

17 Struttura dell'autoveicolo

17.1 Telaio e carrozzeria

La struttura del veicolo (telaio e carrozzeria) serve quale protezione per gli occupanti e per le cose contro gli agenti atmosferici e in caso di incidenti. A essa, sono inoltre fissati gli organi meccanici quali sospensioni, motore, trasmissione e assali.

Forme di carrozzeria. Nell'ambito degli autoveicoli leggeri (automobili) si distingue tra:

- berlina;
- berlina decapottabile;
- coupé;
- monovolume;
- station wagon;
- roadster;
- veicoli multifunzionali;
- veicoli speciali (camper).

Struttura. Per quanto concerne la struttura di costruzione dei veicoli a motore, si distingue tra:

- sistema a telaio portante;
- sistema a carrozzeria semiportante;
- sistema a carrozzeria autoportante.

17.1.1 Struttura a telaio portante

Con questo sistema la carrozzeria è montata su una struttura portante separata denominata telaio (fig. 1). Tutti gli organi meccanici sono montati direttamente sul telaio. In considerazione della flessibilità di costruzione, questo sistema viene adottato oggi giorno solo per i veicoli pesanti, fuoristrada e rimorchi.



Figura 1: Struttura e telaio portante

Come struttura è adottato un telaio detto a scala. I due longheroni della struttura longitudinale sono collegati tra di loro con un certo numero di traverse che formano la struttura trasversale mediante giunzioni chiodate, imbullonate o saldate. Gli elementi in acciaio a profilo aperto (a U o a L) oppure a profilo chiuso (tubolare o rettangolare) compongono un telaio di grande resistenza meccanica, elasticità torsionale ed alta capacità di carico.

17.1.2 Carrozzeria semiportante

La parte centrale di una carrozzeria semiportante è integrata con telai aggiuntivi, imbullonati alla parte anteriore e posteriore della medesima (fig. 2). Con questo sistema, rispetto alla carrozzeria completamente autoportante, si ottiene una semplificazione per la realizzazione di diverse varianti di forma di carrozzeria.

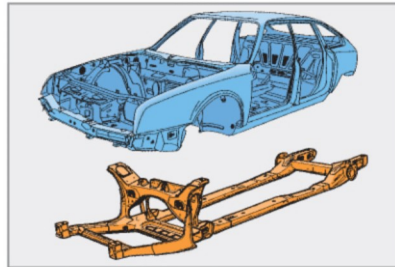


Figura 2: Carrozzeria semiportante

17.1.3 Carrozzeria autoportante

La carrozzeria autoportante è impiegata su autoveicoli leggeri e per il trasporto di passeggeri. Negli autoveicoli leggeri, il telaio è sostituito da una piattaforma denominata gruppo pianale o semplicemente pianale (fig. 3) al quale sono integrati, oltre alle strutture di supporto per motore e gruppi meccanici e alle strutture longitudinali e trasversali, anche il pianale del vano di carico posteriore e i passaruota.

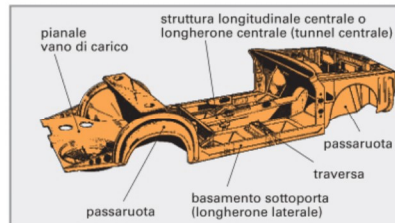


Figura 3: Gruppo pianale a struttura integrata

Con ulteriori elementi di lamiera saldati al pianale, quali montanti A, B, C e D, cornici esterne del padiglione, padiglione, parafanghi e con vetri di parabrezza e lunotto, è composta una carrozzeria autoportante, definita semplicemente scocca (fig. 1 pag. 455), ulteriormente stabilizzata mediante nervature, profilature e pannelli di lamierati esterni.

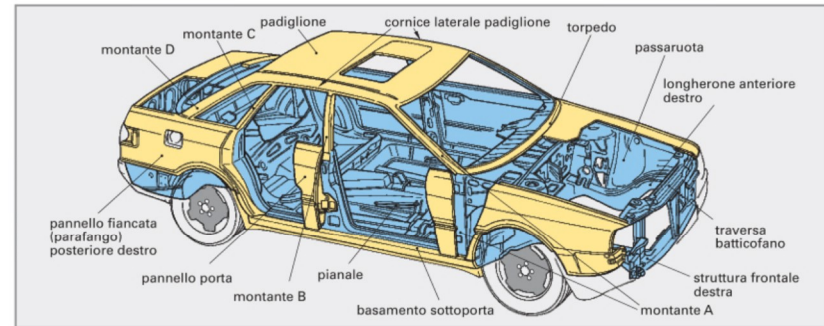


Figura 1: Carrozzeria autoportante (scocca) a struttura integrata

Oltre al sistema di costruzione a struttura integrata, si utilizza anche il sistema con struttura ad elementi strutturali ramificati.

Sistema di costruzione ad elementi strutturali ramificati, denominato anche telaio a traliccio (Space-Frame). Una struttura tridimensionale di segmenti strutturali collegati fra di loro in forma ramificata, costituisce la funzione portante primaria della carrozzeria; i pannelli di lamierati esterni possono costituire una funzione portante aggiuntiva. Questo sistema è adottato per realizzare autoveicoli leggeri con carrozzeria in alluminio (fig. 2). La struttura a traliccio è costituita da profilati estrusi e lamiere di alluminio, connessi nei punti di maggior sollecitazione mediante elementi di congiunzione in fusione (nodi).

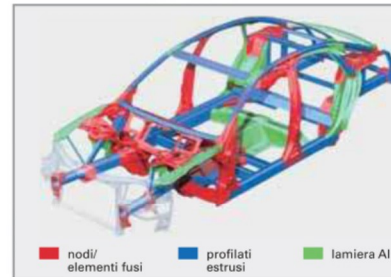


Figura 2: Carrozzeria "Space-Frame" in alluminio

Nella riparazione di carrozzerie autoportanti si devono osservare strettamente le prescrizioni del costruttore. A causa dell'utilizzo di materiali e metodi di riparazione non idonei, di aggiunte o mancanze di elementi, la stabilità della carrozzeria viene alterata e, di conseguenza, è compromessa la sicurezza del veicolo in caso di incidente.

17.1.4 Materiali di costruzione

Sono generalmente impiegate lamiere in acciaio, in acciaio zincato e in alluminio, unitamente a profilati del medesimo materiale ed elementi in plastica.

Lamiera d'acciaio

Le carrozzerie autoportanti sono generalmente realizzate con elementi in lamiera stampata (lamierati) in acciaio ad alta resistenza (fig. 3) e acciai ad altissima resistenza. Tali acciai ad alta resistenza possiedono un limite di snervamento fino a circa 400 N/mm², mentre per le lamiere di carrozzeria a resistenza normale, il limite di snervamento si situa tra 120 e 180 N/mm². Gli spessori delle lamiere variano da 0,5 a 2 mm.

Lamiere Tailored Blank. Sono porzioni di lamierati di differente resistenza e spessore, assemblate mediante saldatura in una unità strutturale completa.

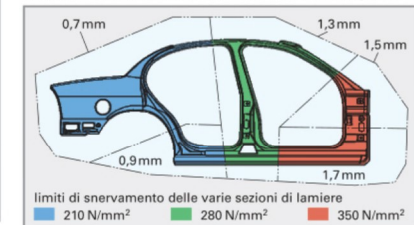


Figura 3: Fiancata in acciaio ad alta resistenza

Raddrizzamento di lamierati d'acciaio ad alta resistenza. Questo tipo di lamiera è difficile da raddrizzare e possiede un'elasticità di ritorno più accentuata. In caso di raddrizzamento, nella zona di transizione tra lamiera di resistenza normale e quella altoresistenziale, è necessario predisporre ancoraggi supplementari per evitare deformazioni indesiderate.

Le lamiere altoresistenziali non devono essere raddrizzate a caldo, in quanto già a 400 °C perdono più del 50% di resistenza.

Raddrizzamento di lamierati d'acciaio normale

Di solito, le lamiere d'acciaio normale devono essere raddrizzate a freddo, ma nel caso si dovessero formare delle incrinature, si possono riscaldare fino ad un massimo di 700 °C.

Lamierati d'acciaio ad altissima resistenza

Possiedono un limite di snervamento da 400 fino a 1300 N/mm² e non si possono raddrizzare né a freddo né a caldo. Sono utilizzati in corrispondenza dei montanti A e B e contribuiscono ad un'elevata rigidità strutturale con un basso peso della carrozzeria. Come tecnica di assemblaggio sono adottate giunzioni mediante incollaggio e rivettatura onde evitare procedimenti a caldo durante gli interventi di riparazione.

Lamierati d'acciaio zincato

Come protezione anticorrosiva, i lamierati di carrozzeria possono essere sottoposti a zincatura. I pannelli sono zincati a fuoco, mentre i pannelli dei lamierati esterni sono zincati galvanicamente, per una migliore qualità di superficie.

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

- Durante la saldatura con zinco, si produce ossido di zinco, nocivo per la salute, che deve essere eliminato per mezzo di un aspiratore.
- Sono da preferire procedimenti di saldatura a punti a resistenza perché, attorno al punto di saldatura, si forma un cerchio di zinco protettivo.
- Lembi di saldature sovrapposte sono da trattare con vernici allo zinco (polvere di zinco) prima di procedere con la saldatura.
- Su elementi nuovi, prestare attenzione a non danneggiare lo strato originale di zinco.

Alluminio

Per la costruzione di carrozzerie, l'alluminio è utilizzato unicamente sotto forma di lega di cui le componenti principali sono il silicio e il magnesio. A seconda della conformazione della struttura e delle sollecitazioni, sono adottati i seguenti procedimenti di produzione:

- stampaggio sotto pressa, per esempio padiglione tetto, cofano motore e parafanghi;
- estrusione sotto pressa, come telaio a traliccio;
- pressofusione, come supporti colonne sospensivone (McPherson) e nodi strutturali in fusione.

Se per elementi stampati ed estrusi è in parte possibile un procedimento di raddrizzamento, per gli elementi in pressofusione ciò non è possibile.

Caratteristiche. Le leghe di alluminio perdono considerevolmente in resistenza al riscaldamento a partire da circa 180 °C. Nelle zone di contatto con altri materiali (acciaio) e in presenza di un elettrolito, si produce una corrosione elettrolitica. Sulla superficie dell'alluminio si forma uno strato di ossido con un'alta resistenza elettrica, motivo per cui l'alluminio non deve essere saldato a punti con le comuni saldatrici a resistenza. I lamierati di alluminio vengono saldati in modo ottimale con saldatrici sotto protezione di gas TIG oppure MIG (gas di protezione 100% argon oppure miscela argon-elio).

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

- A causa del rischio di corrosione da contatto, occorre prestare attenzione a:
 - non utilizzare utensili di lavorazione per l'alluminio su altri metalli;
 - utilizzare unicamente spazzole in acciaio pregiato;
 - in presenza di differenti sistemi di assemblaggio, per esempio viti e rivetti, utilizzare unicamente elementi di giunzione approvati dal costruttore.
- In caso di riparazione, non riscaldare elementi di carrozzeria oltre 120 °C, in modo da non diminuirne la resistenza.
- Gli interventi di saldatura e riparazione devono essere eseguiti da personale qualificato.
- Non stagnare lamierati di alluminio, in quanto si possono formare incrinature dovute a reazioni elettrochimiche.
- Eliminare per mezzo di aspiratori il pulviscolo di smerigliatura di alluminio in quanto dannoso per la salute e a rischio di microesplosioni.

Sistema di costruzione misto alluminio-acciaio

Con questo sistema viene unita, per esempio in corrispondenza del montante A, la struttura portante anteriore in lega di alluminio con la carrozzeria in acciaio. A causa del rischio di corrosione elettrochimica tra gli elementi di giunzione vengono applicati collanti riempitivi di isolamento.

Materiali sintetici

Nella costruzione di carrozzerie sono utilizzati elementi in materiale sintetico per i seguenti motivi:

- basso peso specifico, con risparmio di peso;
- resistenza alla corrosione;
- ampia libertà di formatura;
- discreta resistenza agli urti;
- realizzazione di elementi finiti senza lavorazioni successive;
- buona riparabilità in caso di danneggiamento a condizione di possedere le necessarie conoscenze.

In **fig. 1 a pag. 457** sono illustrate alcune possibilità di utilizzo dei materiali sintetici nella costruzione di carrozzerie.

