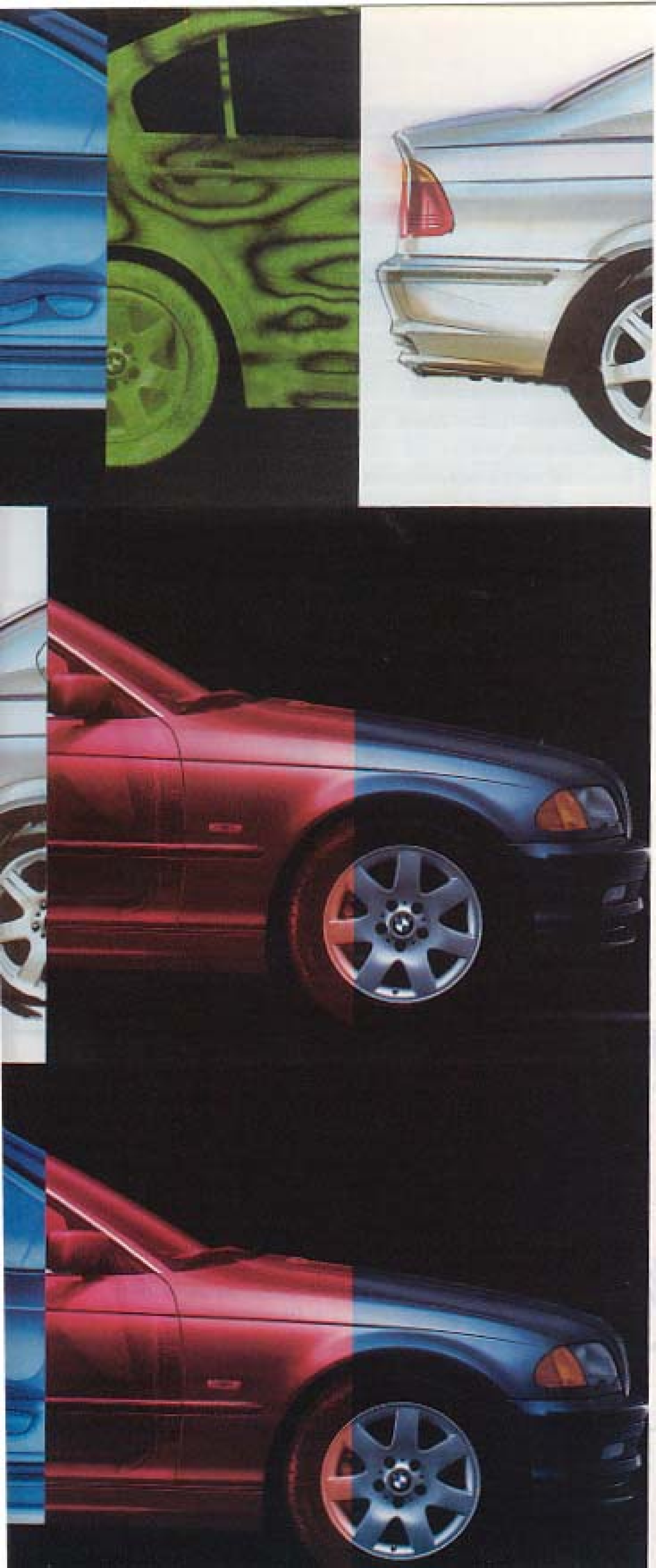
SPACE FRAME

L'auto in gabbia

di Paolo Beducci

Lo space frame, fino a ieri destinato ad auto di lusso, si affaccia fra le auto di piccole dimensioni. Si profila un nuovo modo di costruire le auto? E quali le implicazioni tecnologiche per l'industria delle macchine utensili?



LAMIERA

Se negli anni '30 la scelta effettuata da André Citroën di produrre, primo al mondo, un' automobile con carrozzeria completamente autoportante e la trazione anteriore (la Project 34, divenuta famosa con il nome di Traction Avant), rispondeva alla sfida tecnologica e al desiderio di mostrare al mondo la supremazia tecnologica del marchio della ruota dentata cilindrica a denti elicoidali a cuspide, con le proprie soluzioni all'avanguardia, oggi l'innovazione tecnologica - pur rimanendo figlia dell'orgoglio aziendale - risponde a necessità produttive ben specifiche.

