**). Per la rotazione, si seleziona un anello e si trascina. In questo caso è possibile ruotare il componente

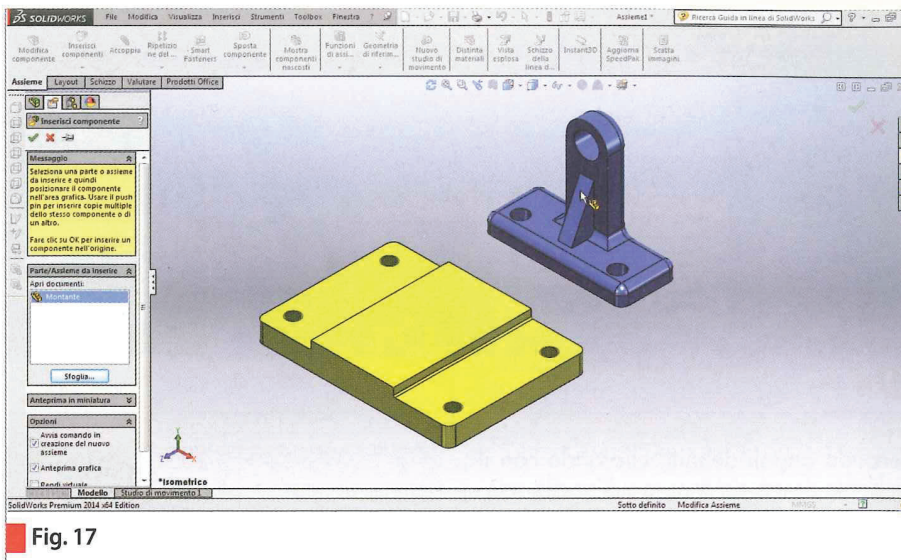
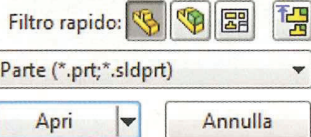


Fig. 17

filtro rapido



Quando si apre un documento o quando si inserisce un documento in un assieme è possibile utilizzare il filtro rapido per poter trovare più facilmente il file.

Le icone permettono di visualizzare nella cartella solamente un determinato tipo di documento: nello specifico, osservando le icone da sinistra a destra, queste hanno le seguenti funzioni:

- Filtra parti
- Filtra assieme
- Filtra messe in tavola
- Filtra assieme di primo livello

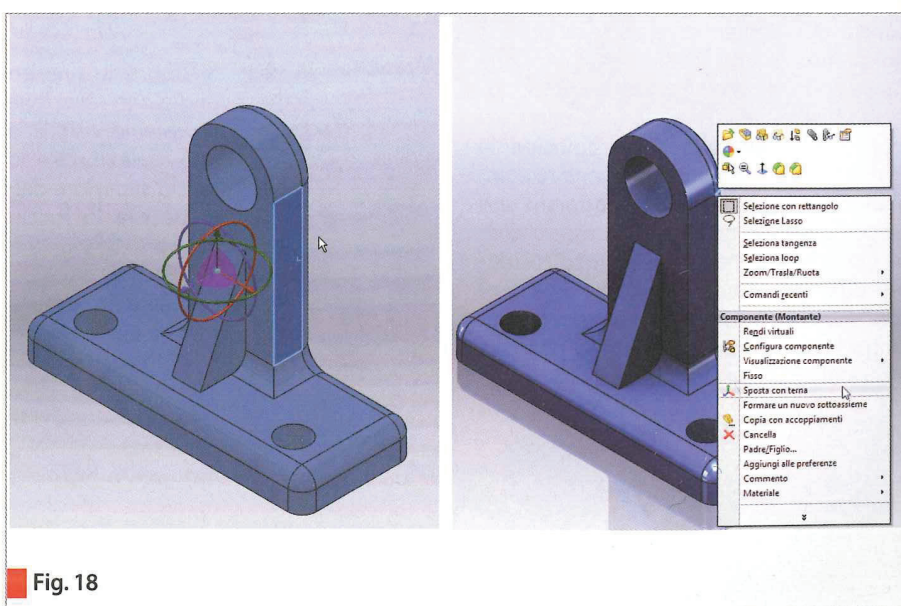


Fig. 18

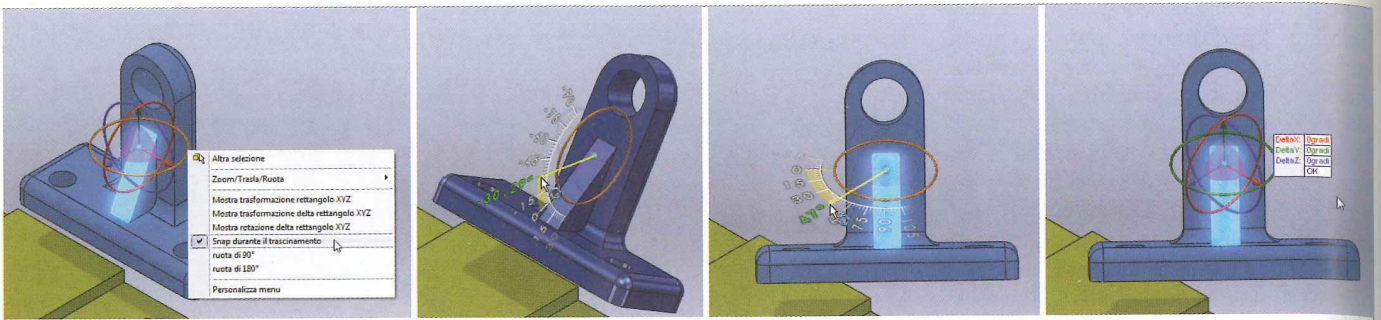


Fig. 19

secondo angoli definiti, cliccando con il pulsante destro del mouse sull'anello selezionato e selezionando **Snap** durante il trascinamento (fig. 19).

Per ruotare con incrementi specifici, cliccare con il pulsante destro del mouse sull'anello selezionato e selezionare **Ruota 90°** o **Ruota 180°**. Per digitare incrementi specifici, fare clic con il tasto destro sulla sfera centrale e selezionare **Mostra rotazione delta rettangolo XYZ**.

Non è consentito però spostare un componente la cui posizione sia fissa (ad esempio la base); in ogni caso lo spostamento del componente è limitato solo al grado di libertà consentito dalle relazioni di accoppiamento. Si ricorda che gli strumenti di spostamento e rotazione della barra degli strumenti di visualizzazione faranno spostare o ruotare l'intero assieme. Gli accoppiamenti generano relazioni geometriche tra i vari componenti di assieme. Aggiungendo gli accoppiamenti, vengono definite le direzioni consentite per lo spostamento lineare o rotatorio dei componenti. Un componente può essere spostato entro alcuni gradi di mobilità, che consentono di visualizzare il comportamento dell'assieme. Ad esempio una relazione di accoppiamento coincidente costringe le facce planari a diventare coplanari: le facce possono spostarsi l'una lungo l'altra ma non possono essere divise. Un accoppiamento concentrico costringe due facce cilindriche a diventare concentriche: le facce si possono muovere lungo l'asse in comune ma non possono essere allontanate da questo asse.

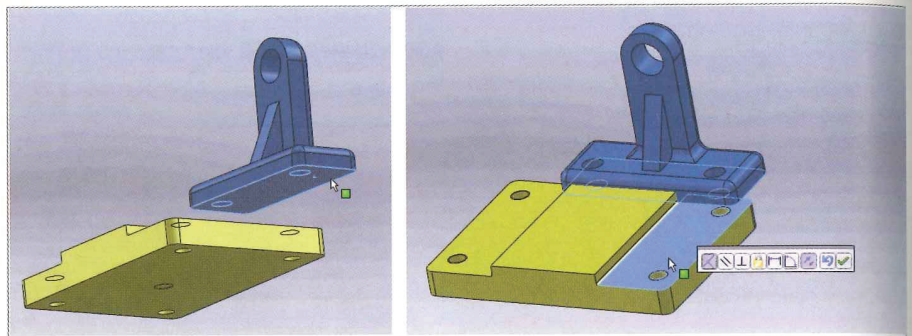
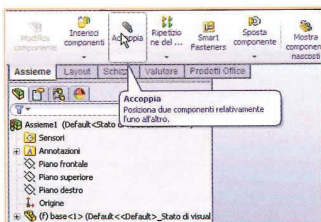
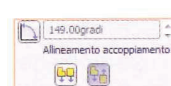


Fig. 20

Il posizionamento del montante rispetto alla base dovrebbe seguire le regole usate nella scelta dei piani di riferimento. Pertanto il primo piano di riferimento, che **orienta** il pezzo nel montaggio, sarà identificato come il piano di appoggio del montante e la faccia superiore della base. Selezionare quindi **Accoppia** nella barra degli strumenti a sinistra, oppure su **Inserisci, Accoppia**.

Si aprirà la finestra di dialogo *relazione d'assieme* visibile a lato. Selezionare la faccia superiore della base e la faccia inferiore del montante come in **figura 20**. Per selezionare la faccia inferiore del montante, è possibile ruotare l'assieme servendosi dei tasti delle frecce. Il sistema interpreta una relazione di coincidenza, spostando i pezzi e proponendo l'accoppiamento del-

la figura (se è stata selezionata l'opzione **Mostra Anteprima**). I nomi delle entità accoppiate compaiono nella finestra di dialogo degli accoppiamenti. Selezionare la relazione desiderata (in questo caso **Coincidente**) in corrispondenza di **Accoppiamenti standard**. In alternativa è possibile anche utilizzare la finestra ad icone visibile a lato del pezzo.



Selezionare, se è il caso, una regola di allineamento, cioè:

- Allineato**, indica che i vettori normali alle facce selezionate puntano nella medesima direzione.
- Antiallineato** indica che i vettori normali alle facce selezionate puntano in direzioni contrarie.

La differenza tra gli orientamenti allineato ed antiallineato è mostrata in **fig. 21**. Una volta verificato l'aspetto dell'assieme dopo la relazione, se si è **soddisfatti dei risultati, selezionare OK** ✓, ed i componenti si sposteranno nelle posizioni specificate come in **figura 22**.

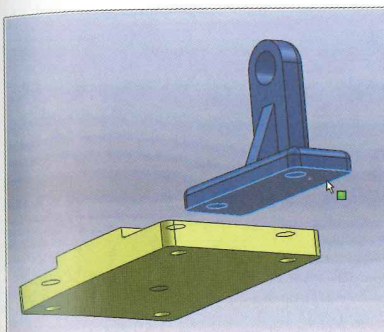


Fig. 21

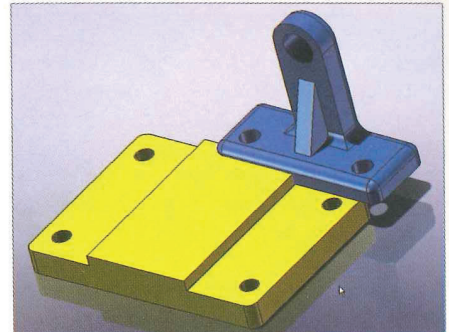
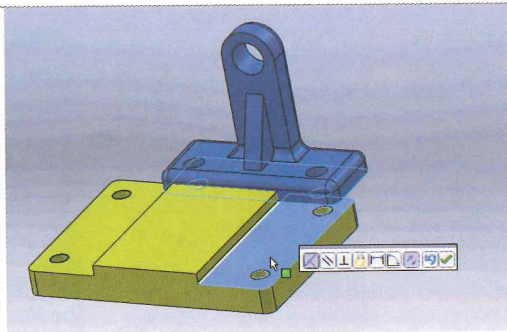


Fig. 22

Per posizionare il montante ed eliminare gli altri gradi di libertà è possibile utilizzare diverse opzioni, come ad esempio la creazione di una nuova relazione di coincidenza selezionando la faccia verticale del montante e quella del bordino della base, oppure i due piani mediani dei componenti. Nel caso specifico, risulta più semplice lo sfruttamento dell'allineamento dei fori, applicando una relazione di concentricità. Si applichi questa relazione, selezionando la faccia cilindrica del foro sinistro del montante e del foro filettato della base come in **figura 23**. I componenti si disporranno come in **figura 24**. Accettare la relazione e selezionare le facce degli altri due fori corrispondenti come in **figura 25**: si noti che nella barra degli strumenti contestuale compariranno le icone relative agli accoppiamenti base che mette a disposizione SolidWorks che possono essere selezionate per creare più rapidamente l'accoppiamento.

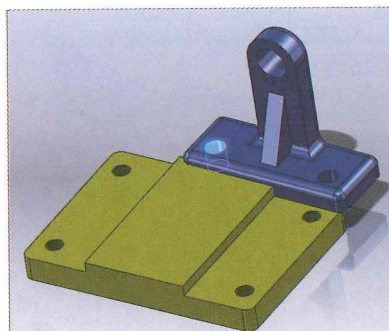


Fig. 23

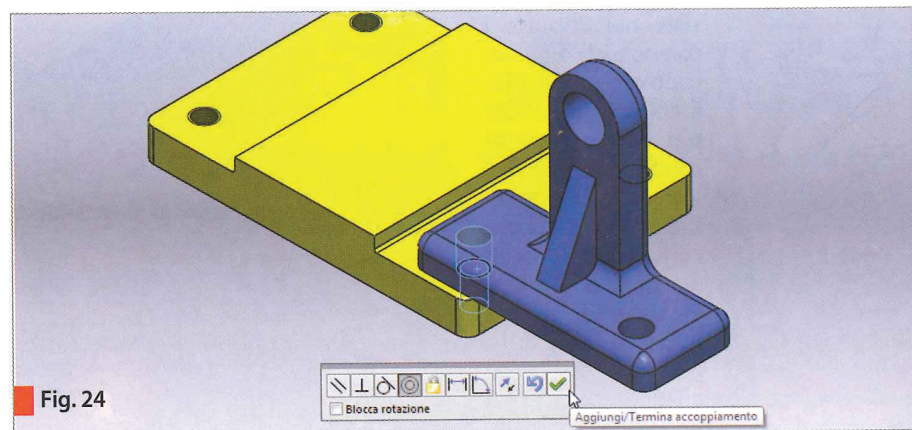
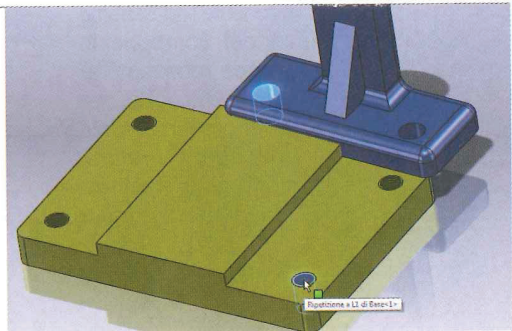


Fig. 24

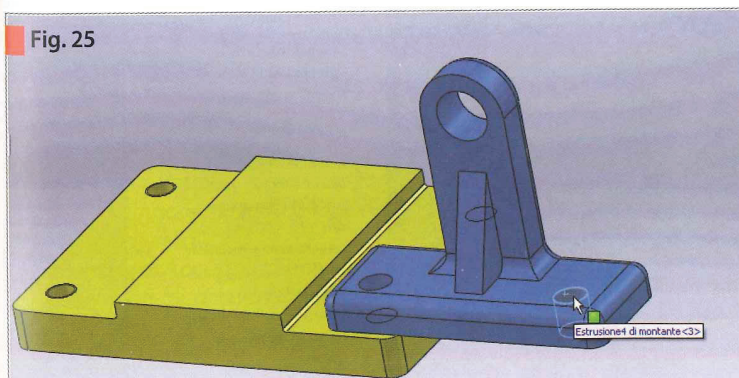
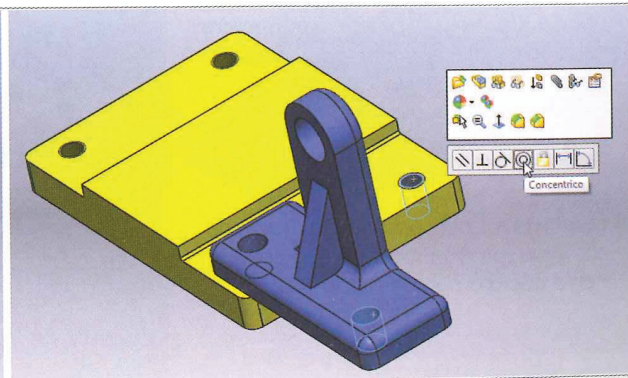


Fig. 25



Cliccando sull'icona "concentrico" si ottiene lo spostamento finale ed il completo bloccaggio del montante come in **figura 26**. Anche se è stata utilizzata la scorciatoia è stato comunque creato un vincolo concentrico che può essere visualizzato nell'albero dell'assieme all'interno della cartella coppia.