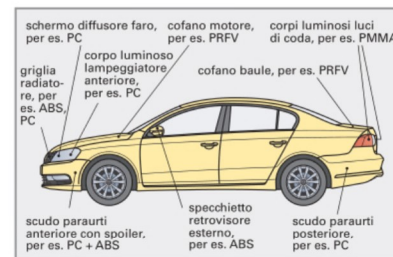


Figura 1: Elementi di carrozzeria in materiale sintetico

Riparazione di elementi in materiale sintetico

Le parti in materiale sintetico possono essere riparate mediante saldatura, laminatura oppure incollaggio per mezzo di colle di riparazione a due componenti.

Saldatura. Questo procedimento è utilizzabile solo per materiale termoplastico, come, per esempio, PA, PC, PE, PP, ABS, ABS/PC (vedi definizioni a pag. 187).

Laminatura (fig. 2). Con questo procedimento, si possono riparare dei buchi utilizzando, per esempio, un induritore, plastica rinforzata con fibra di vetro (PRFV) e resina (resina poliestere e resina epossidica). Il punto danneggiato va smussato, in modo da creare un collegamento tra ogni strato di fibra di vetro e il pezzo originale. Eventualmente, si può applicare uno strato di rinforzo prima di procedere alla laminatura.

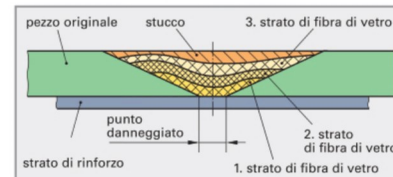


Figura 2: Struttura di un punto di riparazione con PRFV con strato rinforzato

Incollaggio con colla a 2 componenti. A seconda del materiale da ritocco utilizzato, si possono riparare buchi, crepe e graffiature senza dover prima riconoscere il tipo di materia plastica che deve essere riparata.

La base è costituita, per esempio, da un collante poliuretano in doppia cartuccia, che viene mescolato nel giusto rapporto in un emulsificatore. Il collante va poi applicato sul punto danneggiato, pulito e preparato.

Infine, il punto incollato può essere riscaldato grazie a un sistema di riscaldamento, così da ottenere un suo più rapido indurimento. In seguito, il punto riparato viene levigato e verniciato.

17.1.5 La sicurezza nella costruzione

Le misure di sicurezza adottate in sede di costruzione devono essere in grado di ridurre al minimo i rischi di incidenti. In questo senso, si distingue in sicurezza attiva e sicurezza passiva.

Sicurezza attiva

Per sicurezza attiva si intendono tutte le misure previste al momento della costruzione del veicolo per evitare il verificarsi di incidenti.

La sicurezza attiva, a sua volta, può essere suddivisa in quattro ambiti.

Sicurezza di guida, mediante:

- comportamento neutro in curva;
- stabilità durante la marcia in rettilineo;
- sterzo preciso e facile da azionare;
- massima decelerazione in frenata senza bloccaggio delle ruote (ABS);
- sospensioni e ammortizzatori adattati perfettamente alle sospensioni dell'asse delle ruote;
- regolazione dello slittamento della trazione (ASR, FDR, ESP).

Sicurezza di percezione, mediante:

- grandi vetri;
- specchietto retrovisore antiabbagliante;
- fari che garantiscono una buona illuminazione della strada;
- avvisatori acustici;
- vetri e specchietto retrovisore esterno riscaldabili.

Sicurezza dovuta alle condizioni di guida, mediante:

- costruzione ergonomica del sedile di guida;
- sospensioni confortevoli;
- buona aerazione dell'abitacolo, impianto aria condizionata;
- isolamento acustico.

Sicurezza di comando, mediante:

- disposizione chiara e ben visibile degli interruttori, delle spie di controllo e degli strumenti;
- pedali comodi e adattati al conducente.

Sicurezza passiva

Per sicurezza passiva si intendono tutte le misure previste al momento della costruzione del veicolo che, in caso di incidente, riducano il più possibile il rischio di ferimento e di morte delle persone coinvolte.

Si distingue tra zona di sicurezza esterna e interna.

Zona di sicurezza esterna. Comprende fondamentalmente misure di sicurezza relative a:

- comportamento di deformazione della carrozzeria;
- protezione dell'abitacolo;
- protezione antincendio;
- possibilità di liberare gli occupanti in caso di incidente;
- rischio di ferimento per gli altri utenti della strada.

Dalle analisi che sono state effettuate sugli incidenti, risulta (fig. 1) che la causa più frequente del ferimento delle persone sono crash frontali (60-65%) e scontri laterali (20-25%) e scontri laterali (20-25%).

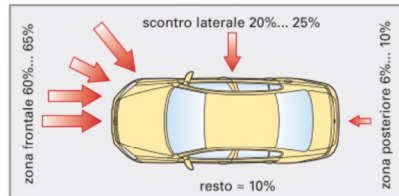


Figura 1: Distribuzione degli incidenti con ferimento delle persone a seconda del tipo di collisione

A partire da queste analisi, mediante elaborazioni sul computer e crash test che riproducono delle situazioni ben definite (fig. 2), si studiano il comportamento della carrozzeria e le possibili conseguenze per i passeggeri. Si cerca di trovare in tal modo la struttura ottimale. Un test standardizzato è per esempio lo scontro frontale del veicolo a circa 50 km/h contro un ostacolo fisso. Affinché i passeggeri non siano esposti a valori di decelerazione troppo critici, l'energia cinetica è trasformata tramite zone d'assorbimento d'urto in energia di deformazione.



Figura 2: Crash frontale spostato verso il lato sinistro (sovrapposizione = 50%, Offset)

Carrozzeria di sicurezza (fig. 3). È composta da un abitacolo molto solido (cellula di sicurezza) e zone d'assorbimento d'urto nelle zone frontale e posteriore. Persino in caso di incidenti gravi, l'abitacolo mantiene la sua forma, rendendo possibile in tal modo la sopravvivenza dei passeggeri.



Figura 3: Carrozzeria di sicurezza

Nelle zone ad assorbimento d'urto, si utilizzano longheroni o supporti laterali che, in caso di crash frontali, si deformano prima nella zona frontale inferiore della carrozzeria, secondo uno schema predefinito (fig. 4). Soltanto in caso di incidenti gravi, sono coinvolte nella trasformazione dell'energia anche le zone posteriori della carrozzeria.



Figura 4: Assorbimento dell'urto da parte di un longherone anteriore

Linea della cintura (fig. 5). Nei veicoli in cui non sono sufficienti le tradizionali zone ad assorbimento d'urto per trasformare l'energia nei crash frontali, si utilizzano per la deformazione predefinita anche delle zone della linea della cintura. In tal modo si impedisce una deformazione troppo grande della parte anteriore dell'abitacolo.

La linea della cintura passa dalla lamiera frontale sopra il parafrangente al montante A, al bordo di rinforzo della portiera, al montante B e, a seconda del modello, al montante C. Grazie a queste strategie costruttive, dopo un incidente si hanno le deformazioni maggiori nella parte superiore del veicolo.

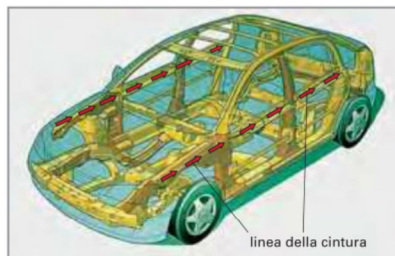


Figura 5: Deformazione nella zona della linea della cintura

Protezione anti-intrusione laterale (fig. 1, pag. 437). Il comportamento di deformazione della carrozzeria negli scontri laterali può essere impostato in modo da proteggere al meglio i passeggeri da eventuali ferimenti.

Ciò si ottiene inserendo rinforzi nella zona delle portiere fra i due montanti A all'altezza del cruscotto, rinforzi del batticalcagno tra i montanti B e C e altre traverse nella zona inferiore del veicolo.

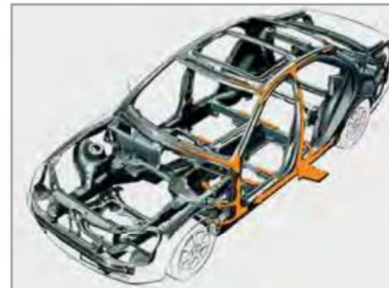


Figura 1: Struttura portante con decorso delle forze in caso di scontro laterale

Portiere e serrature. Non devono aprirsi durante lo scontro, ma dopo lo stesso devono essere facilmente apribili, sia dall'esterno sia dall'interno, senza l'ausilio di particolari utensili.

Serbatoio del carburante. In genere, è montato a prova d'impatto sopra l'asse posteriore. Il bocchettone di riempimento e i tubi di alimentazione del carburante devono essere disposti in modo tale da impedire che, in caso di incidente o capottamento, il carburante fuoriesca.

Zona di sicurezza interna

Riduce il rischio di ferimento all'interno dell'abitacolo mediante sistemi di ritenuta e di protezione del passeggero in caso di collisione.

Per garantire una protezione ottimale degli occupanti, negli autoveicoli di ultima generazione sono adottati sistemi di ritenuta con più funzioni. In caso di collisione, infatti, mediante un'apparecchiatura di gestione e comando centralizzata (centralina elettronica), sono attivati gli airbag lato guida e passeggero, gli airbag laterali e quelli a tendina, nonché i pretensionatori delle cinture di sicurezza (fig. 2).



Figura 2: Disposizione degli airbag nell'abitacolo

L'attivazione dei diversi sistemi di ritenuta si attua in modo indipendente per mezzo della centralina elettronica, la quale comanda i singoli circuiti di innescio a seconda della dinamica e della gravità dell'incidente (fig. 3).



Figura 3: Sistemi di ritenuta di sicurezza (SRS) - connessione degli elementi

Criteri di attivazione. L'accelerazione del veicolo viene rilevata in continuazione da sensori, i cui segnali sono elaborati dalla centralina di comando. A seconda del tipo di veicolo, mediante prove di collisione è determinata la soglia di attivazione di ogni singolo sistema di ritenuta e di sicurezza, che viene poi integrata nella centralina.

Collisione frontale. Appena viene raggiunta o superata la soglia di attivazione, confermata da un sensore di sicurezza (saving sensor), si attivano i circuiti di innescio dei pretensionatori e degli airbag lato guida e passeggero. Inoltre, in caso di presenza di un sistema di rilevazione di occupazione del sedile del passeggero, mediante un sensore di pressione è possibile riconoscere se il sedile è occupato da un passeggero oppure da un seggiolino per bambini (fig. 3). Nel caso che il sedile sia occupato da un seggiolino, l'airbag lato passeggero non si attiva.

Rilevamento di chiusura delle cinture di sicurezza. Mediante microsensori o sensori ad effetto Hall inseriti nel blocco di chiusura delle cinture di sicurezza, è possibile stabilire se gli occupanti sono effettivamente allacciati. Se non lo sono, la soglia di attivazione degli airbag si abbassa di livello. Per le collisioni frontali, l'attivazione degli airbag anteriori e dei pretensionatori avviene fino a $\pm 30^\circ$ rispetto all'asse longitudinale del veicolo (fig. 4).

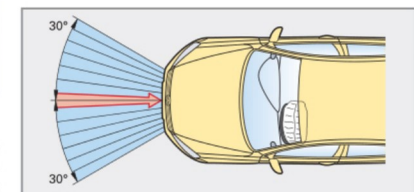


Figura 4: Campo di azione degli airbag frontali e pretensionatori

Collisione laterale. A causa della minore capacità di assorbimento d'urto, negli incidenti con collisione laterale (circa il 20-25%) viene ferito in modo grave un maggior numero di occupanti (circa il 36%). Per questo motivo, nelle strutture trasversali, in corrispondenza dei montanti B, sono installati dei sensori di accelerazione laterale.

Quando in una collisione laterale viene superata la soglia di attivazione per l'airbag laterale, presente nello schienale del sedile oppure all'interno del rivestimento della porta, il medesimo e l'airbag a tendina si innescano. Gli airbag a tendina si sgonfiano più lentamente degli airbag frontali, per garantire una sicurezza anche in caso di ribaltamento del veicolo.

Collisione dorsale. In caso di una collisione sulla parte posteriore del veicolo, il pretensionatore si aziona al superamento della soglia di attivazione. Nel caso in cui sul veicolo siano presenti degli appoggiatesta attivi, questi si azionano e si ripiegano in avanti, in modo da ridurre il rischio di traumi da colpo di frusta.

Sensori di collisione. Sono localizzati nella centralina elettronica o montati separatamente e funzionano in modo ottimale solo se orientati correttamente. In concomitanza con un sensore di sicurezza connesso in serie (per esempio un contatto reed), si impedisce un'attivazione involontaria del sistema.

Centralina di comando. L'apparecchio centrale di comando è predisposto con una funzione di autodiagnosi. Nel caso in cui siano rilevati errori nei sistemi di ritenzione di sicurezza (SRS), questi sono memorizzati e la spia di controllo si accende.