A questo punto il montante è completamente posizionato, e non è più possibile alcun spostamento. Sull'albero *feature-manager* apparirà il nome "montante". Poiché i due montanti hanno la stessa forma e dimensioni, è possibile inserire una istanza dello stesso componente nell'assieme selezionando il nome del componente dall'albero *feature-manager*. Tenendo pre-

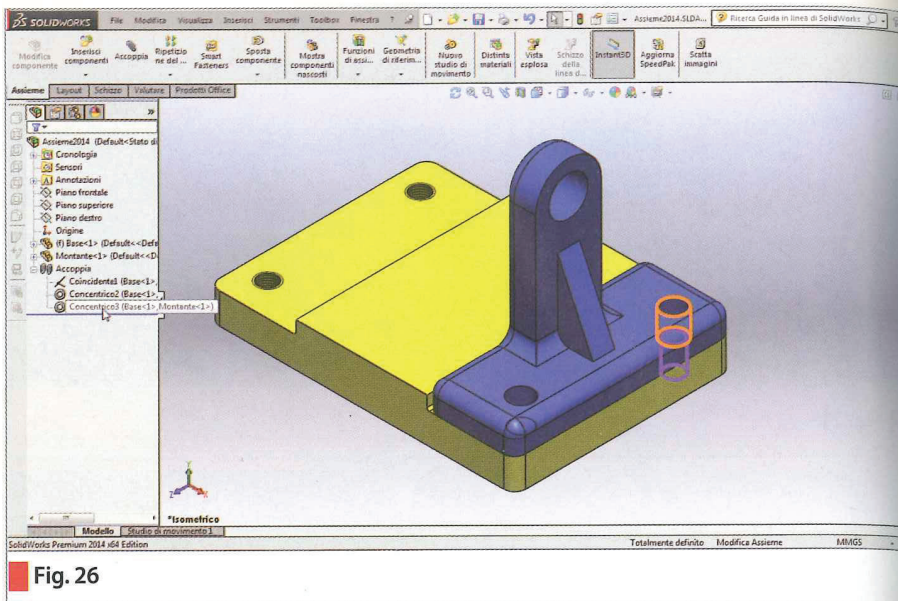
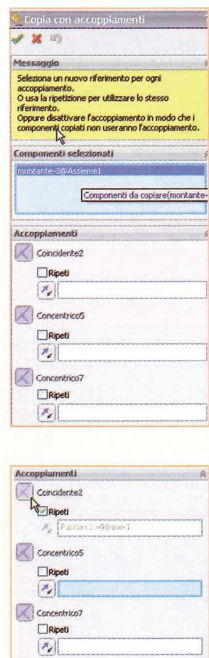


Fig. 26



mutato il tasto CTRL, selezionare il montante dall'albero *feature-manager* e trascinarlo nell'area grafica (**fig. 27**) per poi aggiungere le stesse relazioni di accoppiamento del montante precedente. Esiste però una più semplice procedura che consiste nel copiare i componenti e gli accoppiamenti associati col comando "Copia con accoppiamenti". Selezionare il montante col tasto destro e scegliere **Copia con accoppiamenti** (**fig. 28**). Nel property manager di sinistra apparirà la finestra visibile a lato nella

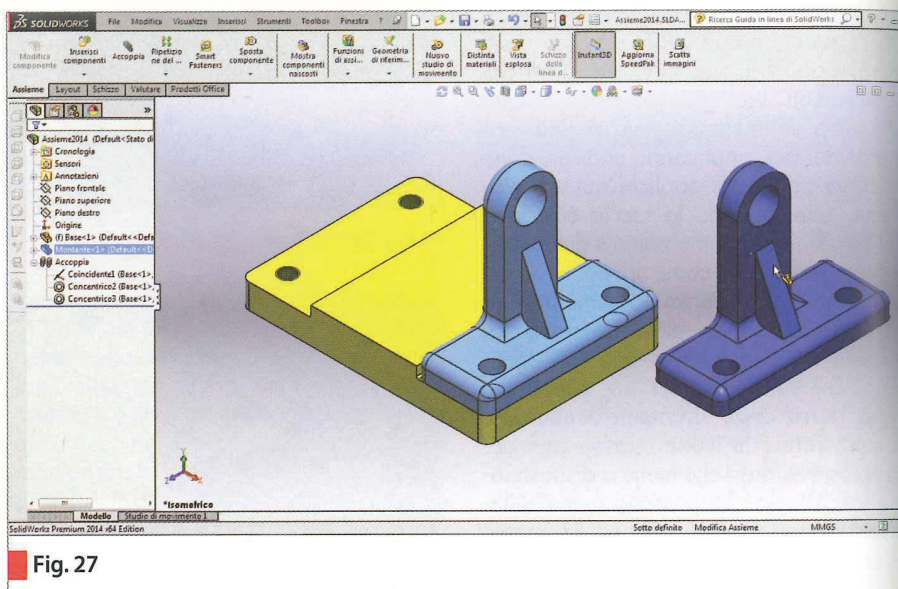


Fig. 27

quale vengono elencati gli accoppiamenti del montante. In questo caso è possibile:

- 1) utilizzare lo stesso riferimento selezionando **Ripetere**. (Selezionare **Ripetere** soltanto se tutte copie in via di creazione utilizzano lo stesso riferimento.).
- 2) Selezionare un nuovo riferimento di accoppiamento selezionando il nuovo riferimento di accoppiamento nell'area grafica.
- 3) Disattivare l'accoppiamento (facendo clic sull'icona) in modo che il componente copiato non ne faccia uso.

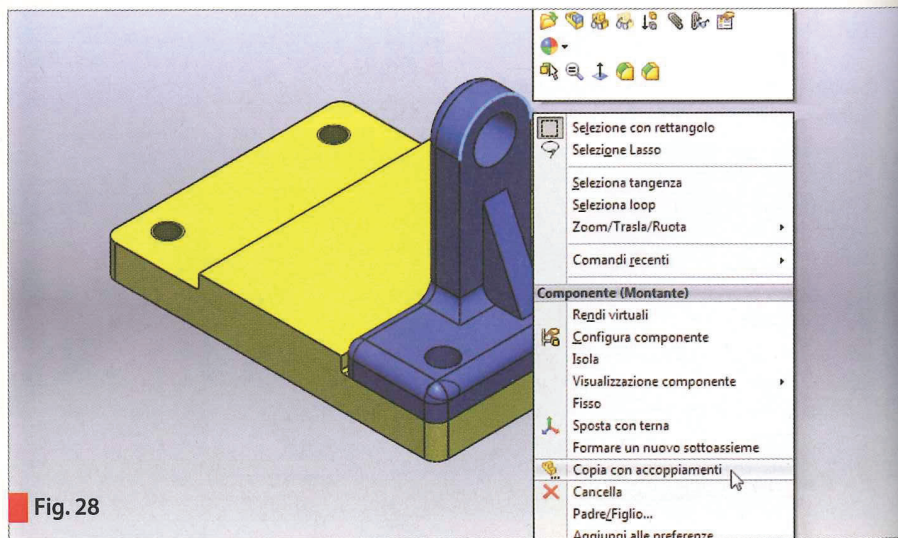


Fig. 28

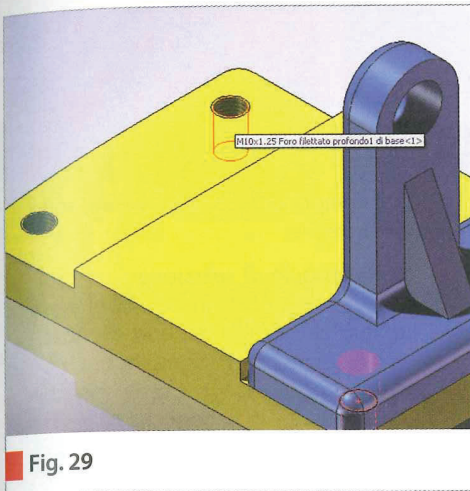
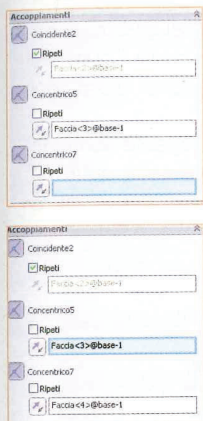


Fig. 29

Nel nostro caso l'unico accoppiamento da ripetere è la coincidenza delle due superfici di base e montante, per cui si seleziona la casella "Ripeti". Le due relazioni di concentricità vanno invertite.



Nella prima relazione di concentricità, selezionare il foro filettato della base opposto a quello di riferimento del montante come in figura 29.

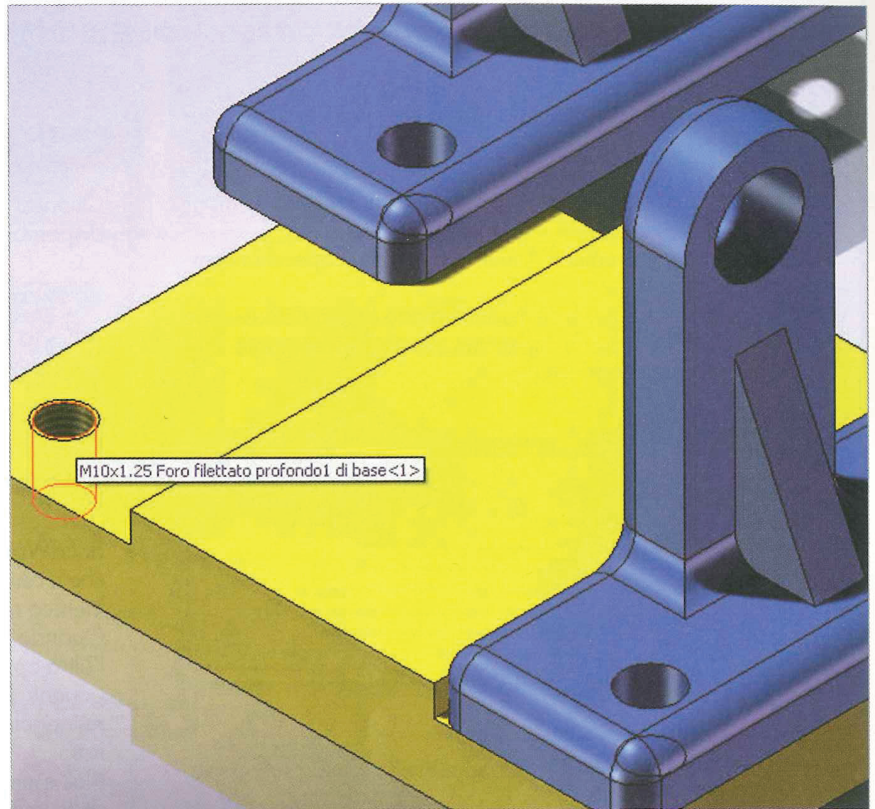
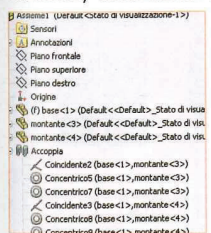


Fig. 30

Viene presentata l'anteprima del secondo montante. Infine per la terza relazione, selezionare l'altro foro della base come in figura 30.



Il risultato finale è quello della figura 31.

Nell'albero di disegno *feature Manager* compariranno i nomi dei componenti aggiunti e le relative relazioni di accoppiamento. Il numero che compare tra parentesi <2> accanto al nome del componente indica la seconda istanza di esso.

Nella sezione *Accoppiamenti* vengono evidenziati gli accoppiamenti con i relativi simboli.

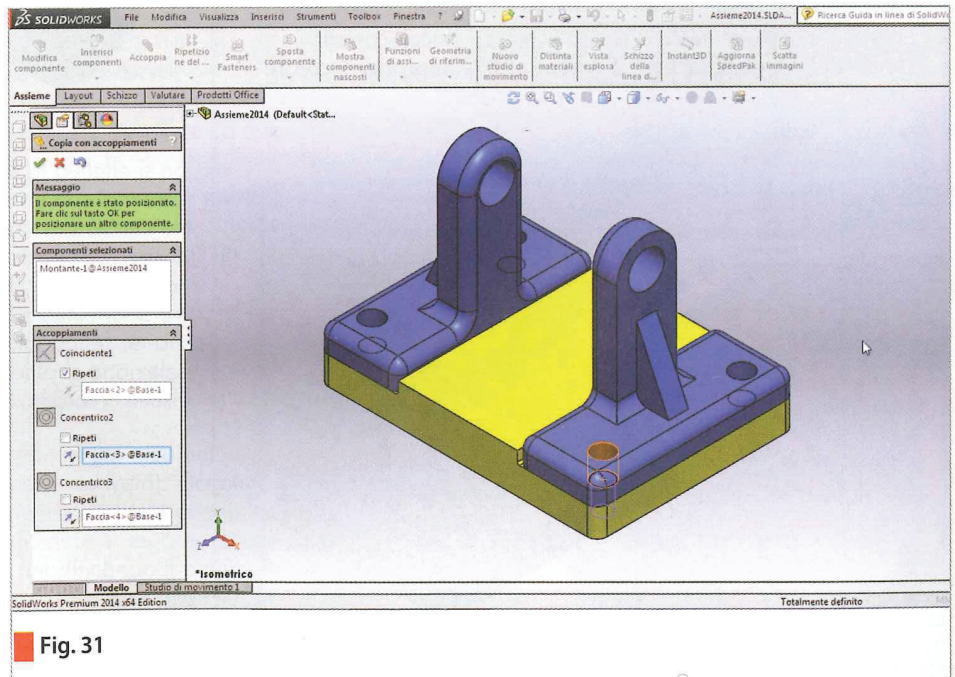


Fig. 31

Specchia Componenti


Per il montaggio della seconda istanza del supporto una ulteriore procedura alternativa è rappresentata dall'utilizzo del comando "Specchia Componenti". Il comando è infatti in grado di specchiare il componente facendo in modo che mantenga gli stessi vincoli.

Dalla barra degli strumenti Assieme si selezioni **Specchia componenti**.

Nel *property manager* si selezioni il **piano destro** dell'assieme per popolare la sezione "specchia piano", e **montante-1** in **componenti da specchiare** (fig. A).



Fig. A

Si clicchi poi sul simbolo  per andare nella scheda successiva.

I simboli di freccia vicino all'opzione "Riorienta componenti" permettono di orientare in modo corretto il componente nel caso in cui l'anteprima non mostri il risultato voluto (figura B e figura C). Una volta scelto l'orientamento desiderato si clicchi su OK per terminare la specchiatura del componente.

Il risultato finale è visibile in figura D. Nell'albero dell'assieme verrà creata una funzione specchia componenti, che garantisce che il componente mantenga sempre i vincoli corretti.

NOTA: il comando specchia componenti è in grado di creare anche **istanze sinistre/destre di componenti**.

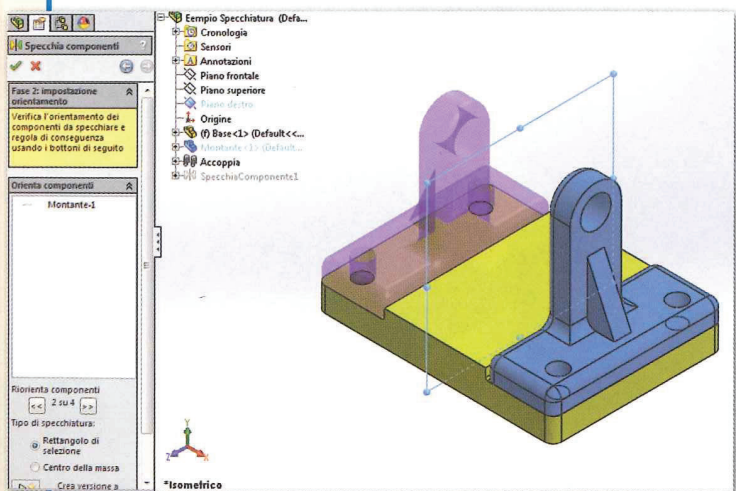


Fig. B

tipo di specchiatura

Quando si specchia un componente in un assieme, sono disponibili due opzioni:

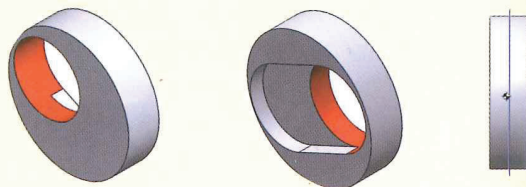
– **Rettangolo di selezione**
SolidWorks costruisce "dietro le quinte" il parallelepipedo di massimo ingombro di ognuno dei due componenti, e posiziona il secondo componente in modo che il centro dei due parallelepipedi sia simmetrico rispetto al piano di specchiatura.

– **Centro di massa**

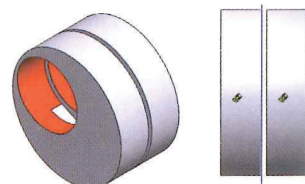
SolidWorks posiziona il secondo componente in modo che il centro di massa dei componenti selezionati sia simmetrico rispetto al piano di specchiatura.

Quando i componenti sono simmetrici scegliere l'una o l'altra opzione non fa alcuna differenza. Nel caso di componenti asimmetrici si suggerisce di utilizzare l'opzione **rettangolo di selezione** per ottenere una specchiatura corretta.

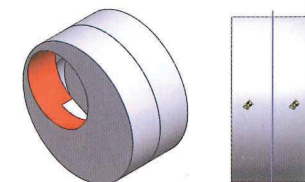
Nell'esempio di figura si noti che il componente contiene delle lavorazioni che lo rendono asimmetrico, e quindi il centro di massa del componente non passa per il centro di simmetria geometrico (piano mediano).



Se si effettua la specchiatura con l'opzione centro di massa i due componenti non sono a contatto, mentre se si utilizza l'opzione rettangolo di selezione si ottiene il risultato corretto.



Centro di massa



Rettangolo di selezione

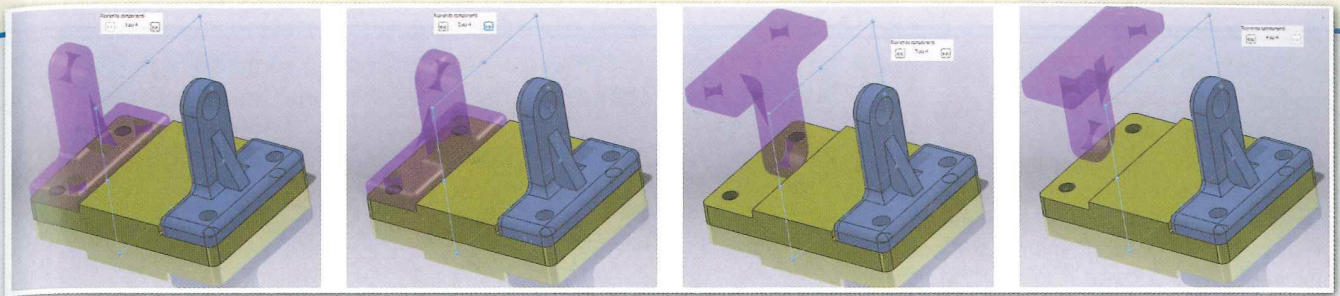


Fig. C

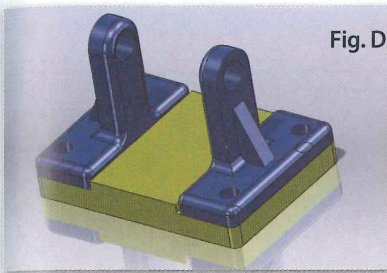


Fig. D

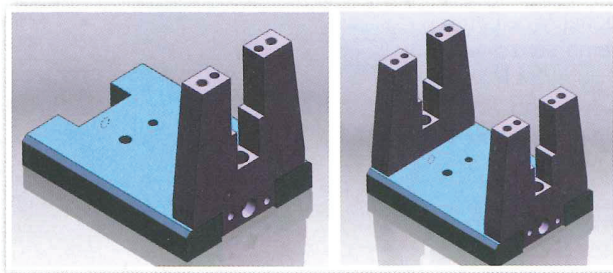


Fig. E

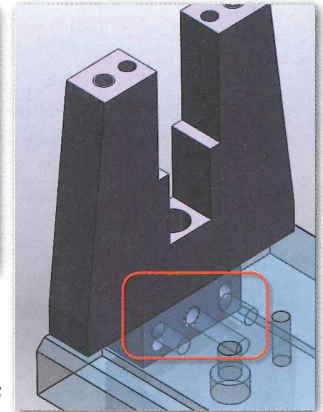
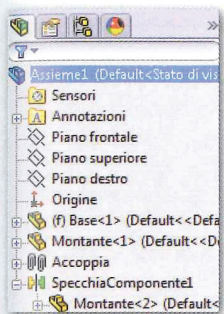


Fig. F



Si osservi l'esempio di figura E, e si supponga di effettuare una semplice specchiatura del montante.

L'utente potrà notare che non c'è corrispondenza tra i fori del componente specchiato ed il montante (figura F).

Questa incongruenza indica chiaramente che il montante deve diventare un montante sinistro (anche le funzioni di foratura devono essere specchiate). È necessario quindi modificare la funzione di specchiatura. Nella finestra in cui l'utente può decidere l'orientamento del componente si deve selezionare "crea versione a mano opposta" (figura G).

Si clicchi poi su ➡ per andare avanti.

In questa finestra l'utente può scegliere tra due possibilità:

- creare un nuovo file del montante sinistro, personalizzandone eventualmente il nome con prefissi, suffissi, o assegnandogli un nome a piacere;
- creare una configurazione derivata nel file originale.

Cliccando ancora su ➡ è possibile selezionare quali elementi dovranno essere ereditati dal montante sinistro (che sarà una parte derivata): filettature, schizzi, piani, ecc. e vi è anche la possibilità di scegliere se mantenere il legame con il componente padre (modificando il montante originale cambia anche il montante sinistro), oppure se interrompere il collegamento (il montante sinistro diventa indipendente).

Si clicchi su OK per terminare il comando. L'utente potrà notare che adesso il componente in versione sinistra presenta delle forature in asse con quelle del componente base (figura H).

Fig. G

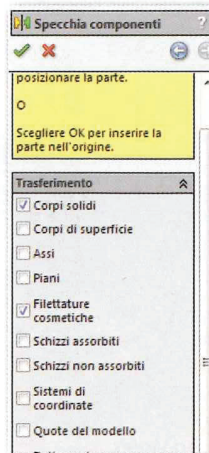
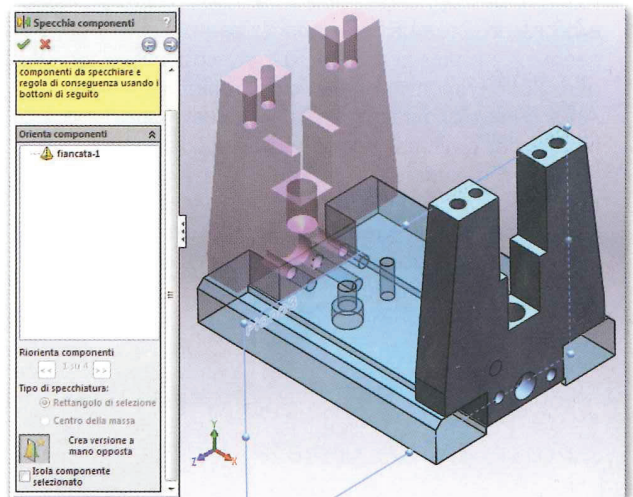
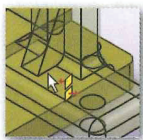


Fig. H

Smart Mates

Per il montaggio dei componenti viene proposta una procedura semplificata sfruttando la funzionalità **SmartMates** che consente all'utente di creare gli accoppiamenti usati comunemente senza utilizzare il *PropertyManager*. Con questa procedura si possono accoppiare due pezzi trascinando il componente dall'area grafica della finestra del componente nell'area grafica della finestra di assieme senza rilasciarla immediatamente. Per trascinare il componente è possibile utilizzare una delle seguenti entità: un bordo circolare o lineare, un asse provvisorio, un vertice, una faccia planare, cilindrica o conica.

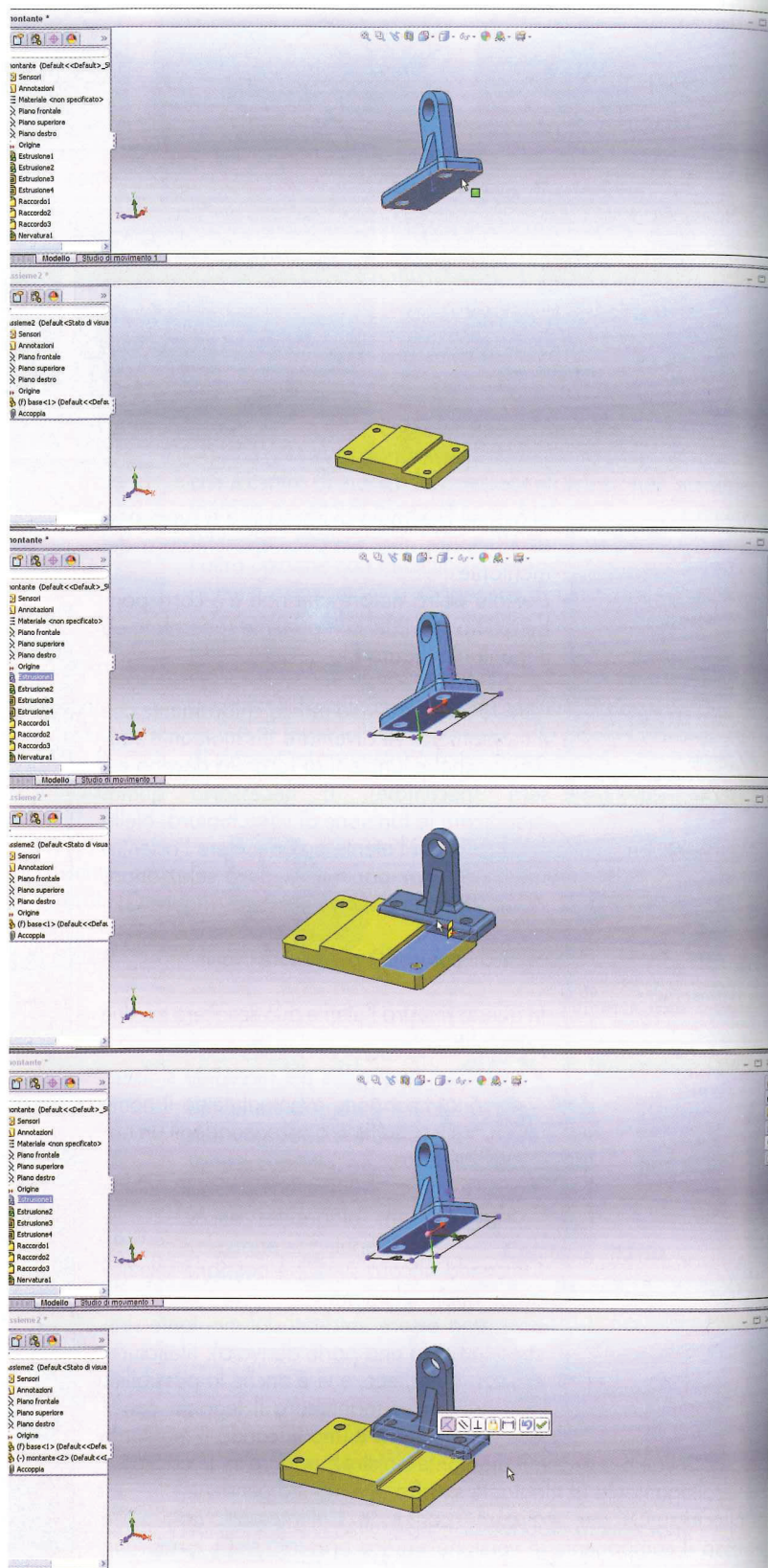


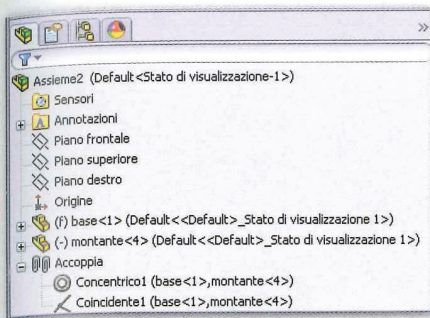
Quando il puntatore si trova sopra un'entità di un altro componente che potenzialmente potrebbe fungere da relazione, questo cambierà per indicare il tipo di relazione risultante se il componente fosse rilasciato in questo punto. Un'anteprima del componente scatta in posizione. Se l'anteprima indica che è necessario cambiare la condizione di allineamento, premere il tasto **Tab** per capovolgere l'allineamento (allineato/anti-allineato). Affiancare orizzontalmente le finestre del montante e dell'assieme, selezionare la faccia inferiore del montante e trascinarla nell'assieme sopra la base. Quando la relazione automatica assume l'aspetto visibile a lato, rilasciare il componente. Un accoppiamento di coincidenza viene aggiunto automaticamente.

ENTITÀ DI ACCOPPIAMENTO	TIPO DI ACCOPPIAMENTO	CURSORE
2 bordi lineari	coincidente	
2 facce planari	coincidente	
2 vertici	coincidente	
2 facce coniche o 2 assi provvisori	concentrico	
2 bordi circolari	concentriche e coincidente	

La tabella seguente descrive i tipi di relazione automatica supportati.

Montaggio del montante con gli SmartMates.





Si supponga di partire dalla posizione del montante e della base di figura 17. La procedura per l'ottenimento delle relazioni automatiche è la stessa, solo che bisogna trascinare il montante premendo contemporaneamente il tasto **ALT**.

Ruotare il montante come nella figura **A**, selezionare il bordo circolare e trascinare il montante sulla base tenendo premuto il tasto **ALT**. Non appena diventa visibile il simbolo a lato, rilasciare il componente (fig. **B**). In questo caso viene aggiunta una relazione automatica di concentricità dei fori e di coincidenza della facce planari, come si rileva dall'albero feature-manager. Per aggiungere l'altra relazione, selezionare la parete interna del foro del montante e, premendo il tasto **ALT**, trascinarlo sull'altro foro fino a quando compare il simbolo a lato. Rilasciare il componente e accettare la posizione finale come in figura **C**.

È possibile in alternativa utilizzare la funzionalità SmartMates tramite un comando dedicato.