Cinture di sicurezza e pretensionatori. I passeggeri di un veicolo devono usare la cintura di sicurezza per avere buone possibilità di sopravvivere a un incidente grave o per non essere feriti in un incidente più lieve. In caso di una collisione frontale a 50 km/h, nonostante la zona ad assorbimento d'urto, sui passeggeri agisce una decelerazione di 30-50 g ($1 g = 9,81 m/s^2$). Tale decelerazione richiede a una persona di 70 kg una forza di sostegno di circa 30 kN. Se i passeggeri non hanno le cinture allacciate, vengono proiettati verso la parte anteriore dell'abitacolo (sterzo, cruscotto, parabrezza). La massima efficacia della cintura si ha quando la stessa agisce sia sullo sterno sia sul bacino. A tale scopo, la cintura deve essere il più aderente possibile. Tali condizioni sono soddisfatte nelle cinture a tre punti d'ancoraggio.

Pretensionatore (fig. 1). Garantisce la massima aderenza della cintura e impedisce che la stessa si allenti. Al momento dell'innescio del sistema tendicintura, il nastro è tirato indietro fino a 200 mm. I pretensionatori hanno un azionamento pirotecnico (con esplosivi) o meccanico. I sistemi tendicintura si innescano solo in caso di scontri frontali fino a $\pm 30^\circ$ rispetto all'asse longitudinale del veicolo.

Funzionamento (fig. 1). Per i pretensionatori ad azionamento pirotecnico, i valori di decelerazione sono rilevati mediante sensori di accelerazione. Se per una collisione frontale la decelerazione supera la soglia di attivazione (per una decelerazione che supera 2 g e una velocità di marcia superiore a 15 km/h), la centralina riconosce i valori critici di decelerazione e attiva con un impulso elettrico l'innescio di una carica propellente (generatore di gas) mediante una pastiglia esplosiva. A seconda del tipo di costruzione del pretensionatore, la carica propellente agisce su:

- un pistone in un cilindro;
- sfere d'acciaio;
- un rotore a pistone rotativo (tipo Wankel).

I pretensionatori a rotore Wankel possiedono tre cariche propellenti che si innescano in sequenza una dopo l'altra. I pretensionatori sono collegati con la cintura di sicurezza per mezzo dei rispettivi dispositivi di arrotolamento.

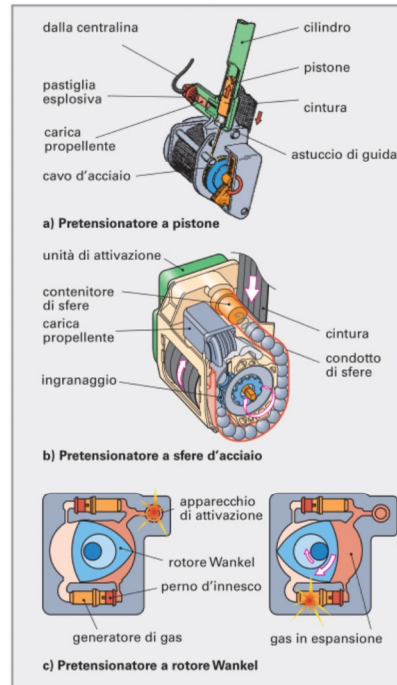


Figura 1: Pretensionatori ad azione pirotecnica

I sistemi di pretensionamento attivati non sono riutilizzabili e pertanto devono essere sostituiti.

Alla demolizione del veicolo, i pretensionatori pirotecnici devono essere neutralizzati e resi inattivi, da parte di personale qualificato, secondo le prescrizioni del costruttore.

Pretensionatore ad azione meccanica (fig.1). In questo sistema, il blocco di chiusura della cintura di sicurezza è provvisto di una molla precaricata. In caso di collisione frontale, la molla si libera da un meccanismo di disinnesto per attivare la tensione della cintura mediante un cavo.

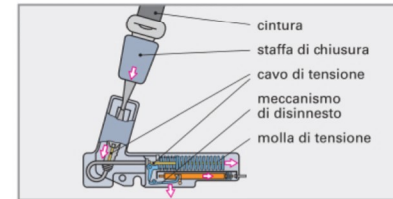


Figura 1: Pretensionatore ad azione meccanica

Limitatore di forza della cintura di sicurezza. La forza di tensione che agisce sulla cintura di sicurezza può portare a lesioni interne in zona del torace e delle spalle. Per questo motivo, sono adottati dei limitatori di forza sulla tensione delle cinture. A partire da una determinata forza agente sulla cintura, una barretta di torsione, inserita nel dispositivo di arrotolamento, funziona da limitatore della forza di tensione.

Airbag (fig. 2)

Struttura dell'airbag frontale. L'airbag è costituito da tessuto sintetico (nylon). È inserito, ripiegato forzatamente dentro uno scomparto e chiuso da un coperchio provvisto di una cucitura di rilascio a strappo. In caso di attivazione, una pastiglia esplosiva innescata la carica propellente, formata da gas (azoto e anidride carbonica); tali gas vanno a riempire il sacco dell'airbag, passando attraverso un filtro e uscendo da appositi fori posizionati lontano dagli occupanti.

Il collegamento elettrico tra il generatore di gas e la centralina è costituito da un avvolgimento a molla, situato all'altezza dell'unità di contatto del volante.

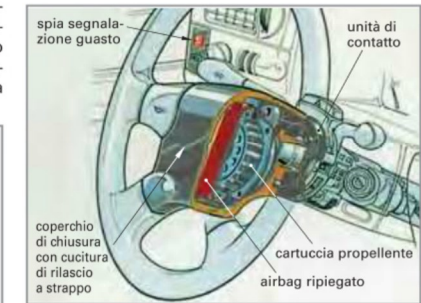


Figura 2: Sistema di airbag frontale lato guida

Funzionamento. A seconda dell'entità dell'incidente, diversi sensori inviano segnali di tensione alla centralina di attivazione.

Se viene rilevata una decelerazione anormale, un impulso elettrico innesta le cariche propellenti degli airbag.

In fig. 3 è rappresentato, in sequenza, l'azione dell'airbag sul lato guida, in combinazione con una cintura a tre punti di ancoraggio, durante una collisione frontale.

Per l'innescio, il gonfiaggio e lo sgonfiaggio dell'airbag sono necessari circa 150 ms. Nel caso in cui, durante l'incidente, il sistema degli airbag venisse scollegato dalla rete di bordo, un condensatore "booster" (condensatore tampone) ha il compito di innescare l'attivazione dell'airbag che si gonfia completamente in un tempo di 45-50 ms. Per ottenere un'adeguata protezione, è indispensabile l'utilizzo delle cinture di sicurezza.

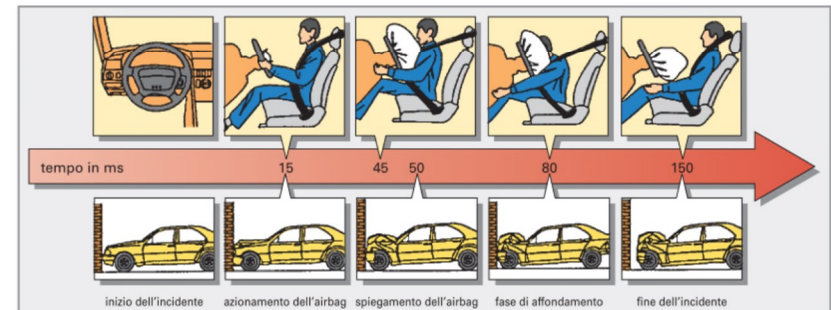


Figura 3: Andamento temporale dell'innescio di un airbag durante uno scontro frontale

Airbag a tendina (windowbag), airbag laterale. In caso di collisione laterale, l'airbag deve essere attivo in un tempo massimo di 20 ms. Ciò è possibile con l'adozione di generatori ibridi, in grado di riempire gli airbag in brevissimo tempo. Questo tipo di airbag dispone solo di un volume di circa 10-15 litri, contro i 30-75 litri di un airbag frontale lato conducente e i 60-180 litri per il lato passeggero.

Generatore ibrido

Struttura (fig. 1). È composto da un'unità di accensione (pastiglia di innesco), una piccola quantità di propellente solido e da una cartuccia di gas nobili, generalmente argon ed elio, con una pressione da 200 a 500 bar.

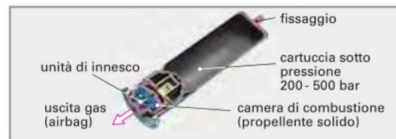


Figura 1: Generatore ibrido

Funzionamento. I terminali della centralina attiva, mediante un impulso elettrico, una pastiglia di innesco che, successivamente, innesca una maggior quantità di propellente solido.

In brevissimo tempo si attiva l'apertura della cartuccia di gas compresso e la miscela di gas caldo prodotto pirotecnicamente e di gas nobile freddo riempie il sacco dell'airbag.

Sistemi di ritenuta integrati - Pre-Safe (fig. 2)

Con questo termine si intendono misure che attivano i sistemi di sicurezza un istante prima che avvenga la collisione: posizionano i sedili in modo ottimale, tendono preventivamente le cinture di sicurezza ed eventualmente richiudono il tetto apribile.

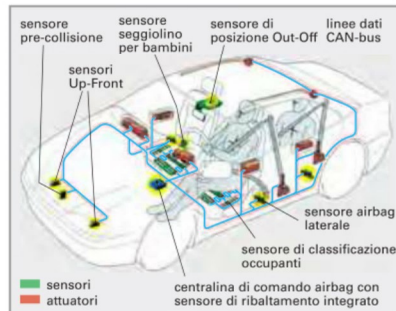


Figura 2: Sistemi di ritenuta integrata

Per attuare queste misure, il sistema Pre-Safe è collegato con il sistema antibloccaggio dei freni (ABS), con l'assistenza di frenata (BAS) e con il programma di stabilità elettronico (ESP). Inoltre, i veicoli dotati di questo sistema necessitano di sensori pre-collisione (precrash) e di sensori Out-Off, i quali elaborano i dati utili per anticipare un'eventuale collisione.

Sensori pre-collisione. Misurano, mediante tecnica radar, le distanze e l'angolazione di un possibile ostacolo. Questi sensori formano un campo di sicurezza virtuale ≤ 14 m attorno al veicolo. I segnali radar vengono anche indicati come **Short Range Radar (SRR)**. Inoltre, questi segnali possono essere usati per avvertire il guidatore di eventuali situazioni di pericolo, per esempio nel caso in cui un veicolo si avvicina da un angolo morto.

Sensori di posizione Out-Off. Mediante ultrasuoni o videocamera, riconoscono se il passeggero è seduto a distanza e angolazione corrette rispetto all'airbag. Mediante attuatori elettrici di grande potenza, il relativo sedile può essere spostato in modo corretto un istante prima della collisione.

Funzionamento. Manovre di guida pericolose, come frenate di emergenza e sbandamenti, sono riconosciute con l'aiuto di sensori e, mediante il sistema CAN-bus delle centraline dell'ABS, BAS e/o ESP, sono trasmesse alla centralina degli airbag. Un improvviso avvicinamento a un ostacolo, per esempio a un veicolo, viene riconosciuto mediante l'elaborazione dei segnali forniti dai sensori pre-crash tramite un programma di calcolo integrato nella centralina di comando degli airbag. Questa, un istante prima della possibile collisione, comanda l'attivazione per:

- il tensionamento delle cinture di sicurezza lato guida e del passeggero mediante il pretensionatore reversibile;
- il posizionamento ottimale in senso longitudinale e l'inclinazione degli schienali e delle sedute dei sedili;
- la chiusura del tetto apribile in caso di pericolo di sbandamento.

Sistema di sensori Up-Front

In caso di collisione, il sistema di sensori Up-Front è in grado di analizzare la gravità dell'incidente in modo più preciso che non il sensore di collisione posizionato sul tunnel centrale. Con questo sistema, le azioni del pretensionatore e dell'airbag sono determinate in anticipo, con precisione e in modo più adeguato all'evento. In presenza di sistemi di attivazione dell'airbag a più stadi, in caso di collisione leggera, si innesca unicamente il primo stadio, in modo che l'airbag si gonfi con minore pressione, mentre nel caso in cui i sensori rilevano una collisione frontale violenta, si attiva con un ritardo di 15 ms il secondo stadio del generatore di gas, gonfiando completamente l'airbag.