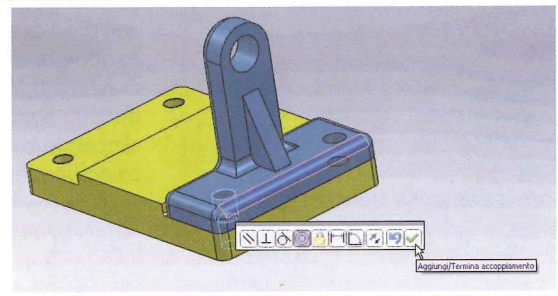
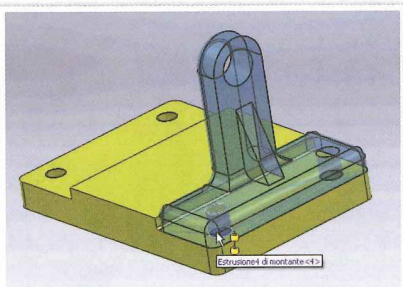
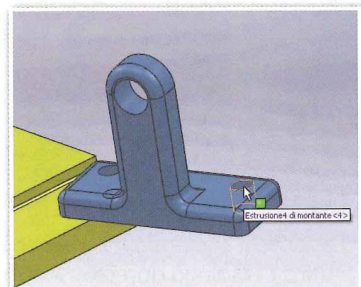
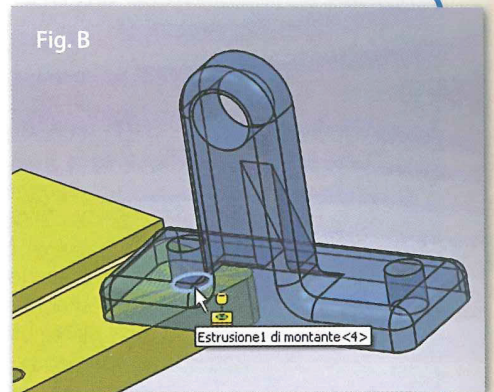
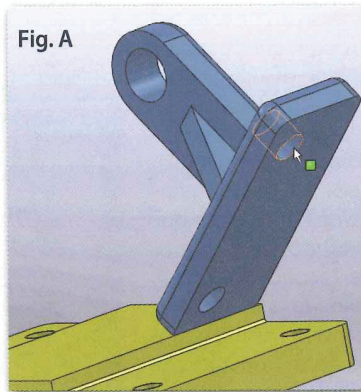


Fig. C

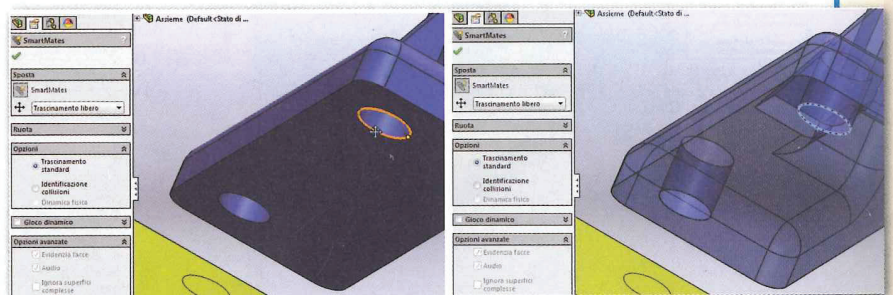
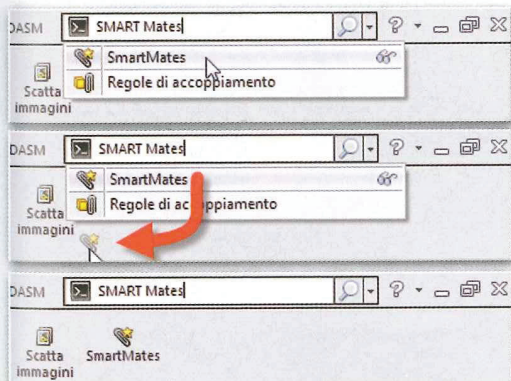


Fig. D

Utilizzare la ricerca comandi per aggiungere l'icona SmartMates.

Lanciare il comando smart mates e poi fare doppio click sul bordo del foro del montante (Fig. **D**): il montante diventerà trasparente. Successivamente cliccare sul foro della base (Fig. **E**): il componente si posizionerà coincidente col la superficie piana e concentrico con il foro.

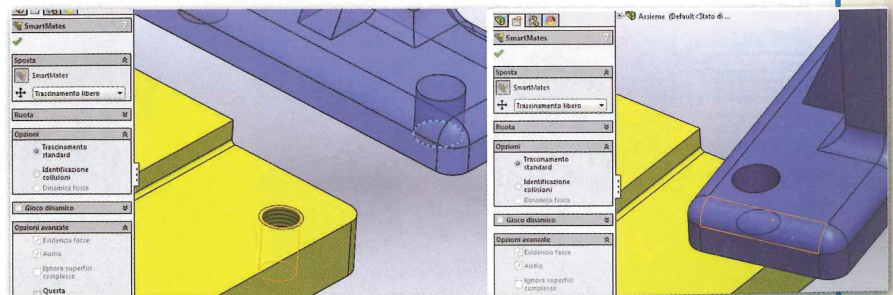
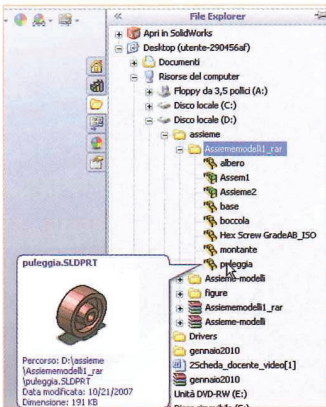


Fig. E



Il passo successivo consiste nel montaggio degli altri componenti che devono essere montati con una relazione di coassialità col foro del montante. Inserire i componenti albero, puleggia e boccola direttamente dal File Explorer del task pane o da Windows Explorer (selezionare l'icona del documento di Solidworks e, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, trascinare il documento nell'area grafica (fig. 32).

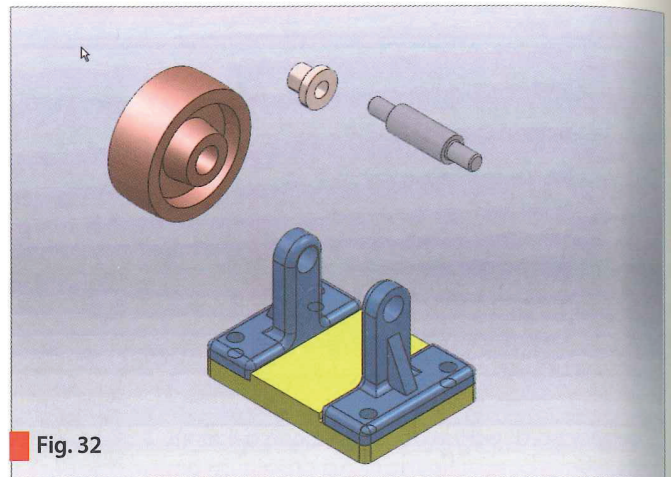
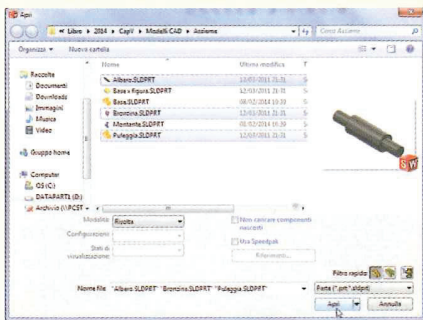


Fig. 32

in alternativa
inserimento multiplo di componenti



Con il comando **inserisci componente** è possibile selezionare più componenti nella finestra di dialogo apri, per poi inserirli nell'assieme in una sola operazione.

Lanciare il comando **inserisci componente**, poi cliccare sul bottone sfoglia: nella finestra di dialogo apri selezionare albero, puleggia, e boccola, poi cliccare su apri. Verrà visualizzato l'albero sul puntatore del mouse (Fig. A): posizionare l'albero nell'area grafica. Posizionare poi la boccola (Fig. B) e la puleggia (Fig. C). L'operazione di assemblaggio risulta ancora più veloce se il componente ha una **regola di accoppiamento**: se l'albero ha una regola di accoppiamento, non appena viene puntato il mouse sul foro del montante il componente effettua uno snap (Fig. D), e cliccando col tasto sinistro del mouse vengono automaticamente creati dei vincoli di coincidenza e concentricità.

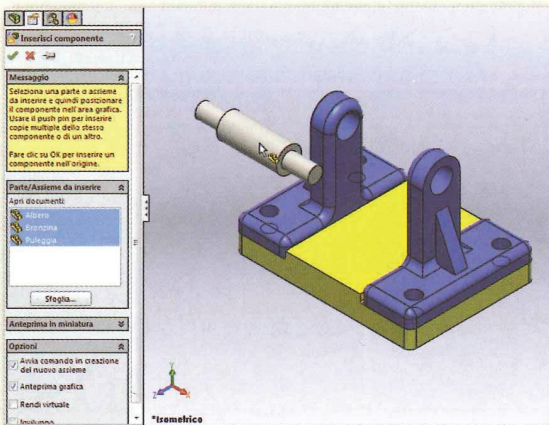


Fig. A

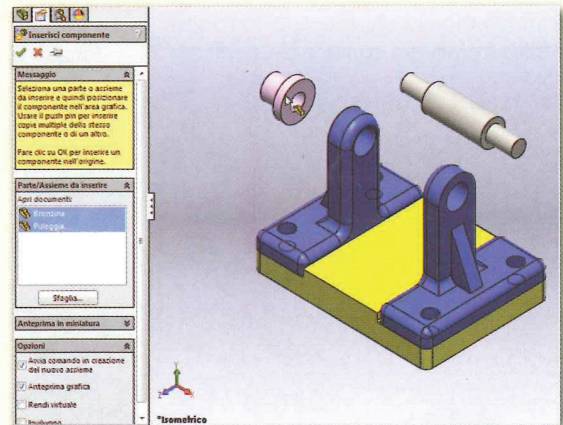


Fig. B

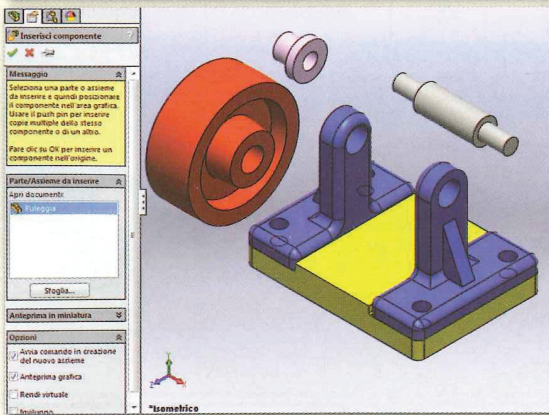


Fig. C

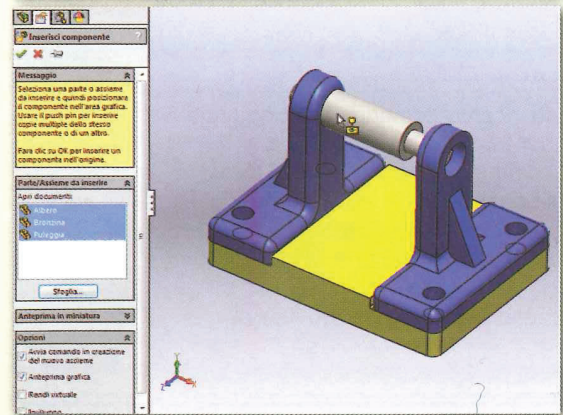


Fig. D

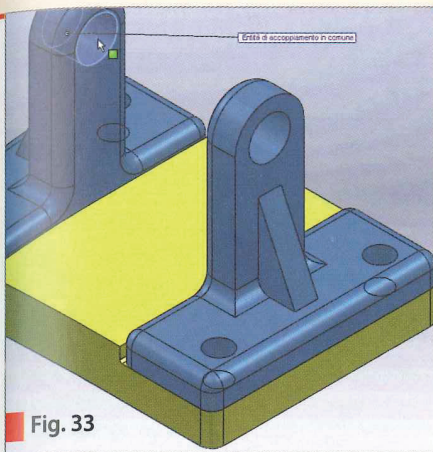


Fig. 33

Cliccare sul comando **Accoppia** e nella finestra *Property manager* selezionare l'icona "Modalità multipla di accoppiamento" che consente di fissare più componenti ad un riferimento comune in una sola operazione. Come entità di accoppiamento comune, selezionare il foro di uno dei due montanti come in **figura 33**. Nella sezione multi-accoppiamento selezionare le entità cilindriche dell'albero, della boccia e della puleggia fino a far allineare i componenti come in **figura 34**. Selezionare **OK** per confermare.

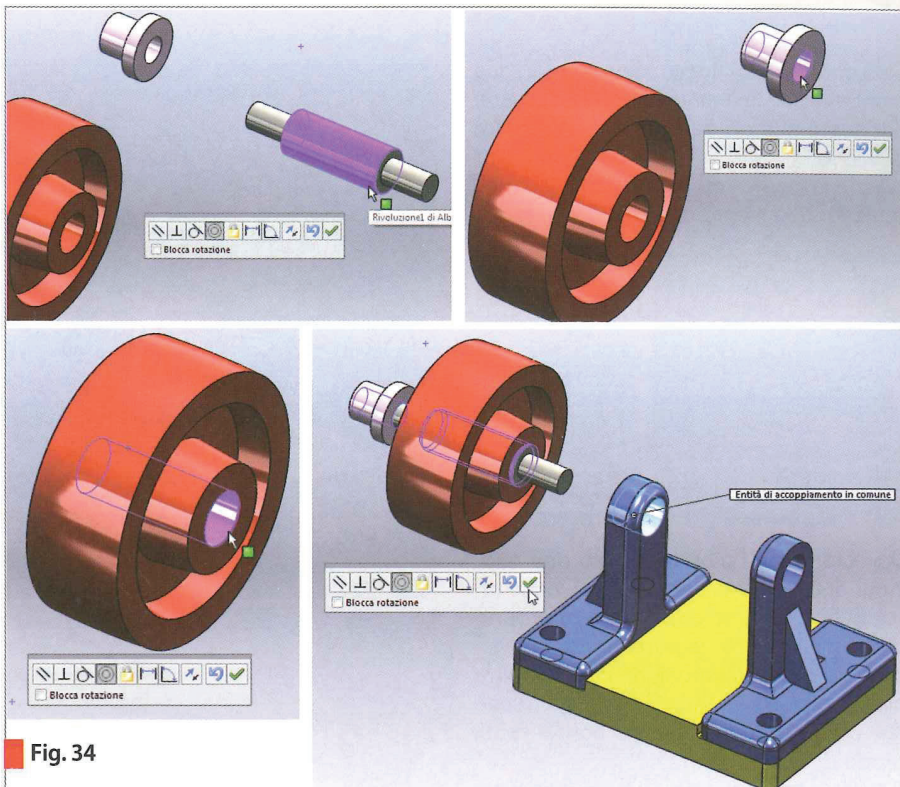
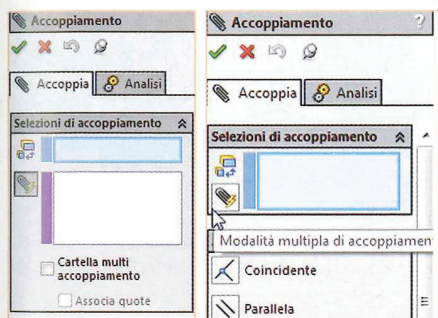


Fig. 34



Si sposti l'albero dalla posizione corrente trascinandolo col tastino sinistro (**fig. 35**). Poiché l'albero sarà centrato rispetto ai due montanti, conviene sfruttare l'accoppiamento "larghezza". Selezionare **Accoppia** nella barra degli strumenti **Assieme** oppure selezionare **Inserisci, Accoppia**. In **Accoppiamenti avanzati**, cliccare su **Larghezza** e accoppiamenti avanzati. Si apriranno le due finestre come in **fig. 36**.

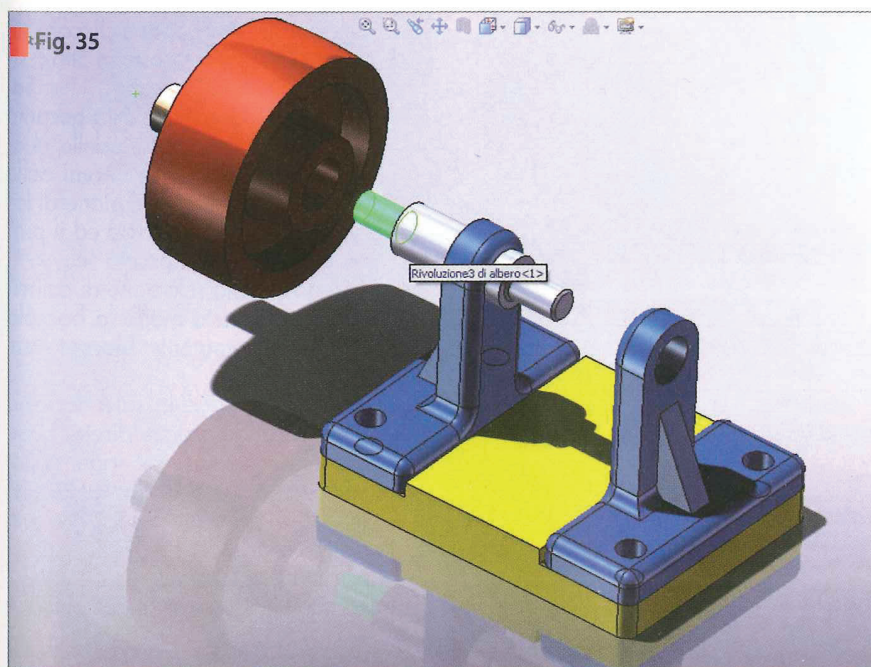


Fig. 35

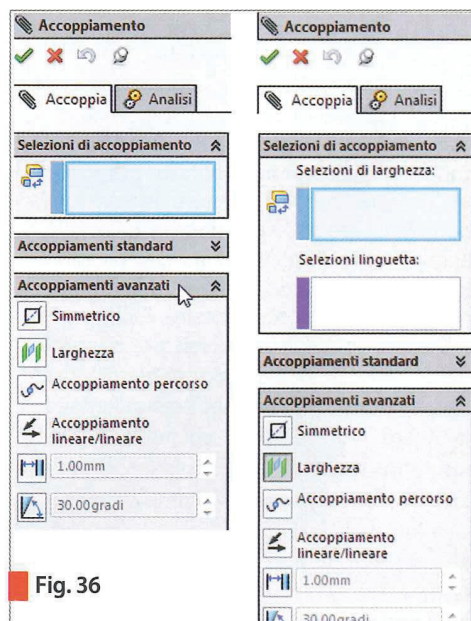
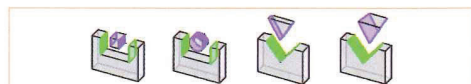


Fig. 36



Un accoppiamento in larghezza consente di centrare un elemento prismatico entro la larghezza di una scanalatura. L'accoppiamento richiede l'indicazione di un riferimento di larghezza di una scanalatura (due facce planari parallele o non) e un riferimento per l'elemento da centrare (due facce planari parallele o non, una faccia cilindrica o un asse).

Selezionare due facce planari dei due montanti per **Selezioni di larghezza** e le due facce planari dell'albero per **Selezioni linguetta** come in **figura 37**. Dopo aver selezionato **OK** l'albero sarà centrato rispetto ai due montanti.

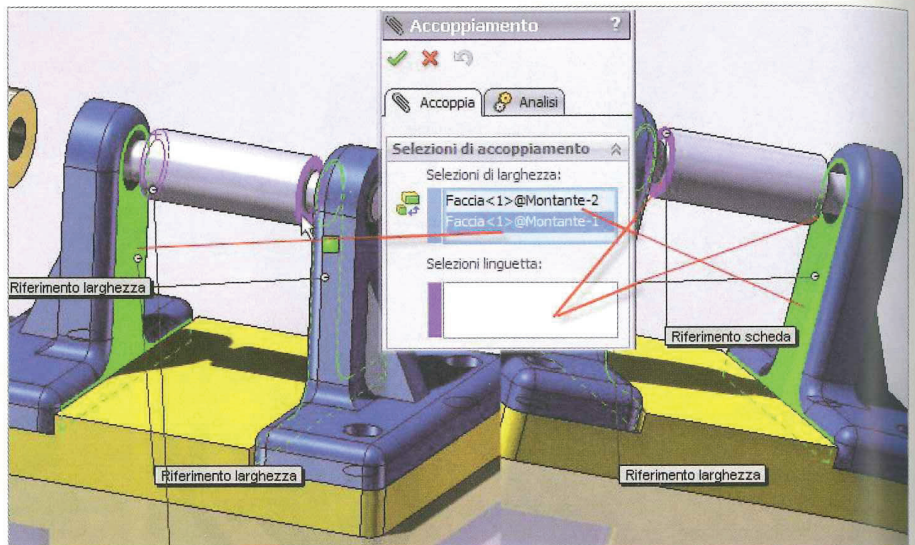
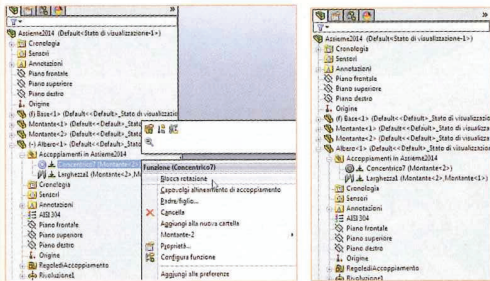



Fig. 37

Da notare che l'albero ha solo due relazioni di accoppiamento, per cui viene lasciato libero di ruotare attorno al proprio asse. Nell'albero *feature-manager*, accanto al nome dei montanti non compare alcun simbolo, e questo vuol dire che sono completamente definiti, non hanno alcun grado di libertà.

Accanto al nome dell'albero compare però il simbolo (-): il componente è floating, non essendo stato ancora fissato completamente nell'assemblato.

È possibile fissarlo completamente bloccando il grado di libertà di rotazione attorno all'asse: cliccare sul simbolo + di fianco all'albero nel feature manager dell'assieme per visualizzare le sue funzioni. Cliccare sul + di fianco alla cartella *Accoppiamenti in Assieme1* per visualizzare solo gli accoppiamenti dell'albero. Infine cliccare col tasto destro sull'accoppiamento concentrico e selezionare dal menù contestuale **"blocca rotazione"**.

Il simbolo dell'accoppiamento concentrico cambierà in  e accanto al nome dell'albero non ci sarà più il simbolo (-) ad indicare che il componente è completamente vincolato. In questo caso l'albero deve poter ruotare, quindi annullare l'operazione (CTRL + Z).

Per il posizionamento della prima boccia, nel comando **Accoppia** selezionare la sua faccia planare e quella dell'albero come in **figura 38**. Cliccare su **OK** per accettare una relazione di coincidenza. La boccia deve essere collegata con interferenza sul montante, per cui è necessario eliminare l'ultimo grado di libertà (rotazione attorno al proprio asse).

È possibile utilizzare una procedura alternativa al comando **blocca rotazione**, che consiste nello stabilire una relazione di coincidenza o parallelismo tra due piani.

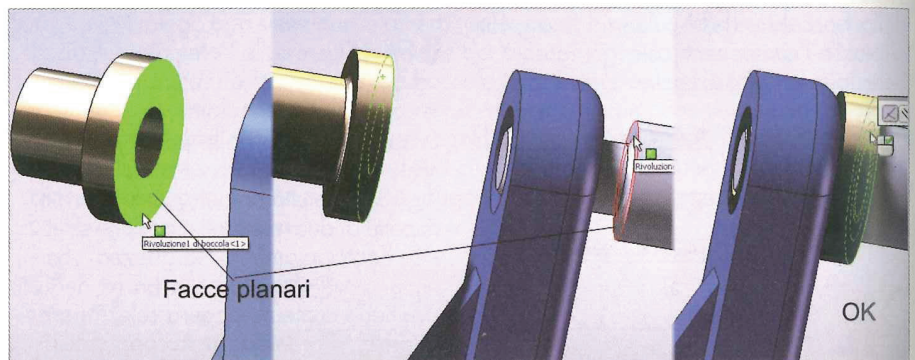


Fig. 38

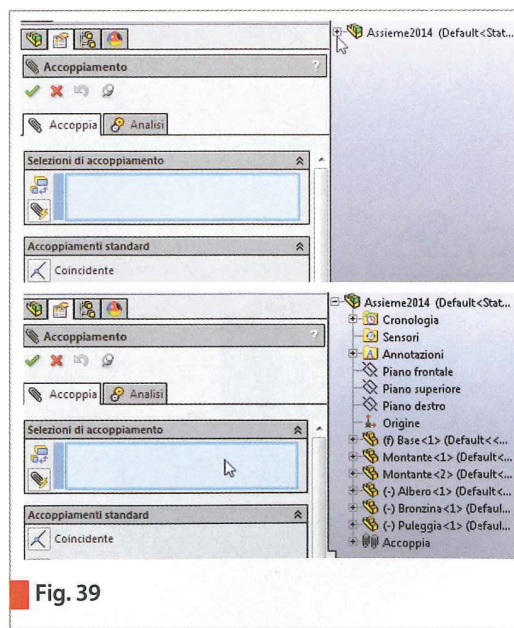


Fig. 39

Selezionare **Accoppia** e cliccare sul nome dell'assieme posto in alto a sinistra dell'area grafica (**fig. 39**). Selezionare l'icona (+) posta accanto al nome del montante e della boccia per far apparire i nomi delle funzioni. Selezionare il piano di lavoro **destro** del montante ed il piano **frontale** della boccia (**fig. 40**). Assegnare una relazione di coincidenza. In questo modo la boccia sarà completamente bloccata sul montante.

La seconda boccia sarà caricata come seconda istanza direttamente dall'albero *feature-manager*. Cliccare sul nome col tastino **CTRL** premuto, e trascinare la boccia nell'area grafica (**fig. 41**).

Aggiungere le stesse relazioni della boccia precedente (coassialità col

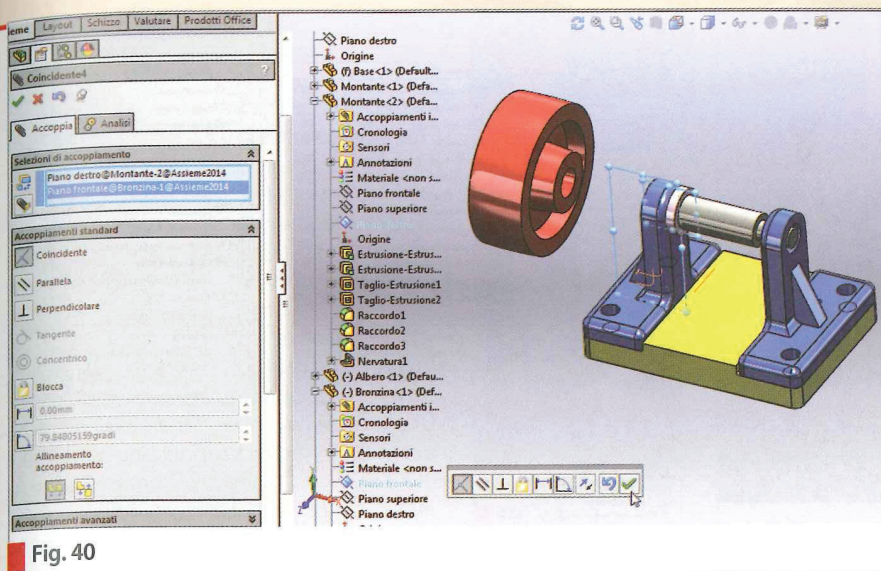


Fig. 40

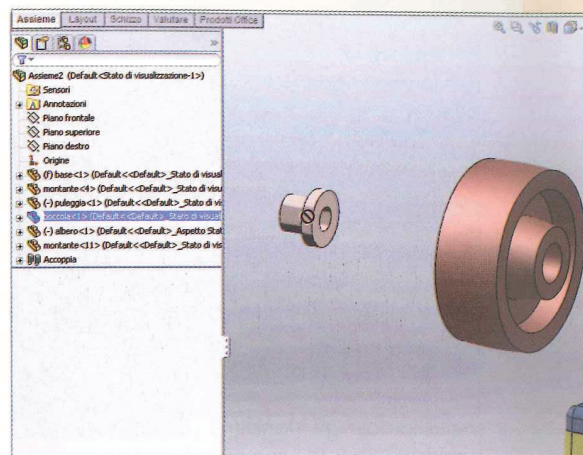


Fig. 41

montante, coincidenza facce planari con l'albero e coincidenza piani destro e frontale). Si raccomanda di disporre l'orientamento della boccia nella giusta direzione (fig. 42).

Posizionare la puleggia inserendo un accoppiamento di coincidenza con la corrispondente faccia della boccia. La puleggia sarà collegata con interferenza con l'albero, e quindi l'inserimento della puleggia prevederà un'altra relazione di accoppiamento, oltre a quelle di coassialità con l'albero e coincidenza con la faccia della boccia. Per la terza relazione anche in questo caso si può utilizzare un piano principale dell'albero ed un piano della puleggia (fig. 43).

I montanti devono essere collegati alla base con quattro viti mordenti M10x25 UNI

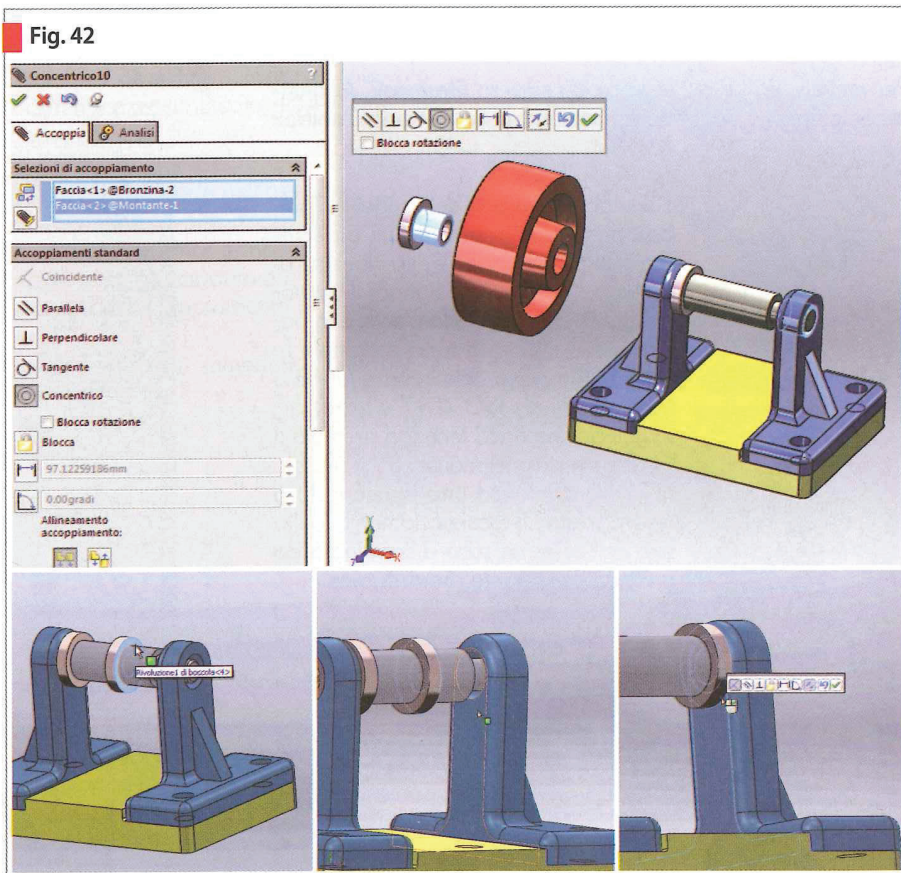


Fig. 42

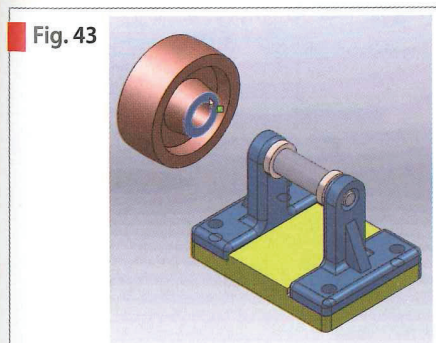
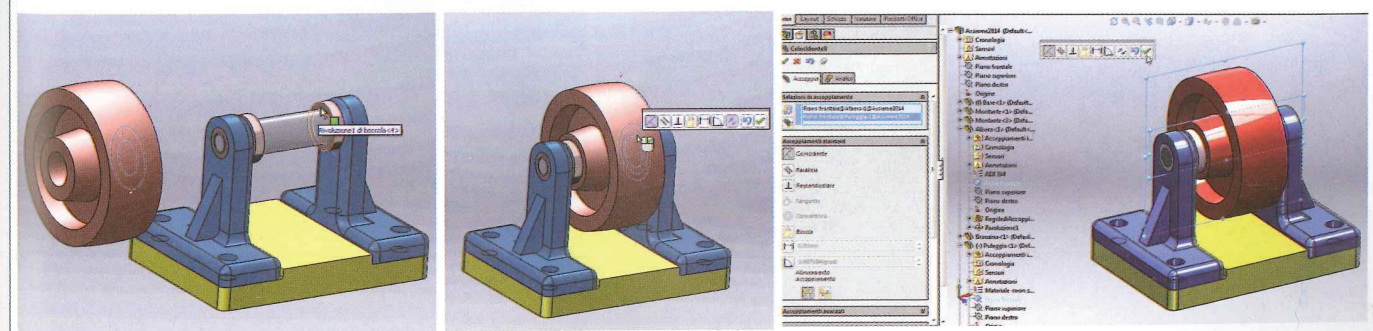


Fig. 43



EN ISO 4017 (fig. 44).