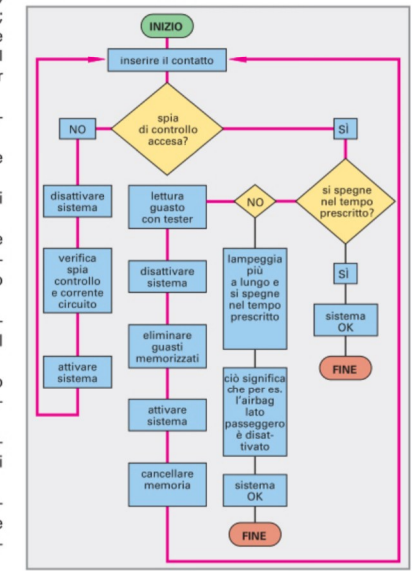
INDICAZIONI PER LE OFFICINE

Norme di sicurezza per i sistemi airbag e pretensionamento ad azione pirotecnica

- Interventi di controllo e montaggio devono essere eseguiti unicamente da personale qualificato.
- Disattivazione. In occasione di interventi su sistemi airbag e pretensionatori ad azione pirotecnica, il contatto di accensione deve essere disinserito, il polo negativo staccato e isolato dalla batteria; eventualmente, può essere necessario attendere da 5 a 20 minuti, a seconda delle indicazioni del costruttore, in modo che il condensatore booster possa scaricarsi.
- In caso di interruzione dei lavori, airbag e pretensionatori non devono rimanere incustoditi.
- Gli airbag smontati vanno riposti con il lato dove è presente l'uscita di rilascio rivolto verso l'alto.
- Non si può eseguire alcun tipo di riparazione sui singoli componenti.
- Airbag e pretensionatori non devono essere esposti a temperature superiori a 100 °C e devono rimanere protetti da scintille, per esempio durante una riparazione sulla carrozzeria.
- Airbag e pretensionatori caduti da altezze superiori a 0,5 m non possono essere montati sul veicolo.
- Airbag e pretensionatori che hanno già subito l'attivazione sono inefficaci e devono essere sostituiti.
- I componenti di airbag e pretensionatori non devono venire a contatto con grassi, oli e prodotti di pulizia.
- I sistemi possono essere controllati elettricamente solo se montati sul veicolo senza persone nell'abitacolo. Sono vietate misurazioni di resistenza e misurazioni con lampada di controllo.

- In caso di rottamazione, gli airbag e i generatori di gas dei pretensionatori devono essere attivati dall'esterno, con le portiere del veicolo chiuse, mediante dispositivi di innesco prescritti dal costruttore e mantenendo un'adeguata distanza di sicurezza (circa 10 m).

Piano di ricerca guasti - Airbag



Vetro di sicurezza. Si distingue tra il vetro di sicurezza temprato a tensione uniforme (VST) e il vetro di sicurezza stratificato (VSS).

Vetro di sicurezza temprato. Questo tipo di vetro è utilizzato per i finestrini laterali e in parte per il lunotto posteriore. A causa della tempratura del vetro, ottenuta tramite un suo rapido raffreddamento, in caso di rottura si formano pezzettini di vetro ad angoli smussati. Il vetro si rompe nella sua superficie intera, il che lo rende inutilizzabile come parabrezza per i seguenti motivi:

- in caso di rottura, sarebbe compromessa la visibilità per il conducente;
- in caso di incidente, i pezzettini di vetro verrebbero scaraventati nell'abitacolo, ferendo i passeggeri.

Vetro di sicurezza stratificato (fig. 3). È utilizzato prevalentemente per il parabrezza e il lunotto posteriore. Due o tre strati di vetro non temprati sono incollati con degli strati intermedi di plastica (poli-

butirrale, PVB). In caso di rottura, si formano crepe a forma di ragnatela, mantenendo intatto gran parte del campo visivo. Si evita così la formazione di pezzetti di vetro che potrebbero ferire i conducenti. Piccoli danni, causati per esempio dalla caduta di sassi, possono essere riparati.

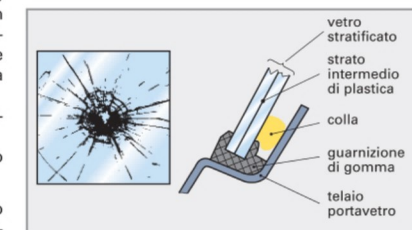


Figura 1: Rottura e struttura del vetro di sicurezza stratificato

Piantone dello sterzo di sicurezza (figg. 1 e 2). Ha il compito di impedire che, in caso di collisioni frontali, il piantone dello sterzo penetri nell'abitacolo. I componenti dei piantoni dello sterzo di sicurezza in caso di incidente si deformano, si piegano o si infilano uno nell'altro in modo longitudinale.

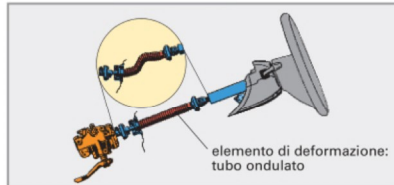


Figura 1: Piantone dello sterzo di sicurezza con tubo ondulato

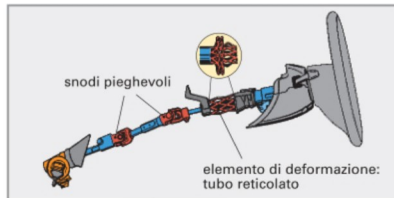


Figura 2: Piantone dello sterzo di sicurezza con tubo reticolato e snodi pieghevoli

Sicurezza esterna

Per sicurezza esterna si intendono le misure adottate in sede di costruzione del veicolo atte a ridurre in caso di incidente il rischio di ferimento degli utenti della strada.

Esempi

- Protezione di pedoni e ciclisti mediante l'adozione di materiali deformabili per la zona anteriore (Soft Face), di spigoli arrotondati, tergicristalli a scomparsa, sistemi anti-intrusione per i veicoli pesanti.
- Protezione degli occupanti di altri veicoli, in particolare modo dei veicoli di piccole dimensioni, ottenuta attraverso un comportamento di deformazione della carrozzeria calcolato (fig. 3).



Figura 3: Effetto di una protezione anti-intrusione ad assorbimento di energia in una collisione con un veicolo pesante

DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Quali sistemi di costruzione si distinguono relativamente alla struttura del veicolo?
- 2 A cosa si deve prestare attenzione nella lavorazione di acciai ad alta resistenza, dei lamierati in acciaio zincato e dell'alluminio?
- 3 Cosa si intende per sicurezza attiva e passiva?
- 4 Quali misure migliorano la sicurezza attiva e quella passiva nella costruzione di veicoli?
- 5 Come funzionano i pretensionatori e gli airbag?
- 6 Quali misure comprendono la sicurezza interna e quella esterna sul veicolo?

17.1.6 Valutazione dei danni e misurazione

I danni causati da incidenti provocano, sui lamierati della carrozzeria e sulle strutture del telaio, sollecitazioni di differente natura; possono produrre ricalcamenti, allungamenti, piegamenti, torsioni oppure ancora piegamenti ad angolo. A seconda del tipo di collisione, sono possibili le seguenti tipologie di deformazione a telaio, pianale e/o carrozzeria:

- cedimento longitudinale (fig. 4), a seguito di collisione frontale o dorsale;
- sollevamento (fig. 5), a seguito di scontro frontale;
- spostamento laterale (fig. 6), a seguito di urto laterale;
- torsione (fig. 7), a seguito di ribaltamento del veicolo.

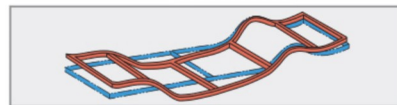


Figura 4: Schiacciamento

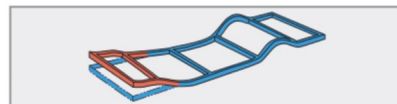


Figura 5: Pressione verso l'alto

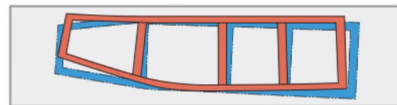


Figura 6: Deformazione laterale

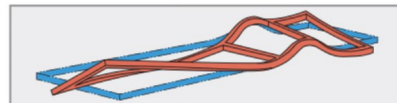


Figura 7: Torsione

Inoltre, i materiali possono presentare delle fratture o delle crepe. Per valutare esattamente i danni da incidente, sono necessari un controllo visivo e, a seconda della gravità dell'incidente, una misurazione della carrozzeria (messa in dima).

Valutazione dei danni mediante controllo visivo, definizione del procedimento di riparazione e misurazione della carrozzeria.

Controllo visivo

Si rilevano i danni e si valuta se è necessaria una misurazione della carrozzeria e quali lavori di riparazione devono essere eseguiti.

A seconda della gravità dell'incidente, il veicolo va controllato in diverse zone.

Danni esterni. Al momento dell'ispezione generale del veicolo vanno controllati i seguenti aspetti:

- deformazioni;
- misure delle distanze di accoppiamento (luci, fig. 1), per esempio tra portiere, paraurti, cofano motore, cofano del bagagliaio, ecc.; potrebbero indicare una deformazione della carrozzeria e rendere necessaria una misurazione della stessa;
- leggeri incurvamenti, per esempio ammaccature e piegature su superfici più estese; sono rilevabili attraverso una diversa riflessione della luce;
- danni ai vetri, alla vernice, formazione di crepe, pieghe allargate.

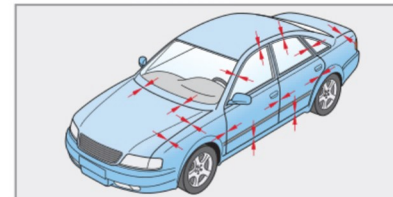


Figura 1: Controllo visivo: distanze d'accoppiamento

Danni al fondo scocca. Se si rilevano deformazioni da schiacciamento, piegature, torsioni o errori di simmetria, bisogna procedere alla misurazione del veicolo.

Danni interni. Sono rilevabili:

- piegature, deformazioni da schiacciamento (a tal fine, è spesso necessario smontare i rivestimenti);
- disinnescio del tendicintura;
- azionamento dell'airbag;
- danni da incendio;
- imbrattamento.

Danni secondari. Va verificato se, a causa dell'incidente, sono stati danneggiati altri componenti, quali il radiatore, gli alberi, il motore, il cambio, gli assali, le sospensioni degli assi, lo sterzo, le centraline di comando e i cavi elettrici.

Definizione dei procedimenti di riparazione

I danni rilevati durante il controllo visivo sono riportati su apposite schede tecniche sotto forma di codici alfanumerici (fig. 2). In tal modo, viene definito il lavoro di riparazione da effettuare, per esempio sostituzione, riparazione a tratti, sostituzione parziale, misurazione, verniciatura, ecc. I dati sono poi elaborati mediante specifici programmi; questo processo consente di determinare il rapporto fra il costo dei lavori di riparazione e il valore del veicolo.

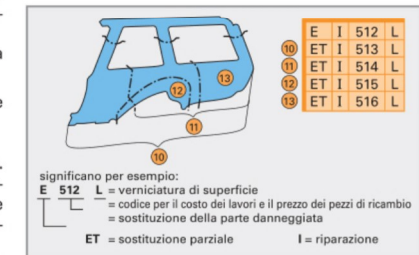


Figura 2: Parte di una scheda tecnica per il calcolo dei costi di un veicolo accidentato

Misurazione della carrozzeria

Per vedere se il telaio o il fondo scocca si sono incurvati, è necessario misurare il veicolo. A tal fine, si utilizzano un compasso a punte fisse, un calibro di centratura, un calibro per il fondo del telaio e sistemi di misurazione su banco addirittura. La misurazione si basa su tabelle o schede tecniche (fig. 3) fornite dal costruttore del veicolo.

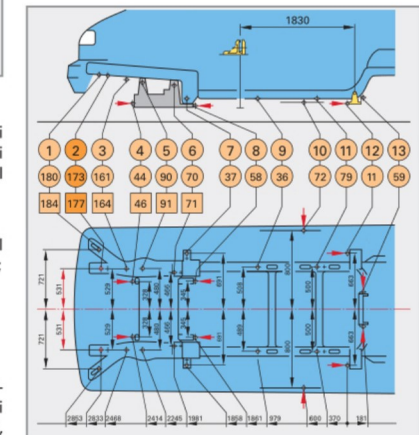


Figura 3: Particolare di una scheda tecnica per la misurazione del fondo scocca

Le misure di simmetria e di altezza sono fornite da differenti punti di misurazione. Per le misure di altezza sono spesso indicati due valori:

- con gli assemblati montati;
- senza assemblati.

Per esempio, il punto di misurazione 2 (fig. 3, pag. 465) ha le misure di simmetria 531 mm e le misure d'altezza 173 (con assemblati montati) e 177 mm (senza assemblati montati). La differenza delle misure d'altezza è dovuta all'elasticità della carrozzeria.