Per la creazione delle viti si userà l'ambiente di lavoro **Toolbox**. **SolidWorks Toolbox** è una libreria di parti standard pienamente integrata al programma SolidWorks e supporta diversi standard internazionali, tra i quali: ANSI, BSI, DIN, ISO. È possibile personalizzare la libreria di parti SolidWorks Toolbox includendovi gli standard aziendali oppure i componenti di uso frequente. In Toolbox è necessario selezionare la normativa ed il tipo di parte da inserire, quindi trascinare il componente nell'assieme.

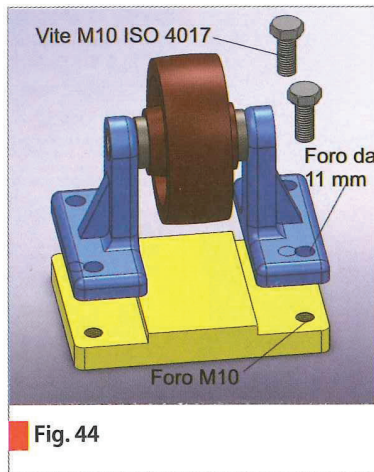


Fig. 44

Per attivare le librerie **Toolbox** cliccare su **Strumenti, Aggiunte**. Selezionare **SolidWorks Toolbox** e **SolidWorks Toolbox Browser**. Fare clic su **OK** (fig. 45).

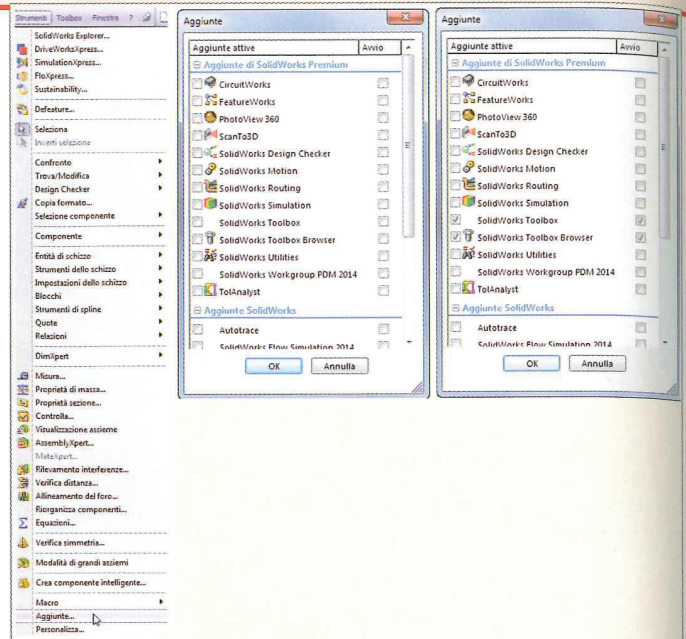


Fig. 45



Selezionare **Libreria del progetto**, **Toolbox** fino a far apparire tutti gli standard internazionali. Dalla finestra di dialogo di fig. 46 selezionare il catalogo **ISO**, il capitolo **Bulloni e viti** e la pagina **Bulloni e viti a testa esagonale** in **Toolbox Browser**. Selezionare la vite a testa esagonale ISO 4017 e trascinarla nell'area grafica tenendo premuto il tastino sinistro del mouse. Se si rilascia la vite accanto ad una funzione foro appropriata, il posizionamento della vite nell'assieme sarà determinato da un accoppiamento **SmartMates** (fig. 47).

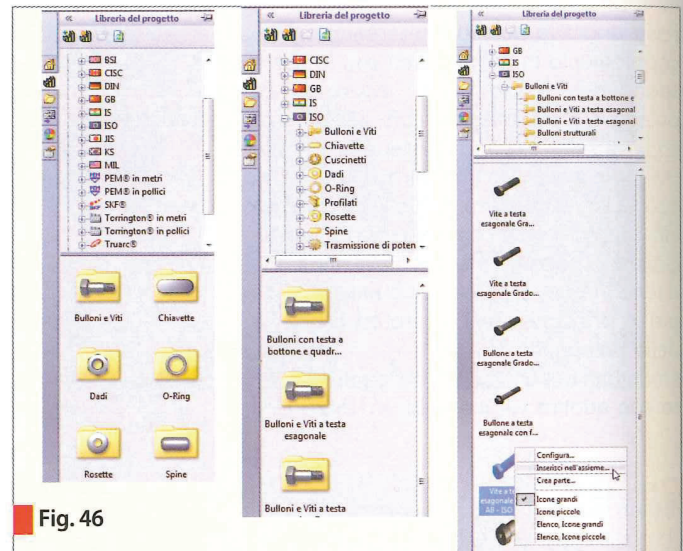


Fig. 46

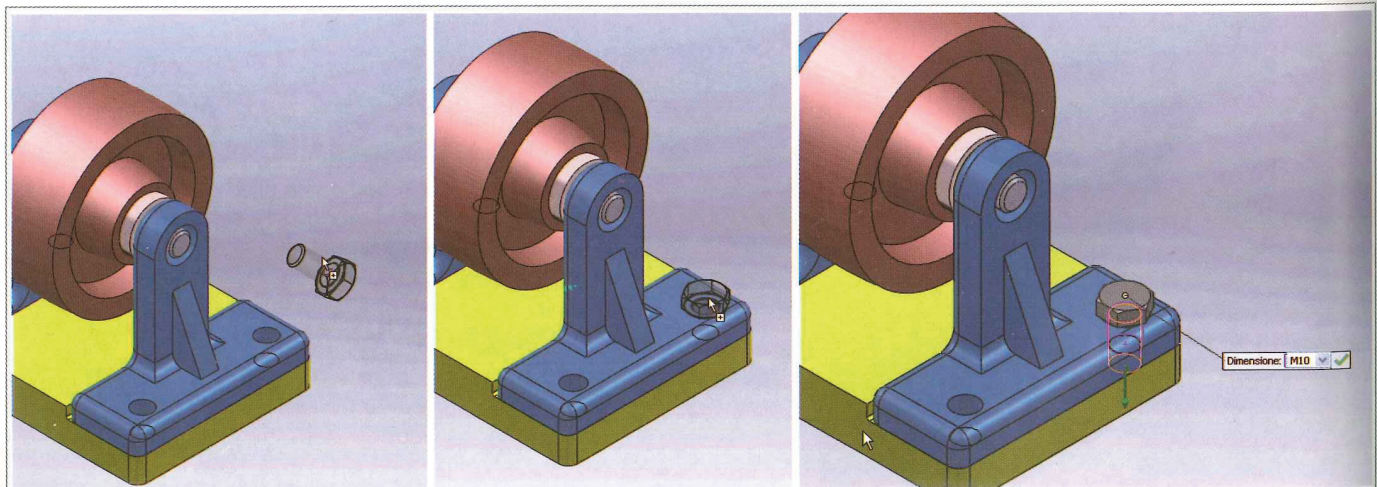
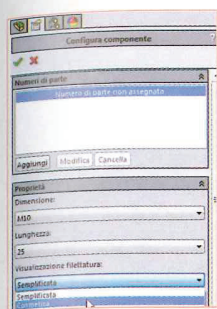


Fig. 47



Il sistema calcola la dimensione più opportuna del foro e, al termine del trascinamento, viene visualizzata una finestra di dialogo di dialogo property manager per la selezione dei parametri unificati più idonei. Verificare che la dimensione impostata sia M10 e scegliere una lunghezza pari a 25 mm e visualizzazione **Cosmetica**.

Esistono infatti tre modi di visualizzazione per viti e bulloni:

- **Vista semplificata** che rappresenta i componenti con pochi dettagli chiave. Questa è la tecnica più comune e rappresenta viti e bulloni senza filettature.



- **Vista cosmetica** che rappresenta alcuni dettagli di questi componenti. Ad esempio, viene visualizzata la filettatura di una vite e la sua estensione.



- **Vista schematica** che fornisce una rappresentazione molto dettagliata degli elementi filettati ed è l'ideale per ottenere una rappresentazione realistica durante la progettazione di elementi di fissaggio come viti e bulloni.

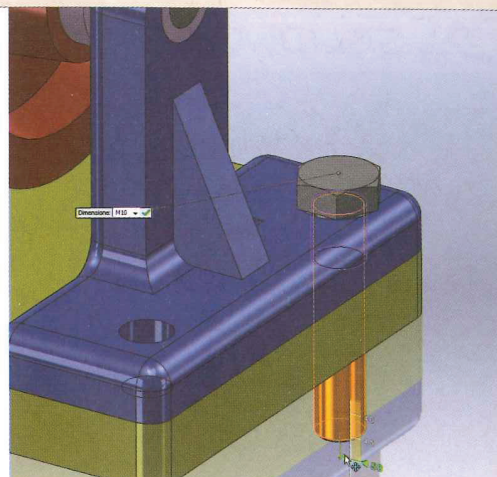
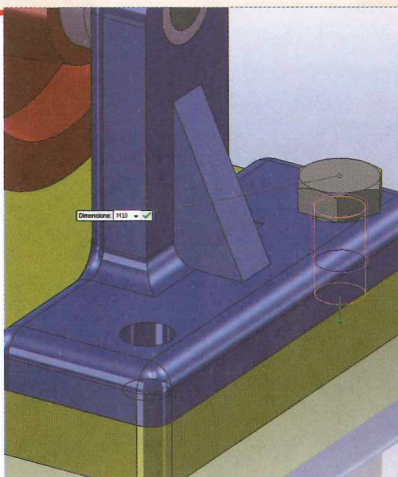
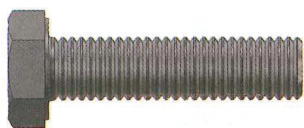
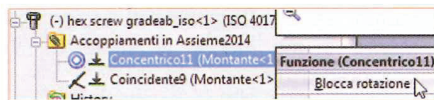


Fig. 48

NOTA: subito dopo aver inserito la vite è possibile trascinare la freccia verde uscente dal gambo della vite per modificarne la lunghezza: verranno selezionati solo valori di lunghezza unificata presenti nel database Toolbox (fig. 48).

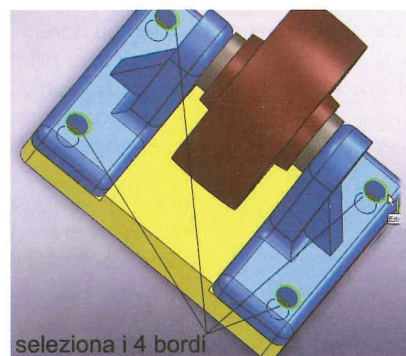
Trascinare quindi le altre 4 viti da **Toolbox Browser** e rilasciarle nell'assieme in corrispondenza degli altri 3 fori: gli **SmartMates** accoppieranno ogni vite al foro e verranno aggiunte automaticamente due relazioni di accoppiamento (fig. 49).

Un altro modo più immediato di inserire le viti è mostrato in figura 50. Vengono selezionati col tasto CTRL i bordi dei 4 fori. In **Toolbox** si seleziona la vite col tasto destro, e, nel menu, si clicca su **Inserisci nell'assieme**. Le viti saranno inserite con gli stessi accoppiamenti del metodo precedente.



Per bloccare la rotazione delle viti è possibile utilizzare l'opzione **blocca rotazione** cliccando col tasto destro su ciascun accoppiamento concentrico delle viti.

Fig. 50



seleziona i 4 bordi

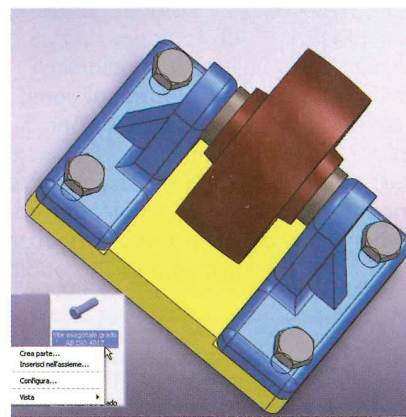
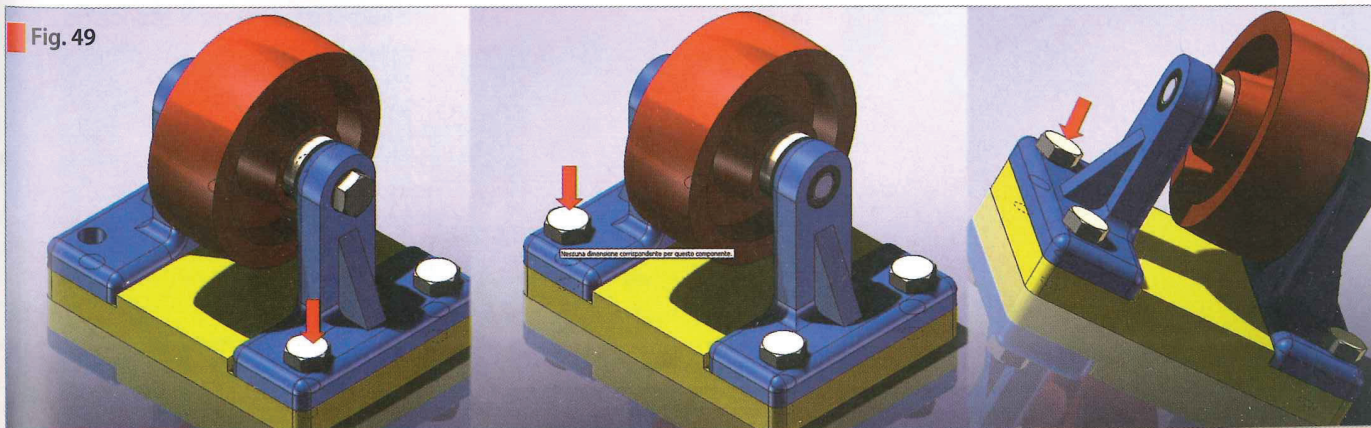


Fig. 49



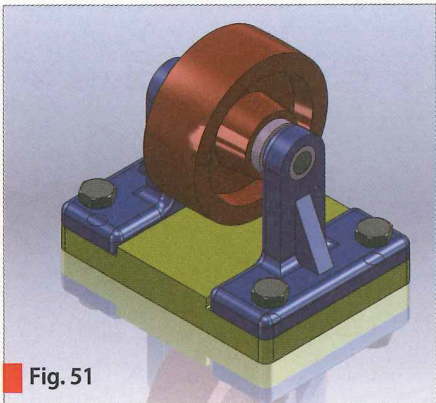


Fig. 51

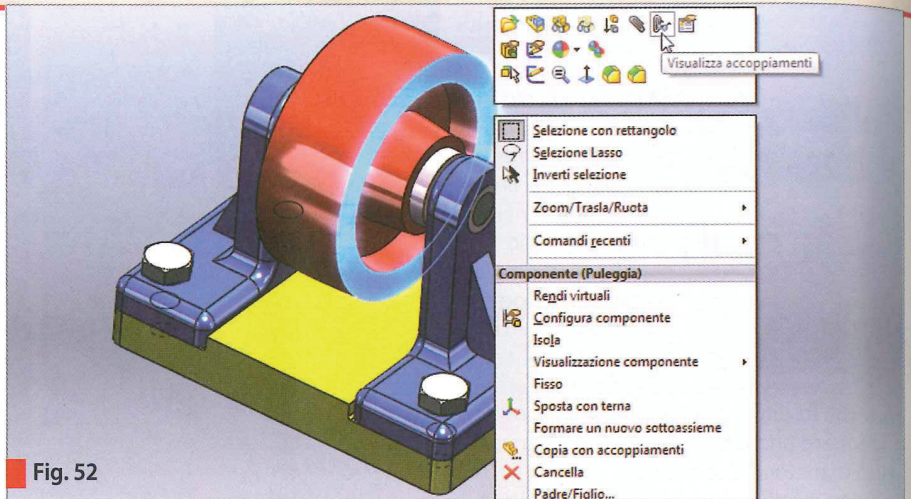
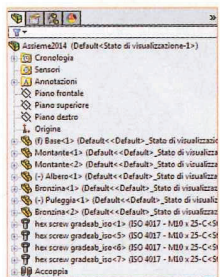


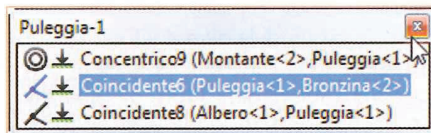
Fig. 52

Il montaggio dell'assieme è così completo (fig. 51). L'albero *feature-manager* apparirà come nella figura a lato; si può notare che solo l'albero e la puleggia hanno la possibilità di muoversi (simbolo - prima del nome). In particolare, la puleggia e l'albero costituiscono un gruppo unico a livello cinematico, avendo vincolato completamente il primo componente al secondo.