Misurazione bidimensionale della carrozzeria (fig. 1).

La misurazione bidimensionale comporta la misurazione delle distanze in lunghezza, larghezza e simmetria. È adatta soltanto ad una misurazione approssimativa della carrozzeria.

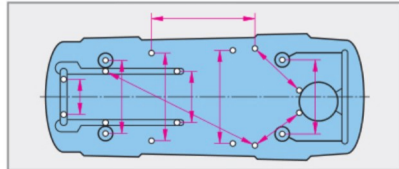


Figura 1: Fondo scocca con punti di riferimento per la misurazione bidimensionale

Compasso di misurazione telescopico (fig. 2). È denominato anche compasso a punte o calibro a punte. Con questo sistema di misurazione, si possono rilevare le misure di lunghezza, larghezza e delle diagonali. I valori di misurazione sono leggibili direttamente sull'attrezzo di misura.

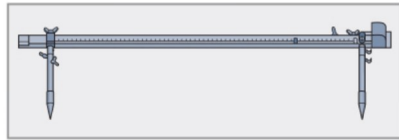


Figura 2: Compasso telescopico, calibro a punte

Misurazioni di confronto (fig. 3). Con questo metodo sono comparate le simmetrie delle misure effettuate sul lato destro con quelle sul lato sinistro nonché le relative diagonali, in modo da determinare rapidamente eventuali danni alla carrozzeria. Nel caso si dovessero rilevare valori differenti confrontando la misura del pianale dall'attacco della sospensione anteriore sinistra all'attacco della sospensione posteriore destra, con la misura reciproca dall'attacco della sospensione anteriore destra all'attacco della sospensione posteriore sinistra, si può ritenere che il pianale del veicolo considerato abbia subito una torsione.



Figura 3: Rilevazione mediante compasso telescopico

Misurazione tridimensionale della carrozzeria (fig. 4)

Mediante la misurazione tridimensionale, è possibile determinare i punti della carrozzeria in lunghezza, larghezza ed altezza. Questo permette una misurazione più precisa della carrozzeria.

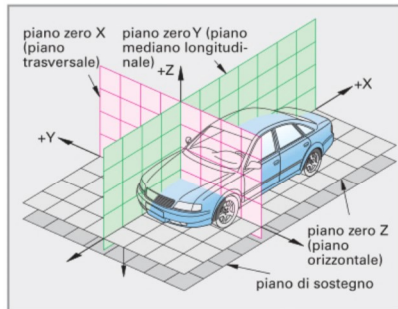


Figura 4: Principio di misurazione tridimensionale

Banco raddrizzatore con sistema di misura universale (fig. 1, pag. 467)

Il veicolo danneggiato è fissato al banco mediante dispositivi di bloccaggio applicati alla piega del bordo di giunta del basamento sottoporta-pianale. In seguito, si posiziona il ponte di misura sotto il veicolo e lo si allinea.

Vanno individuati tre punti di misurazione della carrozzeria non danneggiati, due dei quali devono essere paralleli all'asse longitudinale del veicolo. Il terzo punto di misurazione deve essere il più lontano possibile.

Sul ponte di misura si trovano dei carrelli di misurazione che possono essere regolati esattamente sui singoli punti di misurazione, al fine di determinare le misure di lunghezza e di larghezza.

Ogni calibro a carrello è dotato di manicotti di misurazione a telescopio, sui quali vengono applicate delle punte. Tali punte sono inserite nei punti di misurazione della carrozzeria, rilevando in tal modo la misura dell'altezza.

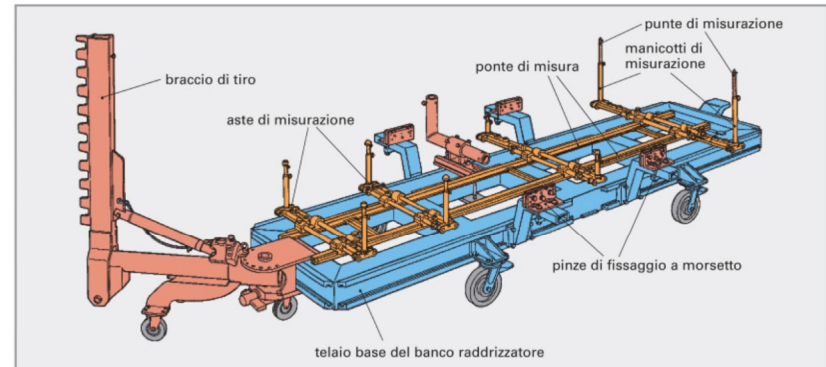


Figura 1: Banco raddrizzatore con sistema di misura universale

Misurazione della sovrastruttura (parte superiore) (fig. 2). Sul ponte di misura fissato sul telaio base del banco viene applicato un telaio a portale con un dispositivo di misurazione. In questo modo, la sovrastruttura può essere misurata per sezioni e sui punti determinati nelle tabelle di misurazione.

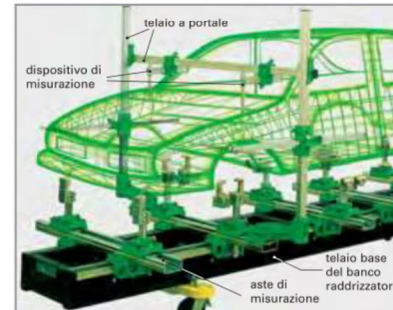


Figura 2: Misurazione meccanica della sovrastruttura

I sistemi meccanici di misurazione sono fissati sul telaio base del banco e per tale motivo possono complicare il fissaggio di utensili di riparazione. Inoltre, sono esposti alle scintille, alla polvere e a sollecitazioni meccaniche, che possono danneggiarli.

Banco raddrizzatore con sistema ottico di riparazione (fig. 3). Nel caso della misurazione ottica della carrozzeria con raggi luminosi (laser), il sistema di misurazione è disposto all'esterno del telaio base del banco. È possibile effettuare una misurazione anche senza telaio base, ponendo il veicolo su dei cavalletti o sollevandolo mediante un banco elevatore. Per la misurazione si utilizzano due barre di misu-

razione, disposte ad angolo retto attorno al veicolo. Esse comprendono un'unità laser, un divisore del fascio di luce e diversi prismi. L'unità laser produce piccoli fasci di luce, i cui raggi sono paralleli. Essi rimangono invisibili fino a quando non incontrano un ostacolo. Il divisore del fascio guida il raggio laser ad angolo retto verso la barra corta e ne permette contemporaneamente l'avanzamento nel rettilineo. I prismi riflettono il fascio di luce ad angolo retto sotto il pianale del veicolo.

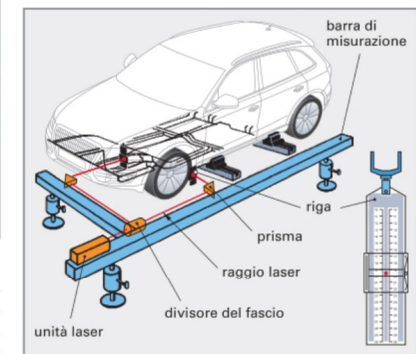


Figura 3: Sistema ottico di misurazione

Su almeno tre punti non danneggiati della carrozzeria e seguendo le indicazioni della tabella di misurazione, sono posizionate delle righe graduate di plastica trasparente con i loro elementi di collegamento. Le righe vanno regolate. Dopo l'accensione dell'unità laser, si procede a modificare le barre di misurazione fino a quando il raggio di luce non cade sull'intervallo predefinito della riga graduata. Ciò è

rilevabile grazie ad un punto rosso. In tal modo, ci si assicura che il raggio laser scorra in parallelo al pianale del veicolo. Per la rilevazione delle altre misure d'altezza della carrozzeria, si applicano le righe sui diversi punti di misurazione del pianale inferiore del veicolo. Spostando i prismi, è possibile rilevare le altezze dalle righe graduate e le lunghezze dalle barre di misurazione. Tali misure vanno poi confrontate con le tabelle di misurazione.

Sistema di misurazione elettronico (fig. 1)

Con questo sistema, mediante un braccio misuratore che si sposta su un binario e che dispone di apposite punte di misurazione, vengono determinati i singoli punti della carrozzeria da misurare. Mediante il computer di cui è provvisto il braccio misuratore, è calcolata l'esatta posizione dei punti rilevati, che sono poi trasmessi tramite ultrasuoni.

Processo di misurazione. Inizialmente, mediante un tastatore, vengono determinati tre punti della carrozzeria integri, ossia esenti da danni, così da stabilire la posizione di base del veicolo. Di seguito, il tastatore è posizionato sui punti da misurare. I valori effettivi sono quindi confrontati con i valori di fabbrica inseriti nel programma del computer. In caso di differenze avviene l'indicazione di errore, altrimenti il risultato è riportato sul protocollo di misurazione.



Figura 1: Sistema di misurazione elettronico

Caratteristiche dei sistemi di misurazione universali

- I punti della carrozzeria possono essere misurati con o senza smontaggio degli assemblati.
- I cristalli incollati, anche se rotti, non vanno smontati prima della misurazione del veicolo, in quanto assorbono fino a 30% delle forze di torsione della carrozzeria.
- Ogni tipo di veicolo dispone di schede di misurazione appropriate.
- I sistemi di misurazione non sono in grado di sostenere né il peso del veicolo, né le forze di deformazione.
- Se si procede alla saldatura di nuovi pezzi della carrozzeria, si rendono necessari speciali supporti che possono essere fissati sul telaio base del banco raddrizzatore.
- Nel caso di sistemi di misurazione che utilizzano il laser, bisogna evitare di guardare direttamente il raggio laser.
- Generalmente, i sistemi di misurazione universali utilizzano delle attrezzature informatizzate.

Altri sistemi di rilevazione della carrozzeria

- Sistemi con serie di elementi angolari di riscontro, con elementi in pezzo unico, a due o più parti.
- Sistemi con maschere saldate.

Caratteristiche dei sistemi con serie di elementi angolari di riscontro (fig. 2)

- Per la misurazione, è generalmente richiesto lo smontaggio degli assemblati.
- Nuove parti di carrozzeria possono essere fissate per la saldatura nella precisa posizione sugli elementi angolari di riscontro.
- Gli angolari sopportano il peso del veicolo, ma resistono solo a modeste forze di raddrizzamento.
- Per i molteplici modelli di veicolo, sono necessari differenti serie di elementi angolari.



Figura 2: Banco raddrizzatore con elementi angolari di riscontro

17.1.7 Riparazione della carrozzeria incrinata

Raddrizzamento

Al momento dell'incidente, l'energia dell'impatto può deformare diverse parti di carrozzeria. Per raddrizzarla, sono necessarie altrettante forze di pressione e di trazione, che sono prodotte da appositi utensili idraulici.

La forza di deformazione si deve applicare nel senso opposto a quella prodottasi durante l'incidente.

Utensili idraulici per il raddrizzamento (fig. 3). Sono composti da una pressa e un cilindro collegati da un flessibile ad alta pressione. Nel cilindro a pressione, l'asta del pistone ad alta pressione esce, quella del cilindro di trazione rientra. Mentre durante la pressione le estremità del cilindro e dell'asta del pistone sono facilmente posizionabili, durante la trazione è necessario utilizzare delle pinze di fissaggio a morsetto oppure saldare una lamiera sulla parte da tirare.



Figura 3: Attrezzi idraulici per raddrizzamento

Raddrizzatore idraulico a trazione (Dozer, fig. 1)

È composto da una trave orizzontale e da una colonna orientabile impernata alla base e mossa da un cilindro idraulico. Questo sistema può essere utilizzato per danni alla carrozzeria di piccola o media entità per i quali non sono necessarie grandi forze di trazione, indipendentemente dal tipo di banco raddrizzatore.

La carrozzeria deve, però, essere fissata sulla trave orizzontale, in determinati punti prescritti dal costruttore, per mezzo di pinze a morsetto e barre a tubo.

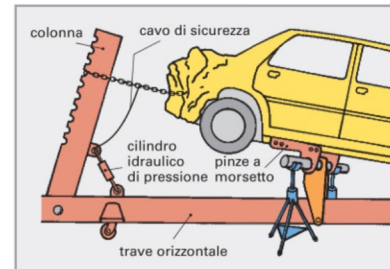


Figura 1: Raddrizzatore idraulico a trazione (Dozer)

Banco raddrizzatore idraulico (fig. 2)

Questo banco è costituito da un'intelaiatura di base stabile che sostiene le forze di raddrizzamento. Il veicolo viene fissato al banco sul bordo di giunzione basamento sottoporta-pianale mediante apposite pinze a morsetto. Il dispositivo di raddrizzamento idraulico può essere fissato facilmente al banco stesso.

Con questo sistema, è possibile riparare anche danni importanti di carrozzeria; in questo modo, è molto più facile che il raddrizzamento per deformazione di ritorno avvenga esattamente nella direzione opposta alla deformazione iniziale. Inoltre, è possibile adottare attrezzi idraulici che lavorano secondo un principio vettoriale, ossia attrezzi in grado di mettere in trazione o in pressione parti di carrozzeria sotto ogni direzione possibile.

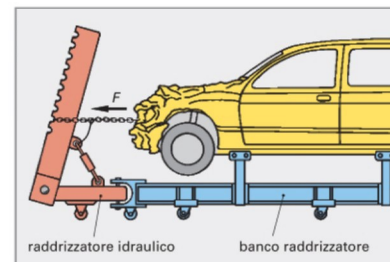


Figura 2: Banco raddrizzatore idraulico

Deviazione delle forze di raddrizzamento (fig. 3)

Se dopo una collisione la carrozzeria ha subito, oltre alla deformazione rispetto al piano orizzontale, anche uno spostamento strutturale verticale verso l'alto, il raddrizzamento deve avvenire mediante un rullo di deviazione. La forza di trazione agisce, in questo modo, in senso opposto alla deformazione originale. In fig. 3 la carrozzeria è messa in trazione sia verso il basso (F_2) sia in avanti (F_1).

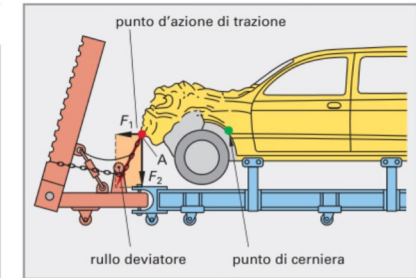


Figura 3: Procedimento di trazione di una parte di carrozzeria spostata sul piano orizzontale e verso l'alto

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

- I lavori di raddrizzamento vanno effettuati prima della recisione di parti di carrozzeria non riparabili.
- Qualora sia possibile riparare, si provi a ripristinare lo stato originale mediante raddrizzamento a freddo.
- Qualora non sia possibile una lavorazione a freddo senza rischio di incrinature, in caso di lamierati di carrozzeria a resistenza normale, riscaldare la zona danneggiata mediante fiamma autogena.
- Lamierati ad alta resistenza e di alluminio non devono essere raddrizzati mediante riscaldamento. In caso di riparazione, rispettare le indicazioni del costruttore.
- Dopo ogni operazione di raddrizzamento, verificare sempre la posizione dei punti di misurazione.
- Per ottenere che le parti di telaio deformate raggiungano, dopo il raddrizzamento, i valori d'origine esenti da tensioni, queste vanno messe in trazione oltre le quote d'origine, in modo da annullare l'effetto di ritorno elastico della lamiera.
- Elementi portanti che hanno subito un'incrinatura oppure una piega ad angolo, per motivi di sicurezza devono essere sostituiti.
- Le catene di trazione devono essere assicurate mediante un cavo di ritenuta.

Sostituzione parziale e riparazione di porzioni di lamierati (fig. 1). Se i pezzi di lamiera sono talmente deformati da rendere impossibile o troppo onerosa la riparazione, si può procedere alla sostituzione. Durante l'esecuzione del lavoro, è molto importante seguire sempre le indicazioni del costruttore. Di regola, si deve sempre sostituire la parte completa della carrozzeria danneggiata come, per esempio, il parafrangente posteriore sinistro. Se la parte del parafrangente danneggiata è limitata, ma troppo deformata per essere riparata, può essere tagliata e sostituita parzialmente.

Le linee del taglio sono predefinite e indicate dal costruttore. In genere, non sono molto lunghe e non attraversano le lamiere portanti o i rinforzi, che si trovano sul lato posteriore della lamiera come, per esempio, le cerniere delle portiere o i supporti delle cinture.

La lamiera nuova va tagliata e sagomata correttamente, appoggiata e inserita. Se si tratta di lamiere di acciaio, si utilizza prevalentemente la saldatura a gas attivo (argon) MAG. In tal modo, la lamiera non si riscalda molto, limitando la deformazione e il lavoro di sagomatura. Nel caso di lamiere in alluminio e di parti non portanti, si possono utilizzare anche procedimenti come l'incollatura e la chiodatura. Se è necessario saldare l'alluminio, si utilizza la saldatura a gas inerte MIG o TIG.

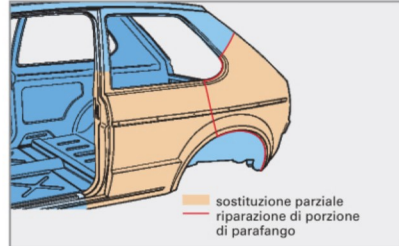


Figura 1: Linee di separazione nella sostituzione delle parti e nella riparazione di sezioni

Incollatura dei metalli nei lavori di carrozzeria. L'incollatura presenta i seguenti vantaggi rispetto alla saldatura:

- necessita soltanto di una rifinitura minima;
- i materiali infiammabili non devono essere smontati durante i lavori di riparazione (per esempio il serbatoio del carburante);
- nessuna corrosione da contatto e buona azione anticorrosiva nella zona da riparare;
- i materiali non sono esposti a nessun tipo di sollecitazione termica, quindi a nessuna deformazione (importante, per esempio, per le parti in Al);
- è possibile assemblare materiali anche molto diversi tra loro.

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

- Le zone da incollare vanno levigate.
- Il pezzo vecchio e quello nuovo devono sovrapporsi per almeno 20 mm, affinché la superficie incollata sia abbastanza grande da resistere alle sollecitazioni (fig. 2).
- La lamiera esterna va smussata (30°, fig. 2) per evitare che si creino fessure capillari durante la verniciatura.
- Entrambi i lati della lamiera vanno cosparsi di colla. Fare attenzione alla giusta temperatura di lavorazione (in genere temperatura ambiente, 20 °C), al tempo d'indurimento della colla (tempo di lavorazione massimo) e al tempo di aerazione.
- La lamiera va fissata e appoggiata mediante giunti chiodati o morse specifiche.
- Se sono necessari punti di saldatura, la colla non va applicata nella zona di saldatura.
- Durante l'indurimento, la superficie incollata non deve essere soggetta a movimenti di nessun genere, per esempio a causa di altri lavori sulla carrozzeria.

Le parti incollate non vanno esposte a temperature elevate (in genere > 80 °C) e vanno impiegate soltanto in posti non sottoposti a trazione.

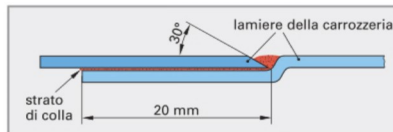


Figura 2: Incollaggio di due lamiere

Sostituzione di vetri incollati. I vetri incollati contribuiscono significativamente ad aumentare la stabilità del veicolo, irrigidendo la carrozzeria. Per questo motivo, è fondamentale eseguirne con la massima precisione e cura sia lo smontaggio sia il montaggio.

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

- Sciogliere meccanicamente, per esempio mediante una lama oscillante, lo strato di adesivo fra la carrozzeria e il cristallo da sostituire. Se si vuole proteggere la vernice, è necessario coprire il bordo del telaio.
- Estrarre il vetro con l'ausilio di ventose.
- Se il cordone di adesivo per vetri (dopo aver levato il parabrezza) ha la cresta troppo alta, esso va ritagliato fino ad uno spessore di circa 1-2 mm, oppure tolto completamente.
- Pulire accuratamente il bordo del telaio, sul quale bisogna apporre il mastice, con un detergente specifico.

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

- Pulire il cristallo nuovo sul bordo dove si intende effettuare l'incollatura.
- Inserire i cristalli senza colla e con l'aiuto di ventose nel telaio. Segnare la posizione corretta con nastro adesivo.
- Spalmare il telaio e il bordo del cristallo con una base d'aderenza. In tal modo, lo strato adesivo per vetri aderirà meglio. Se è presente il vecchio strato di colla, è inutile applicare la base d'aderenza.
- Attendere che la base d'aderenza si asciughi. Applicare un'abbondante strato di colla sul bordo del cristallo o sul telaio del veicolo.
- Inserire i cristalli nel telaio con l'aiuto delle ventose, allinearli e premere.
- Attendere che la colla si indurisca.

Durante l'incollatura del parabrezza e del lunotto posteriore, è necessario aprire leggermente i cristalli laterali per evitare che, chiudendo le portiere, all'interno dell'abitacolo si crei una sovrappressione che, se l'adesivo non si è ancora indurito, possa scorporare il cristallo.

Lavorazione delle superfici

Raddrizzamento delle lamiere. A seconda del caso, si utilizzano diversi metodi per la risagomatura:

- martello e controtesta;
- leve;
- martello a trazione;
- termotecnica.

Raddrizzamento con martello e controtesta (fig. 1).

L'ammaccatura deve essere ben accessibile da entrambi i lati. Come controtesta si utilizzano dei tassi di controtesta.

Nei punti difficilmente accessibili, è necessario ricorrere a leve a cucchiaio (denominate levabolli), con le quali è possibile eliminare direttamente anche piccole ammaccature.

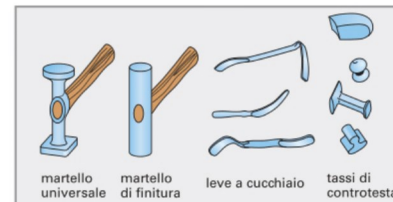


Figura 1: Utensili per il raddrizzamento

Procedimento (fig. 2). Nel caso di ammaccature medie o grandi, si comincia a martellare il bordo dell'ammaccatura e si procede a spirale fino a giungere al centro. Se si lavora una lamiera d'acciaio, la controtesta deve essere sempre tenuta più lontana dal centro rispetto al punto in cui va a colpire il maglio. L'ulteriore spianamento della superficie può essere effettuato martellando direttamente (controtesta e maglio sono sullo stesso asse) mediante un martello per spianare.

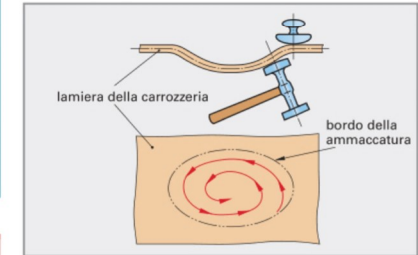


Figura 2: Procedimento di raddrizzamento

Raddrizzamento di ammaccature mediante leve (figg. 3 e 4).

Le ammaccature che si formano a seguito di grandinate possono essere eliminate mediante spianatura, agendo con una leva dall'interno che permette di respingere verso l'esterno le piccole conche create, senza danneggiare la vernice. Per fare questo si utilizza anche una lampada che evidenzia le conche in modo ben visibile. Con questo procedimento, è possibile eliminare le ammaccature da grandine fino a circa 5 mm di profondità e 35 mm di diametro senza dover verniciare. Per ottenere buoni risultati, è necessario che l'operatore abbia molta sensibilità ed esperienza con questo sistema di lavorazione, conosciuto anche come "tecnica levabolli".



Figura 3: Leve per raddrizzamenti senza danni alla vernice



Figura 4: Raddrizzamento di un cofano con leva all'interno

Raddrizzamento delle ammaccature mediante martello a trazione (fig. 1). Si utilizza questo procedimento quando le ammaccature sono accessibili da un solo lato, per esempio in caso di lamiera a doppia parete. Sulla superficie da raddrizzare, si saldano delle piastre forate (multispot), alle quali si aggancia una barra con impugnatura e un peso a percussione. Muovendo il peso a percussione in direzione dell'impugnatura, si tira l'ammaccatura verso l'esterno.

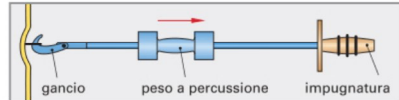


Figura 1: Raddrizzamento mediante martello a trazione

Raddrizzamento di ammaccature mediante termotecnica (fig. 2). Questo sistema è adottato per ammaccature di media grandezza, che sono riscaldate con una fiamma morbida al cannello autogeno con movimento a spirale dall'esterno all'interno (fig. 2, a, b). In questo modo, l'ammaccatura si solleva creando un rialzo a forma di anello. Il calore viene poi eliminato dal rialzo con una lima da carrozziere fredda (fig. 2, c); la lamiera in corrispondenza del rialzo si ritira e può essere ulteriormente spianata con la lima (fig. 2, d).

Questo metodo di lavorazione non è applicabile su ammaccature vicino a ossature di rinforzo, nervature e profilature, punti di saldatura.