È possibile analizzare e gestire gli accoppiamenti di un componente tramite il comando "visualizza accoppiamenti" si effettui click col tasto destro sul componente puleggia e si selezioni l'icona "visualizza accoppiamenti" (fig. 52). Viene abilitata una visualizzazione in cui vengono mostrati solo la puleggia ed i componenti accoppiati a tale componente. La finestra elenca solo gli accoppia-

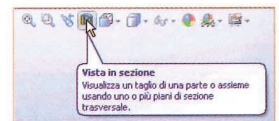
menti che la puleggia ha nell'assieme. Il simbolo di fianco ad un accoppiamento indica che tale accoppiamento è effettuato rispetto ad un componente fisso o completamente definito.



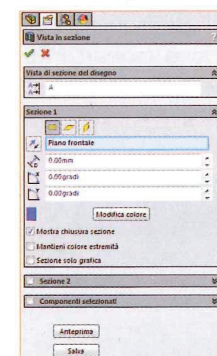
Cliccando su un accoppiamento (ad esempio l'accoppiamento coincidente) viene mostrata un'etichetta che punta sui due componenti vincolati da quell'accoppiamento (fig. 53). L'etichetta presenta tre pulsanti:

- Capovolgi allineamento accoppiamento - per invertire l'allineamento dell'accoppiamento
 - Modifica - per modificare l'accoppiamento (es. cambiare tipo di accoppiamento o modificare le selezioni di accoppiamento)
 - Sospendi - per sospendere l'accoppiamento
- Per uscire dalla visualizzazione si clicchi su "chiudi" nella finestra che elenca gli accoppiamenti.

È possibile utilizzare il comando visualizza accoppiamenti anche su una funzione di un componente (es. la funzione di taglio estrusione per creare il foro sul montante) per verificare quali sono i vincoli che fanno riferimento a quella lavorazione (fig. 54). In questo modo è possibile sapere in anticipo quali componenti potrebbero perdere il riferimento nel caso in cui quella funzione venisse cancellata dal componente.



In una vista di sezione di una parte o assieme, il modello sarà visualizzato come se fosse tagliato da piani e facce specificate dall'utente in modo da mostrare le parti interne dell'assieme.



Selezionare l'icona **Vista di sezione** oppure su **Visualizza, Mostra, Vista di sezione**. Viene proposta la sezione di figura 55 e contem-

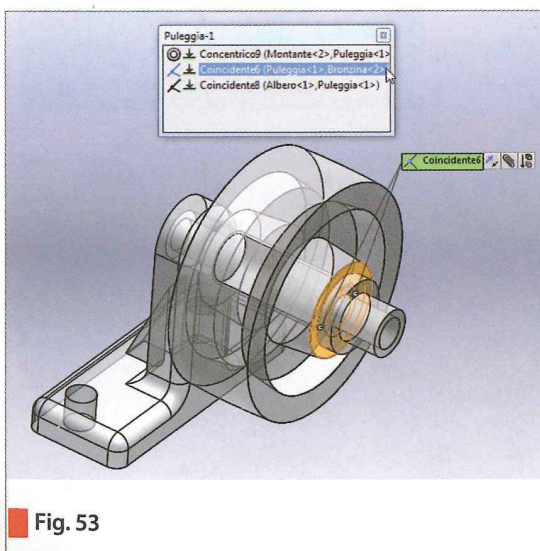


Fig. 53

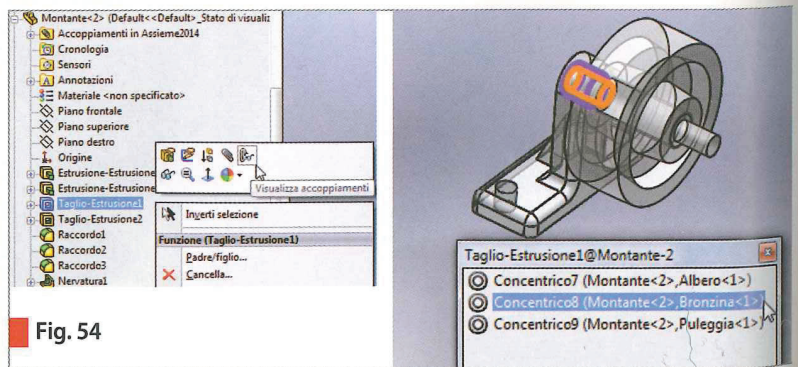


Fig. 54

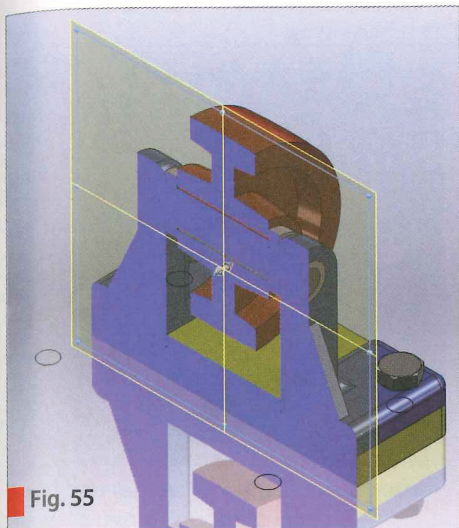
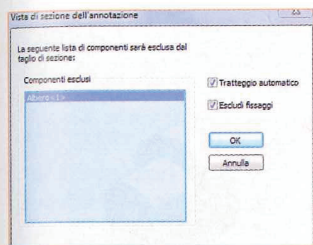


Fig. 55

poraneamente viene aperta la finestra *PropertyManager*, per impostare le proprietà.



L'utente può scegliere il piano/ faccia di sezione di riferimento, come ad esempio. Il piano **Frontale**, **Superiore** o **Destro** per creare la vista in sezione. L'opzione **Inverti direzione di sezione** modifica la direzione del taglio. Rispetto al piano scelto, si può variare la distanza di offset, la rotazione della sezione di riferimento lungo l'asse X e la rotazione lungo l'asse Y. Con l'opzione **Salva** è possibile salvare una vista in sezione sia come una vista con nome nel documento della parte o dell'assieme, oppure una vista dell'annotazione da utilizzare in documenti di disegno (fig. 56).

Selezionare **Salva**, e nella finestra di figura 55 opzionare **Vista di disegno dell'annotazione**. Apparirà la finestra di dialogo a lato nella quale si escluderà dal taglio della sezione l'albero (che secondo le norme, non va sezionato). In **Componenti esclusi**, selezionare dall'area grafica l'albero. Si opzioni il tratteggio automatico (ogni componente nella messa in tavola avrà una campitura diversa) e con **Escludi fissaggi** non verranno sezionate le viti. Il risultato finale è mostrato in figura 57. È possibile di nuovo ritornare alla vista non sezionata cliccando di nuovo sull'icona **Vista di sezione**.

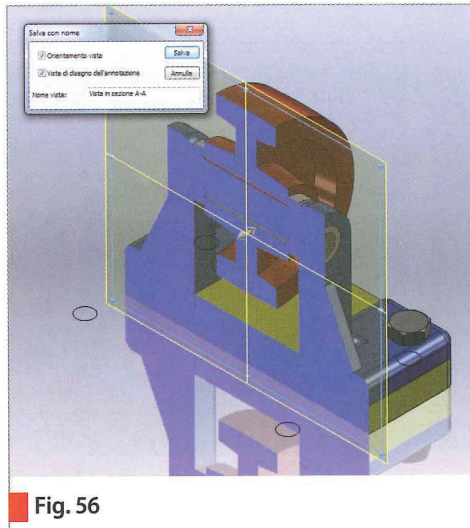


Fig. 56

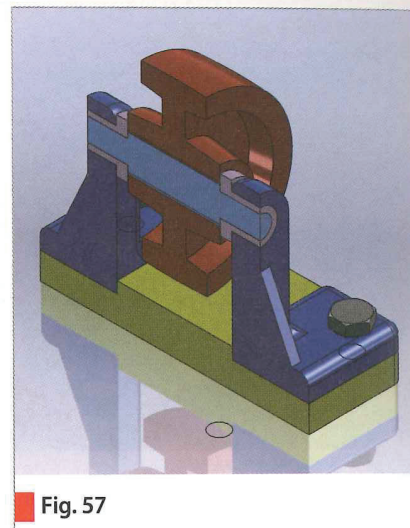


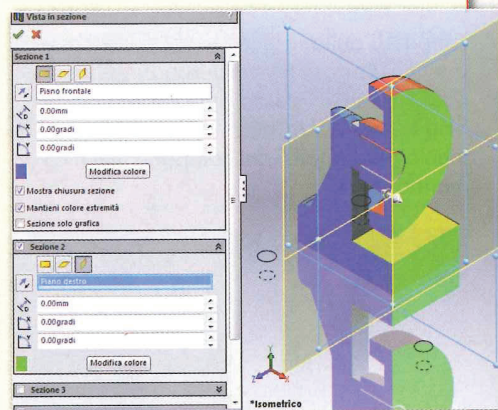
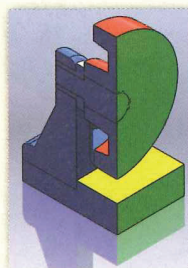
Fig. 57

viste in sezione - opzioni avanzate

Nel property manager del comando vista in sezione sono disponibili 3 opzioni:

- **Mantieni colore estremità**

Visualizza le facce tagliate dal piano di sezione con lo stesso colore che viene mostrato nell'anteprima.

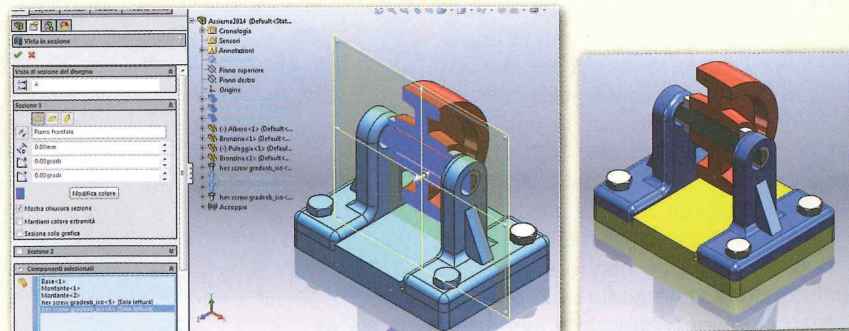


- **Sezione solo grafica**

Utilizzando la stessa tecnologia della **modalità revisione grandi progetti**, permette di creare delle viste in sezione molto rapidamente su assiemi complessi che normalmente richiederebbero lunghi tempi di ricalcolo grafico.

- **Componenti selezionati**

I componenti selezionati verranno esclusi dalla sezione per creare delle sezioni tridimensionali che evidenziano determinati componenti interni ad un assieme.



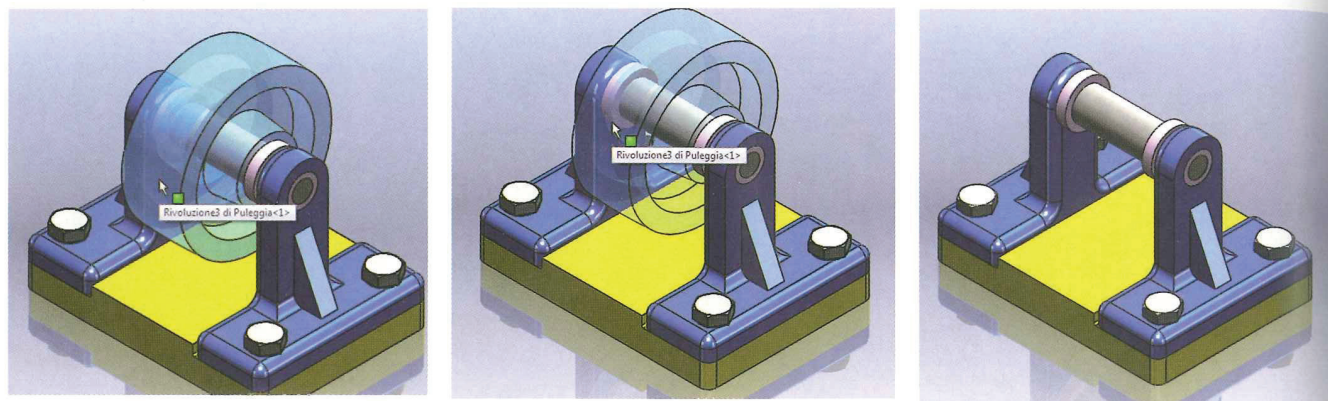
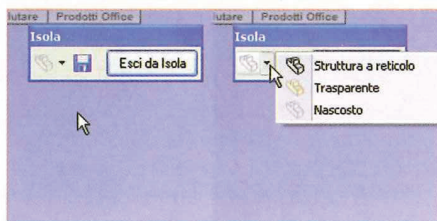


Fig. 58

Ogni componente dell'assieme può essere nascosto, sospeso o visualizzato in modo trasparente, utilizzando i menu contestuali. È possibile nascondere un componente in modo rapido premendo il tasto **TAB** della tastiera (Fig. 58): è possibile mostrarlo nuovamente posizionando il cursore nello stesso punto e premendo **SHIFT + TAB**. Un altro interessante strumento per l'analisi dei componenti è il comando **isola**.



Tutti i componenti dell'assieme vengono resi nascosti, trasparenti o reticolari in modo che l'utente possa concentrare l'attenzione solo sui componenti selezionati. Selezionare col tastino destro una delle due boccole e cliccare su **Isola** (fig. 59). Rimarrà visibile solo la boccola, mentre scompariranno tutti gli altri componenti (fig. 60). Nella barra a comparsa **Isola** cliccare sulla freccetta della prima icona a sinistra in modo da far apparire le tre opzioni con le quali è possibile alterare la visibilità dei componenti rimossi con le tre opzioni: **Struttura a reticolo**, **Trasparente**, **Nascosto** mostrate in figura 61. Prima di chiudere il comando **Isola**, è possibile salvare l'impostazione della vista come stato di visualizzazione. Se non lo si salva, la visualizzazione tornerà allo stato originale senza che siano apportate modifiche permanenti.