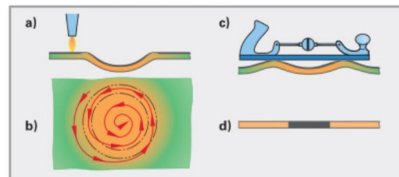


Figura 2: Raddrizzamento di ammaccatura mediante termotecnica

Stagnatura

Se dopo lo spianamento rimangono delle zone non piane, si possono correggere mediante stagnatura e poi lisciate mediante rifinitura.

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

- La zona della carrozzeria che si vuole trattare va levigata in modo da levare tutta la vernice e il fondo; si deve vedere la lamiera nuda.
- Applicare con un pennello la pasta per stagnatura sulla lamiera.
- Riscaldare la pasta per stagnatura mediante fiamma, fino a quando cambia colore (viraggio al marrone). Togliere con uno straccetto pulito la pasta in eccedenza.

- Applicare lo stagno facendolo fondere con la fiamma ossiacetilenica sulla superficie da trattare e lisciarla, per esempio con un pezzo di legno immerso in cera d'api.
- Dopo il raffreddamento della superficie trattata, lasciare la zona con una lima per carrozzeria.

Durante la stagnatura, si creano dei vapori tossici che devono essere eliminati mediante aspirazione.

Stuccatura

Le piccolissime ammaccature possono essere stuccate utilizzando, per esempio, stucchi a due componenti di resina poliesterica o epossidica.

Le ammaccature più grandi vanno riparate mediante stagnatura, in quanto l'applicazione di strati troppo spessi di stucco comporterebbe i seguenti problemi.

- Distacco dello stucco dalla superficie della lamiera a causa della diversa dilatazione dei materiali.
- Formazione di crepe:
 - a) durante l'indurimento, a causa di differenti zone termiche all'interno dello stucco;
 - b) in quanto lo stucco non possiede la medesima elasticità della lamiera.

Il pulviscolo da rettifica deve essere aspirato perché dannoso alla pelle e alle vie respiratorie.

DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Come si svolge un accertamento di danni visivo?
- 2 Quali valori possono essere determinati mediante una misurazione bidimensionale della carrozzeria?
- 3 Come si svolge la misurazione tridimensionale di una carrozzeria con sistemi di rilevamento meccanici?
- 4 Come si svolge la misurazione con un sistema di rilevamento ottico?
- 5 Come si svolge la misurazione di una carrozzeria con un sistema elettronico?
- 6 Quali caratteristiche possiedono i sistemi di raddrizzamento ad elementi angolari di riscontro?
- 7 A cosa si deve prestare attenzione durante il raddrizzamento per deformazione di ritorno?
- 8 A cosa si deve prestare attenzione nell'incollaggio di metalli?
- 9 Quali regole si devono osservare nella sostituzione di vetri incollati?
- 10 Con quali procedimenti si possono eliminare le ammaccature di piccola e grande dimensione?
- 11 Come possono essere eliminate piccole irregolarità, per esempio dopo il raddrizzamento di ammaccature?
- 12 Per quale motivo lo strato di stucco non deve essere troppo spesso?

17.2 Protezione anticorrosiva

La protezione anticorrosiva può essere attiva e passiva.

17.2.1 Protezione anticorrosiva attiva

Può avvenire attraverso:

- il materiale, per esempio con determinate leghe d'acciaio pregiato;
- un agente aggressivo, per esempio sottraendo umidità all'aria;
- la corrente elettrica esterna, per esempio collegando un serbatoio d'acciaio con il polo positivo di una batteria (protezione catodica).

17.2.2 Protezione anticorrosiva passiva

Può essere realizzata mediante procedimenti conservativi, per esempio l'applicazione di rivestimenti metallici e non metallici.

Procedimenti conservativi

Vengono applicati sui veicoli per la protezione del sottoscocca e per la sigillatura delle cavità.

Protezione del sottoscocca. Ha i seguenti compiti:

- allontanare l'umidità dal sottoscocca;
- creare la resistenza contro il pietrisco;
- rimanere elastico;
- impedire vibrazioni indesiderate delle lamiere (effetto antirombo).

I prodotti di conservazione utilizzati sono realizzati con cere, materie plastiche e catrame.

Sigillatura della cavità. Il mezzo di conservazione consiste in oli, cere, soluzioni e inibitori della ruggine che vanno a formare una pellicola.

Il mezzo di conservazione è iniettato nei punti prescritti dal costruttore con una pressione di circa 70 bar. In seguito, le cavità sono chiuse con tamponi di plastica. Un additivo antiruggine impedisce la formazione di corrosione.

Rivestimenti metallici

I rivestimenti metallici proteggono in modo duraturo, a condizione di essere esenti da pori, insolubili all'acqua e impermeabili ai gas. Se lo strato di protezione è costituito da una materia meno pregiata di quella della base, per esempio, zinco sopra acciaio (fig. 1), in caso di lesione dello strato di protezione, si crea localmente un elemento galvanico che porta gradualmente alla distruzione dello strato protettivo,

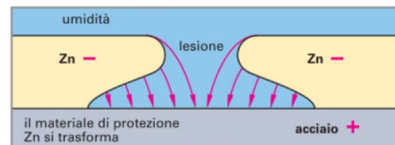


Figura 1: Materia protettiva efficace

mentre il materiale di base in un primo tempo non si corrode. Se, invece, lo strato di protezione è costituito da materiale più pregiato di quello del fondo, per esempio, nichel sopra acciaio, in caso di lesione dello strato protettivo, il materiale di fondo si corrode (arrugginisce) mentre lo strato di protezione rimane intatto (fig. 2).

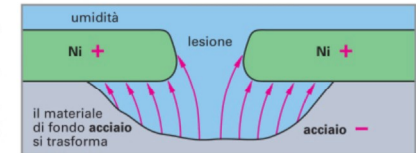


Figura 2: Materiale protettivo inefficace

Materiale di protezione efficace: il metallo di protezione è meno pregiato del metallo di fondo.

Materiale di protezione inefficace: il metallo di protezione è più pregiato del metallo di fondo.

Rivestimento in bagno di fusione (zincatura). Nella zincatura a caldo il pezzo di carrozzeria o la lamiera grezza, dopo essere stato pretrattato, viene immerso in un bagno di zinco liquido.

Galvanizzazione. Le lamiere zincate per galvanizzazione vengono impiegate nella costruzione della carrozzeria come lamiere di imbutitura. Lo spessore dello strato è molto omogeneo: misura circa 7,5 µm. La superficie liscia consente una verniciatura di copertura omogenea che non richiede una lavorazione dispendiosa.

Rivestimenti non metallici

Fosfatizzazione (bonderizzazione). Il pezzo è immerso in una soluzione fosfatica acquosa. Sulla superficie si forma uno strato protettivo poroso di fosfato di ferro, che va a costituire la base per la successiva verniciatura.

Rivestimenti plastici. Lembi di pieghe e spigoli possono essere isolati mediante materiali plastici ad elasticità di lunga durata, per esempio PVC. In questo modo, si possono realizzare giunzioni anche di metalli diversi senza il rischio di corrosione, per esempio, il rivestimento di un'intelaiatura d'acciaio con una lamiera d'alluminio (fig. 3).

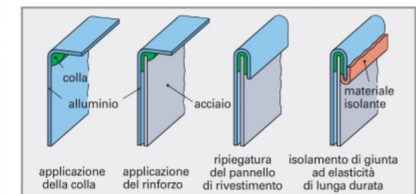


Figura 3: Protezione anticorrosiva di un rivolto di lamiera

Anodizzazione. La superficie di pezzi in alluminio può essere ossidata per elettrolisi. Si formano strati spessi circa 5 µm, mentre non si modificano né la forma né il volume del pezzo. La superficie trattata è resa resistente alla corrosione e può essere verniciata.

17.3 Verniciatura dell'autoveicolo

Le vernici servono a proteggere la superficie della carrozzeria contro agenti esterni, per esempio sostanze aggressive contenute nell'acqua e nell'aria, e contro il pietrisco.

Inoltre, la verniciatura deve:

- formare una pellicola protettiva compatta e durevole nel tempo;
- essere allo stesso tempo dura ed elastica;
- essere resistente alla luce;
- essere visibile;
- essere facile da pulire e da trattare.

Procedimento di applicazione

L'applicazione delle vernici può avvenire mediante spruzzatura, immersione o procedimenti di elettroforesi.

Spruzzatura. Le pistole a spruzzo (fig. 1) in genere funzionano ad aria compressa. La vernice è aspirata dall'aria che circonda l'iniettore ed è poi trasportata all'ugello. Quando fuoriesce dall'ugello, crea una nebbia di colore che si deposita sulla superficie.



Figura 1: Pistola a spruzzo

Si distingue tra spruzzatura a freddo e spruzzatura a caldo.

Spruzzatura a freddo. La vernice è diluita con solventi (modificazione della viscosità) fino a quando ri-

sulta polverizzabile. Dopo la verniciatura, il solvente evapora. Se l'evaporazione è troppo rapida, è possibile che la superficie verniciata raggrinzisca.

Spruzzatura a caldo. La vernice è preriscaldata a 50-120 °C mediante un riscaldatore disposto nel serbatoio del colore. In tal modo, diminuisce la viscosità della vernice, che può essere polverizzata senza l'utilizzo di solventi.

Spruzzatura con ricarica elettrostatica. Il procedimento elettrostatico è utilizzato nella produzione in serie. Sulla carrozzeria, è applicato il polo positivo di una sorgente di tensione costante, mentre il polo negativo si trova sugli ugelli del colore. La tensione può misurare fino a 200.000 V. Le nebbie di colore, che hanno una carica negativa, sono attratte dalla carrozzeria, che ha una carica positiva. In tal modo si riduce lo spreco di vernice.

Le pistole a spruzzo nel procedimento di spruzzatura elettrostatica possono essere sostituite da campane ad alta rotazione (fig. 2). Grazie all'ausilio di pistole montate su dei robot, si verniciano le zone della carrozzeria che non sono state raggiunte dalla nebbia di colore delle campane ad alta rotazione.



Figura 2: Procedimento di spruzzatura elettrostatica

Spruzzatura airless (spruzzatura ad alta pressione). La vernice è polverizzata, all'uscita dell'ugello, grazie all'alta pressione (100-200 bar). La spruzzatura airless permette una fine polverizzazione persino di sostanze ad elevata viscosità. È possibile lavorare con una pressione minore (40-60 bar), completando la polverizzazione della vernice con l'aggiunta supplementare di aria compressa (airmix); questo procedimento è utilizzato prevalentemente per proteggere il sottoscocca e difendere dalla corrosione.

Immersione. Nella produzione in serie, il colore di fondo può essere applicato mediante immersione della carrozzeria in una vasca di vernice di fondo. La vernice in eccesso può essere tolta dalla carrozzeria mediante fori di sgocciolamento oppure sollevando la scocca e lasciandola sgocciolare (sgocciolamento progressivo).

Procedimento di elettroforesi (fig. 1). Le particelle di vernice sospese in un conduttore elettrolitico, per esempio in un'emulsione di acqua e resina artificiale, sono caricate elettricamente e mosse verso la carrozzeria che ha una carica elettrica opposta. Sulla carrozzeria si forma uno strato omogeneo di vernice. Questo procedimento è utilizzato unicamente per la prima verniciatura. Gli ioni positivi di idrogeno, prodotti mediante elettrolisi dell'acqua, si spostano sulla carrozzeria (che ha carica negativa) e impediscono la formazione di ossido sulla lamiera.

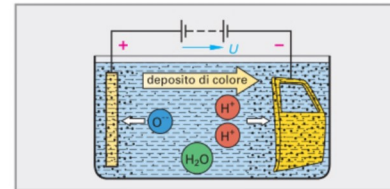


Figura 1: Elettroforesi

Struttura di una verniciatura

La verniciatura di un autoveicolo (fig. 2) è composta dai seguenti strati:

- strato di fosfato;
- verniciatura di fondo elettrica a immersione;
- fondo intermedio di protezione contro il pietrisco;
- stucco (fondo spruzzato);
- preverniciatura e verniciatura di copertura (in tinta unita o metallizzata).

Prima di applicare gli strati di vernice, è necessario pretrattare la carrozzeria. È quindi indispensabile pulirla, sgrassarla e poi applicarle uno strato di fosfato.

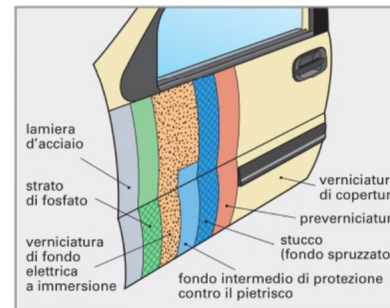


Figura 2: Struttura a strati della verniciatura di una portiera

Strato di fosfato. La fosfatazione produce sulla superficie della lamiera uno strato poroso di fosfato di ferro. Tale strato è indispensabile per una buona aderenza degli strati successivi e costituisce un'ottima protezione contro la corrosione.

Verniciatura di fondo. Costituisce la base per lo strato intermedio di protezione dal pietrisco e per lo stucco e la verniciatura finale. L'applicazione avviene per lo più mediante un procedimento a immersione oppure mediante elettroforesi.

Fondo intermedio di protezione contro il pietrisco. Può essere applicato su superfici della carrozzeria particolarmente esposte al pietrisco, per esempio sulle superfici laterali della carrozzeria fino ai bordi inferiori dei vetri e sul cofano del motore.

Stucco (fondo spruzzato). Ha il compito di compensare piccole irregolarità, rigature e pori presenti sulla superficie. In genere, lo stucco è applicato mediante spruzzatura elettrostatica. Costituisce il fondo per la preverniciatura e la verniciatura di copertura. Se sullo strato di stucco si applica immediatamente la verniciatura di copertura, lo stucco assolve anche alla funzione di preverniciatura.

Verniciatura in tinta unita

Struttura a quattro strati della vernice. Accanto allo strato di fondo e allo strato di stucco, si applicano altri due strati verniciatura elettrostatica.

- Spruzzatura della vernice da preverniciatura e asciugamento a circa 140 °C.
- Spruzzatura della vernice di copertura e asciugamento a circa 130 °C.

Struttura a tre strati. La vernice è composta dal fondo, dallo stucco e dalla verniciatura di copertura. La vernice di copertura è spruzzata direttamente sullo stucco bagnato (secondo la tecnica bagnato su bagnato) e poi asciugata nel forno.

La struttura a quattro strati rispetto a quella a tre strati presenta il vantaggio che lo spessore complessivo dello strato di vernice è molto omogeneo su tutta la superficie della carrozzeria, poiché lo strato di preverniciatura e quello di copertura hanno lo stesso spessore.

Verniciatura metallizzata

Al contrario di quanto succede nella verniciatura a tinta unita, nella verniciatura metallizzata si applicano due passate: una base come strato colorato e una vernice trasparente come strato protettivo e lucidante.

La base è applicata mediante polverizzazione, mentre la vernice trasparente è applicata con il procedimento di spruzzatura elettrostatica. La lavorazione avviene con un procedimento bagnato su bagnato. In seguito entrambi gli strati di vernice vengono asciugati a circa 130 °C.

Vernici

Sono composte da componenti volatili e non volatili (tab. 1).

Tabella 1: Componenti delle vernici	
Componenti non volatili	
Agglomeranti	resine, sostanze che formano una pellicola
Coloranti	pigmenti colorati, cariche
Additivi	catalizzatori, miglioratori della formazione di pellicola, emollienti, brillantanti
Componenti volatili	
Solventi	diluenti, prodotti da reazione

Agglomeranti. Formano la pellicola di vernice dopo i procedimenti di spruzzatura della vernice e di asciugatura; i pigmenti di colorazione sono legati tramite resine. Le sostanze che formano la pellicola accelerano il processo di formazione della pellicola stessa e migliorano l'applicazione della vernice.

Coloranti. Definiscono l'aspetto di colorazione desiderato. I pigmenti sono particelle di colore solide e insolubili presenti nella vernice.

Additivi. I catalizzatori accelerano il processo di indurimento e asciugatura. Le sostanze antiossidanti impediscono alla vernice di formare macchie gelatinose e grinzose. Le materie riempitive migliorano la lucentezza, mentre gli additivi anticorrosivi migliorano le proprietà di protezione.

Solventi. Sciogliono i componenti solidi e viscosi della vernice e producono la viscosità necessaria per la lavorazione. I solventi e i prodotti da reazione evaporano durante la lavorazione e durante l'asciugatura della vernice. I prodotti da reazione sono prodotti durante l'asciugatura nel forno e durante la formazione della pellicola, per esempio il disidratante durante la policondensazione.

Tipi di vernici

Si distinguono le seguenti vernici:

- alla nitrocellulosa;
- a legante resinoide;
- d'effetto;
- ad acqua;
- ad alta e media solidità;
- in polvere.

Vernici alla nitrocellulosa (vernici CN). Attualmente non sono più utilizzate per verniciare autoveicoli. Le vernici a nitrocellulosa si induriscono rapidamente con l'evaporazione del solvente. Sono facilmente infiammabili, non sono resistenti ai carburanti e richiedono una manutenzione regolare per mantenere brillante la superficie. Ai giorni nostri sono utilizzate prevalentemente per verniciare le auto d'epoca.

Vernici a legante resinoide (vernici KH). Queste vernici contengono resine (alchiliche e melamminiche). Questi tipi di vernice induriscono sotto l'azione dell'ossigeno dell'aria, processo che viene definito come indurimento ossidante. **Applicazione:** verniciatura di copertura.

Vernici a base di resine acriliche. Come agglomeranti, queste vernici contengono resine acriliche (termoplastiche) che induriscono per asciugatura fisica, ossia per evaporazione delle sostanze volatili. Queste vernici sono dette reversibili perché possono essere disciolte mediate dai solventi. Possono divenire irreversibili se sono agglomerate con resine al silicone. **Applicazione:** nel campo automobilistico sono adottate sia per la verniciatura di base che per quella di ricopertura finale.

Le vernici a base di resine acriliche si differenziano in:

- vernici a una componente (vernici 1K);
- vernici a due componenti (vernici 2K).

Vernici a un componente (vernici 1K). In genere induriscono per effetto dell'ossigeno atmosferico attraverso la polimerizzazione delle molecole. Quando il solvente e i prodotti da reazione evaporano, si forma uno strato di vernice molto brillante. La durezza definitiva della vernice è raggiunta solo dopo alcune settimane. L'indurimento può essere accelerato ricorrendo all'asciugatura in forno a temperature tra 100 e 140 °C.

Vernici a due componenti (vernici 2K). Sono composte dall'agglomerante e da un indurente. Nella verniciatura in serie, la miscelazione nel giusto rapporto avviene nella pistola a spruzzo. Fra i due componenti si produce una reazione chimica (poliaddizione), che indurisce gradualmente la pellicola di vernice applicata senza la formazione di prodotti da reazione. Questo procedimento può avvenire anche a temperatura ambiente. L'indurimento può essere accelerato a temperature di circa 130 °C. Le resine acriliche sono resistenti alle sostanze chimiche, alle graffiature e alle influenze meteorologiche.

Vernici d'effetto (vernici metallizzate). La vernice di base contiene, oltre ai pigmenti colorati, anche miche o lamine di alluminio. Questi additivi riflettono la luce, creando sulla superficie un effetto metallizzato. Dopo l'applicazione della vernice di base, si applica, con la tecnica bagnato su bagnato, un secondo strato di vernice trasparente per proteggere la vernice di base.

Vernici ad acqua (idrovernici). Si differenziano in:

- **vernici all'acqua** propriamente dette, dove le molecole di resina sono disciolte nell'acqua;
- **vernici all'acqua idrosolubili** (a dispersione), in cui le particelle di resina sono finemente distribuite nell'acqua.

Gli agglomeranti sono resine a base di materie plastiche. Nello stucco e nelle vernici di base, i componenti organici dei solventi sono completamente sostituiti dall'acqua. Soltanto la vernice trasparente ha una parte di solventi organici (10%) e una parte di acqua (80%). Dopo l'applicazione, l'acqua e il solvente sono fatti evaporare in appositi impianti di asciugatura. Si forma, così, uno strato di vernice compat-

to e resistente all'acqua e alle sostanze chimiche. Il contenuto ridotto di solvente allunga l'asciugatura, ma riduce l'impatto dannoso sull'ambiente dovuto all'emissione di solventi.

Vernici ad alta solidità (vernici HS) e **vernici a media solidità** (vernici MS). Sono vernici ad alto contenuto di componenti non volatili (contenuto di solidi: 70%). Per motivi ambientali, il contenuto di solventi è molto ridotto (20-30%). Queste vernici sono impiegate soprattutto per le riparazioni. Presentano un'ottima copertura, una rapida asciugatura e un'elevata brillantezza. Inoltre, il tempo di lavorazione viene abbondantemente ridotto per lo spesso strato applicabile durante ogni singola fase di lavorazione.

Vernici in polvere. Come agglomerante, si utilizza un materiale plastico, polverizzato con una dimensione

del grano di 20-60 µm. La polvere è poi spruzzata con speciali pistole sul pezzo da trattare che può essere caldo o freddo. Se il pezzo è freddo, la vernice in polvere aderisce elettrostaticamente. Se il pezzo è caldo, la vernice aderisce per fusione. In seguito, è necessario creare la pellicola di vernice sui pezzi rivestiti. L'asciugatura avviene tramite un'apparecchiatura a raggi infrarossi a circa 120 °C o nel forno a temperature superiori a 130 °C. Le macromolecole dell'agglomerante si induriscono (poliaddizione). Durante il raffreddamento, si forma uno strato di vernice spesso 120 µm, compatto e resistente agli urti e alle sostanze chimiche. Il vantaggio di questo procedimento è che non vi è emissione di solventi. Inoltre, non si hanno perdite da spruzzo, in quanto la vernice in polvere in eccesso può essere riciclata nel processo produttivo.

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

Consigli. Nella verniciatura di riparazione, è importante che i diversi componenti del sistema di riparazione siano compatibili fra di loro, motivo per cui si raccomanda di utilizzare sistemi completi forniti dal produttore piuttosto che prodotti provenienti da diversi fornitori. Le prescrizioni d'uso dei prodotti sono da osservare con precisione, al fine di ottenere un risultato di lavorazione ottimale.

Pretrattamento. Il punto danneggiato va innanzitutto pulito da sporco, ruggine, resti di silicone e residui della vecchia vernice. In seguito, va levigato per bene.

Stuccatura. Mediante la stuccatura si possono correggere e riempire piccole ammaccature utilizzando stucchi di poliesteri a due componenti. Ci sono:

- stucchi fini per piccolissime ammaccature, per ottenere una superficie molto liscia e priva di pori;
- stucchi di riempimento e a spatola, per ammaccature più grandi;
- stucchi che possono essere utilizzati sia come stucchi a spatola, sia come stucchi fini. Sono adatti per ogni tipo di fondo, per esempio anche sui lamiere d'acciaio zincate. Hanno una buona aderenza.

Verniciatura di fondo. Dopo la lisciatura, la porzione di carrozzeria riparata viene spruzzata a più riprese con stucco di fondo. La scelta dello stucco di fondo è di grande importanza in relazione al sistema di verniciatura che verrà scelto.

Si differenziano le seguenti varietà di stucchi:

- di fondo per una colorazione ottimale;
- di fondo per la levigatura a macchina;
- di fondo per la levigatura manuale;
- di fondo bagnato su bagnato, per applicare immediatamente la vernice di finitura.

Verniciatura di finitura. Dopo l'asciugatura e la microfinitura della zona da riparare, alla stessa può essere applicata la vernice di copertura nella tonalità desiderata (in tinta unita a uno o due strati, metallizzata a due strati, ecc.). Per la verniciatura di copertura seguire le indicazioni del produttore al fine di evitare errori.

Norme anti-infortunistiche. Se si lavorano vernici e solventi il cui punto di infiammabilità è inferiore a 21 °C, il locale in cui si effettuano tali lavori è a rischio di esplosione. Tali locali devono essere dotati di due uscite ben segnalate, che non devono essere chiuse a chiave. Nell'arco di 5 m dal locale di verniciatura non devono esserci fonti di calore (macchinari e utensili che producono scintille). È necessario avere a portata di mano una sufficiente quantità di estintori portatili e di coperte antincendio. Durante i lavori, nelle cabine di spruzzatura, che devono essere ben aerate, vanno comunque portati respiratori ad aria pura. Durante le lavorazioni di levigatura, portare sempre occhiali di protezione e se possibile operare in presenza di aspiratori di pulviscolo.

Vernici e sostanze additive contengono sostanze dannose per la salute per cui è indispensabile portare abiti e mascherine di protezione.

DOMANDE DI RIPASSO

- 1 A cosa serve la verniciatura?
- 2 Quali sono i tipi di vernice utilizzati?

- 3 Che cosa sono le vernici in polvere?
- 4 Quali metodi di applicazione della vernice si utilizzano per gli autoveicoli?