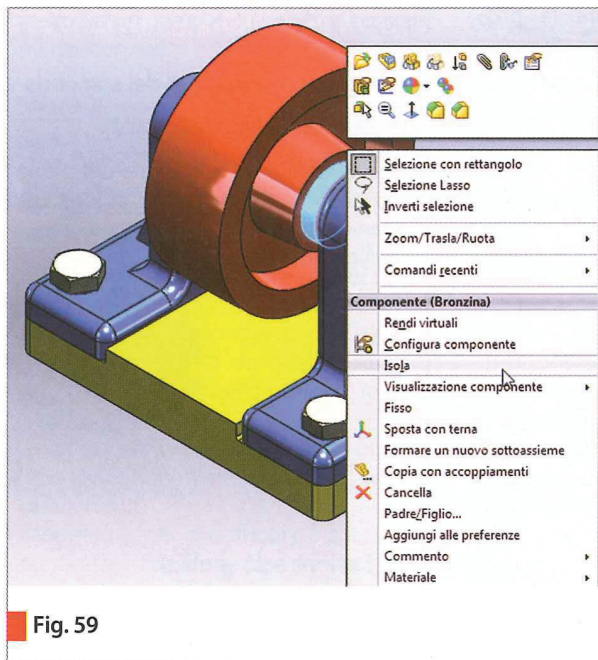


Fig. 59



Fig. 60

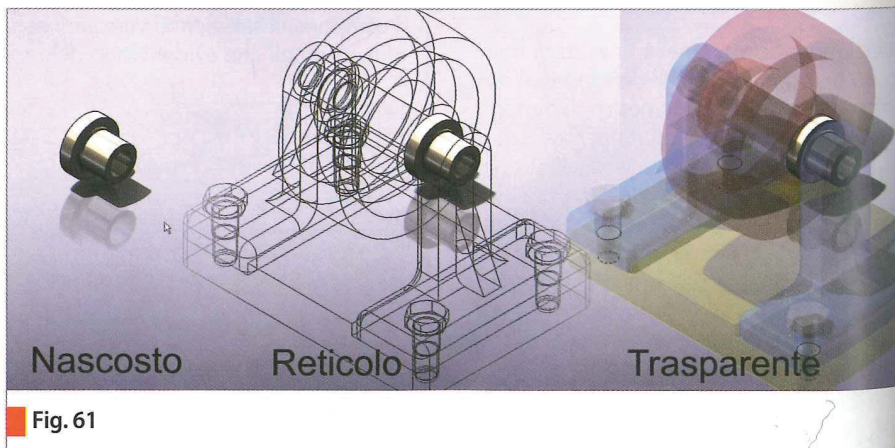
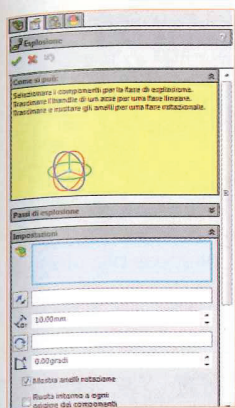


Fig. 61



Ai fini dell'interpretazione funzionale e delle relazioni di accoppiamento dell'assieme, è molte volte utile la rappresentazione esplosa. Il comando è **Inserisci, Vista esplosa** oppure è anche possibile selezionare l'apposita icona.

Apparirà a sinistra la finestra *property manager* con la quale è possibile selezionare i componenti, trascinarli e spostarli con esplosioni a passi successivi.



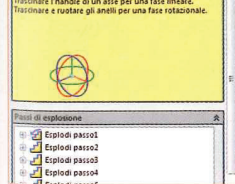
Selezionare le 4 viti. Apparirà la terna visibile a lato nell'area grafica accanto ai componenti.

È possibile creare dei passi di esplosione traslatori oppure rotatori. Per esempio per le viti è possibile creare un passo di esplosione che simuli lo svitamento con un movimento roto-traslatorio. Spuntare l'opzione ruota intorno a ogni origine dei componenti (fig. 62), poi ruotare il cerchio concentrico all'asse della vite (nella figura è quello di colore rosso), terminata la rotazione trascinare la freccia di colore blu verso l'altro per dare un movimento traslatorio alla vite.

Il passo di esplosione appare nella sezione **Passi di esplosione**. La terna può essere trascinata liberamente selezionando la sfera centrale. Cliccando con il tasto destro sulla sfera centrale si può allineare la terna ad un bordo, all'origine del componente o all'origine dell'assieme.

Per gli altri componenti la procedura per creare l'esplosione prevede la selezione del componente e poi il trascinamento di un asse della terna per esplodere il componente nella direzione voluta.

Continuare con i passi di esplosione successivi spostando il primo (fig. 63) ed il secondo montante (fig. 64).



Esplodere le boccole e l'albero fino ad ottenere la configurazione di figura 64.

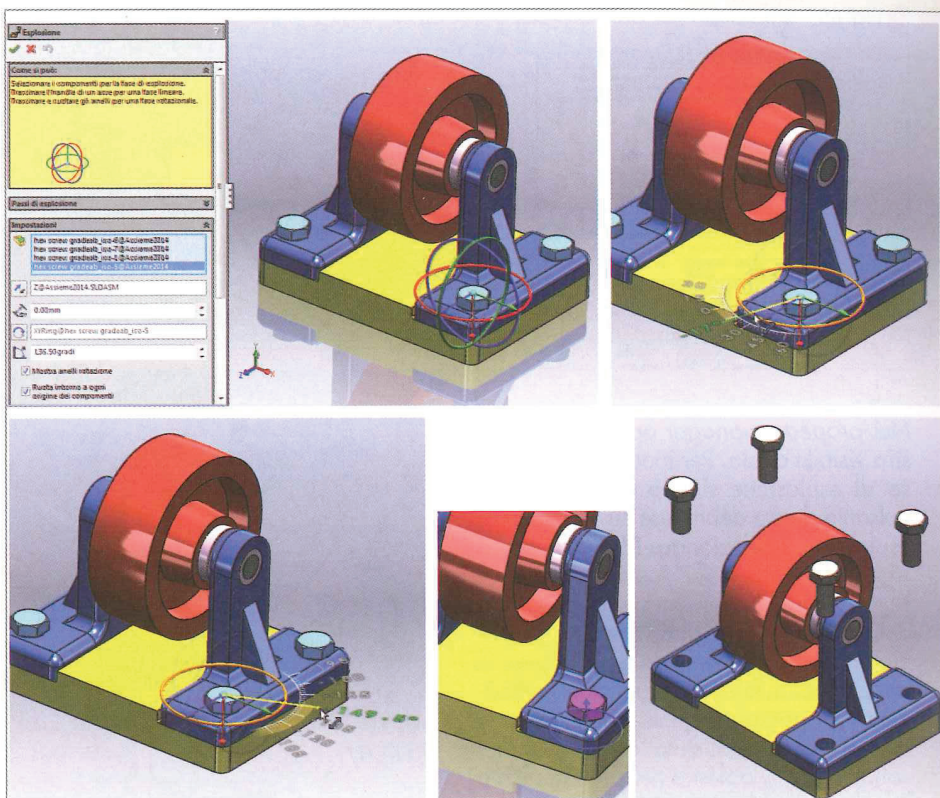


Fig. 62

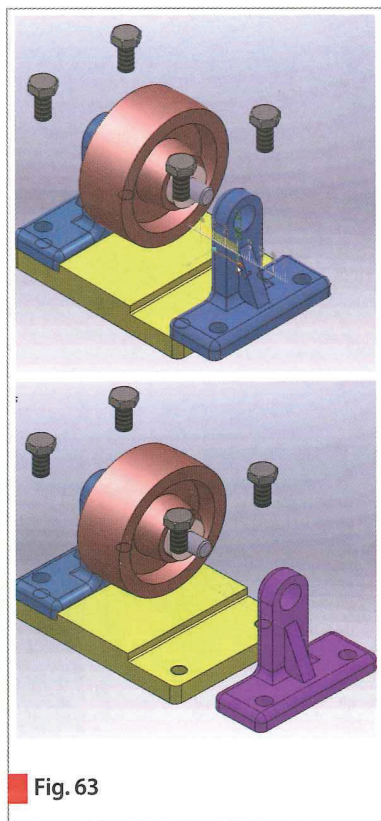


Fig. 63

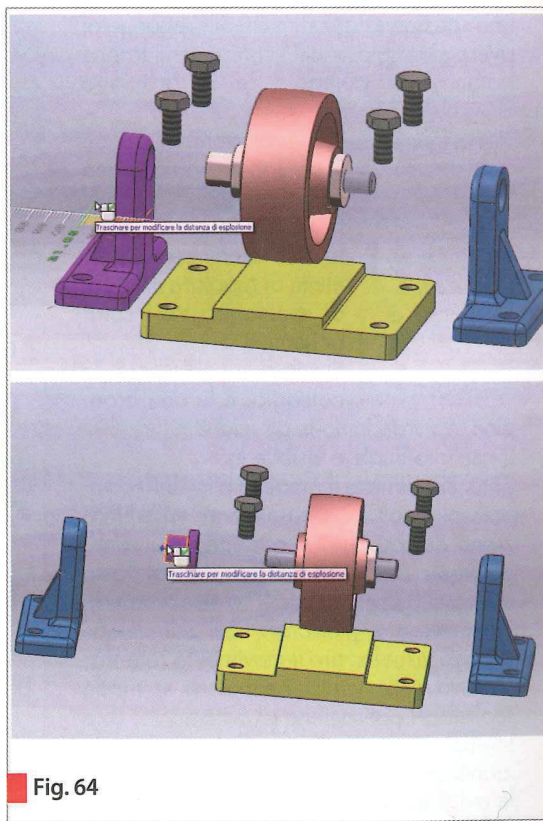


Fig. 64

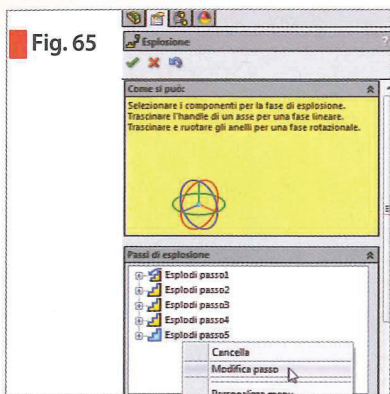


Fig. 65

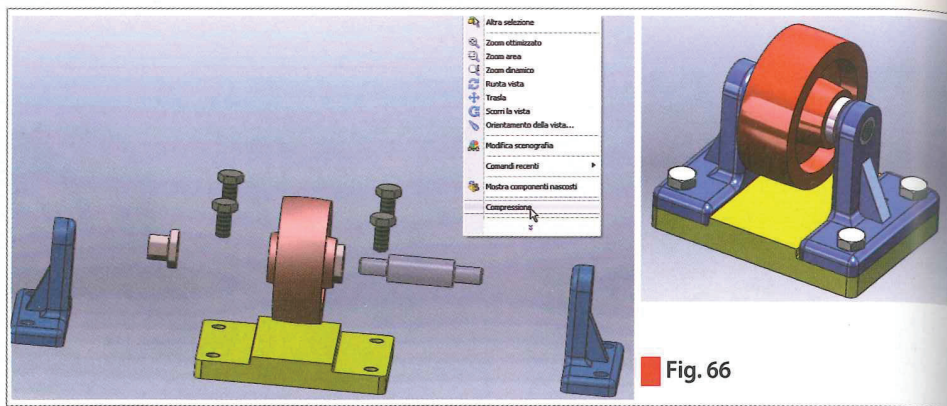


Fig. 66

Nel *property manager* apparirà la finestra visibile a lato. Per modificare un passo di esplosione si può cliccare con il pulsante destro del mouse su un passo di esplosione e selezionare **Modifica passo** (fig. 65).

Le modifiche possibili sono il trascinamento dei componenti per riposizionarli, la selezione dei componenti da aggiungere al passo, oppure la cancellazione dei componenti dal passo. In qualsiasi momento è possibile tornare allo stato "compresso" cliccando col tasto destro nell'area grafica e selezionando **"Compressione"** (fig. 66).

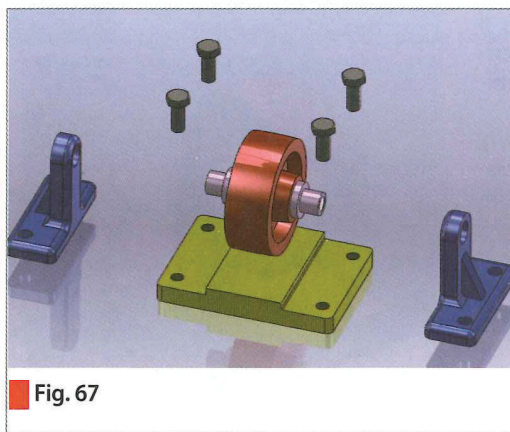


Fig. 67

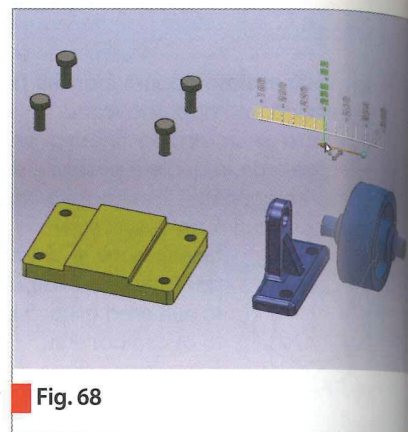


Fig. 68

TIP: Esiste anche la possibilità di esplodere in automatico alcuni componenti con una spaziatura automatica. Si supponga di avere già esploso tutti i componenti tranne l'albero, la puleggia, e la bronzina (fig. 67).

Nelle opzioni si spunti "spaziatura automatica dei componenti dopo il trascinamento". L'indicatore a scorrimento permette di regolare il valore di spaziatura tra i componenti.

Si selezionino l'albero, la puleggia, e le due bronzine, e si trascinino in direzione x (fig. 68).

Il risultato finale è visibile in figura 69. Si faccia tornare il modello allo stato compresso: è possibile visualizzare un'animazione dell'esplosione andando nel configuration manager, cliccando col tasto destro su "EsplosiVista1" e selezionando "animazione esplosione". Nell'animazione si potrà visualizzare il movimento roto-traslatorio delle viti che simulerà in modo realistico l'operazione di svitamento. Una toolbar permette di visualizzare l'animazione, metterla in pausa, salvarla come file avi (fig. 70).

NOTA: È possibile creare viste esplose diverse di uno stesso assieme.

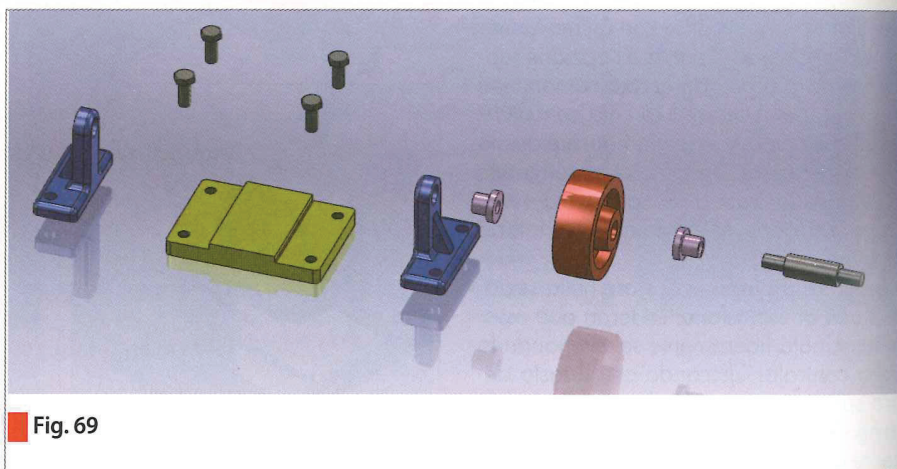


Fig. 69

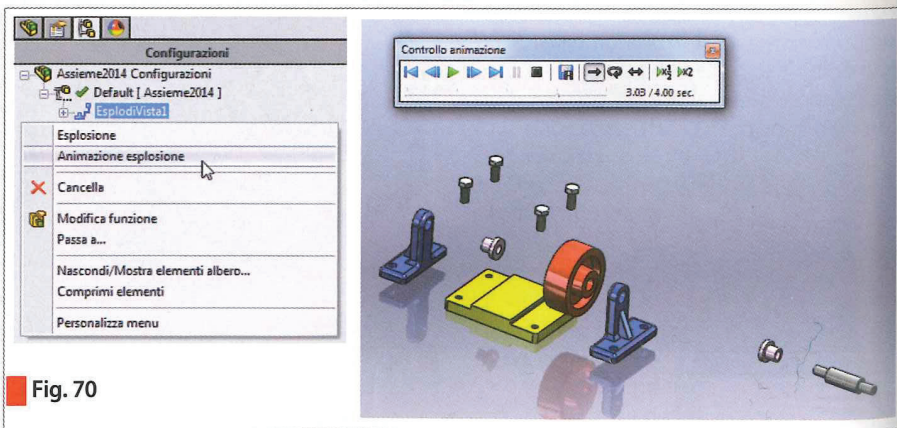


Fig. 70