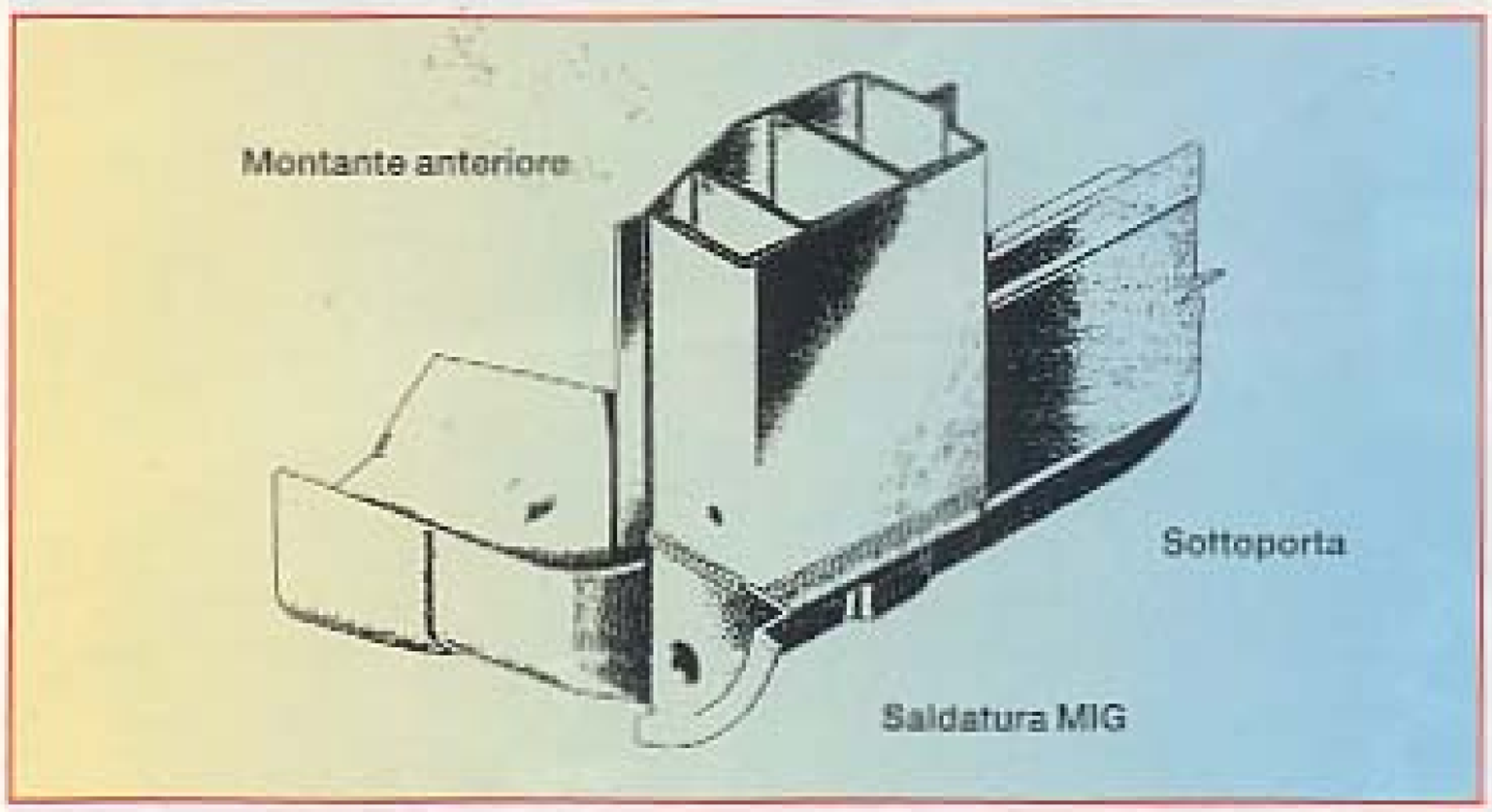
Ma si tratta pur sempre di un'auto creata negli anni '30 e quindi su basi differenti da quelle di oggi. Oggi la ricerca delle case automobilistiche deve tenere presente la necessità di conciliare più aspetti fra loro apparentemente difficili da mettere insieme: minor massa complessiva della vettura, massima riciclabilità dell' auto al termine del ciclo di vita, maggiore rigidità della struttura, più sicurezza in caso d'urto, migliori caratteristiche di marcia.

Se le ultime tre voci sono legate alla percezione che l'utente finale ha del prodotto automobile, le prime due sono invece necessità legate alle leggi europee e soprattutto nordamericane, sulla riduzione dei consumi e sul rispetto dell'ambiente che si fanno nel tempo più severe. La strada era quindi quella di usare in misura crescente materiali leggeri e più facilmente riciclabili. Infatti minor peso, fermi restando gli altri parametri, significa riduzione dei consumi, soprattutto in città dove le continue accelerazioni e frenate sono determinanti per il consumo di carburante. Il materiale giusto per intraprendere questa strada era l'alluminio. Ma ciò comportava un ripensamento della struttura stessa dell'auto che, dopo aver vissuto negli ultimi cinquant'anni su carrozzerie autoportanti di lamiera d'acciaio, doveva essere per certi versi reinventata. Ripensata nella struttura e quindi - ed è questo l'aspetto che più ci interessa - nel modo di essere co-

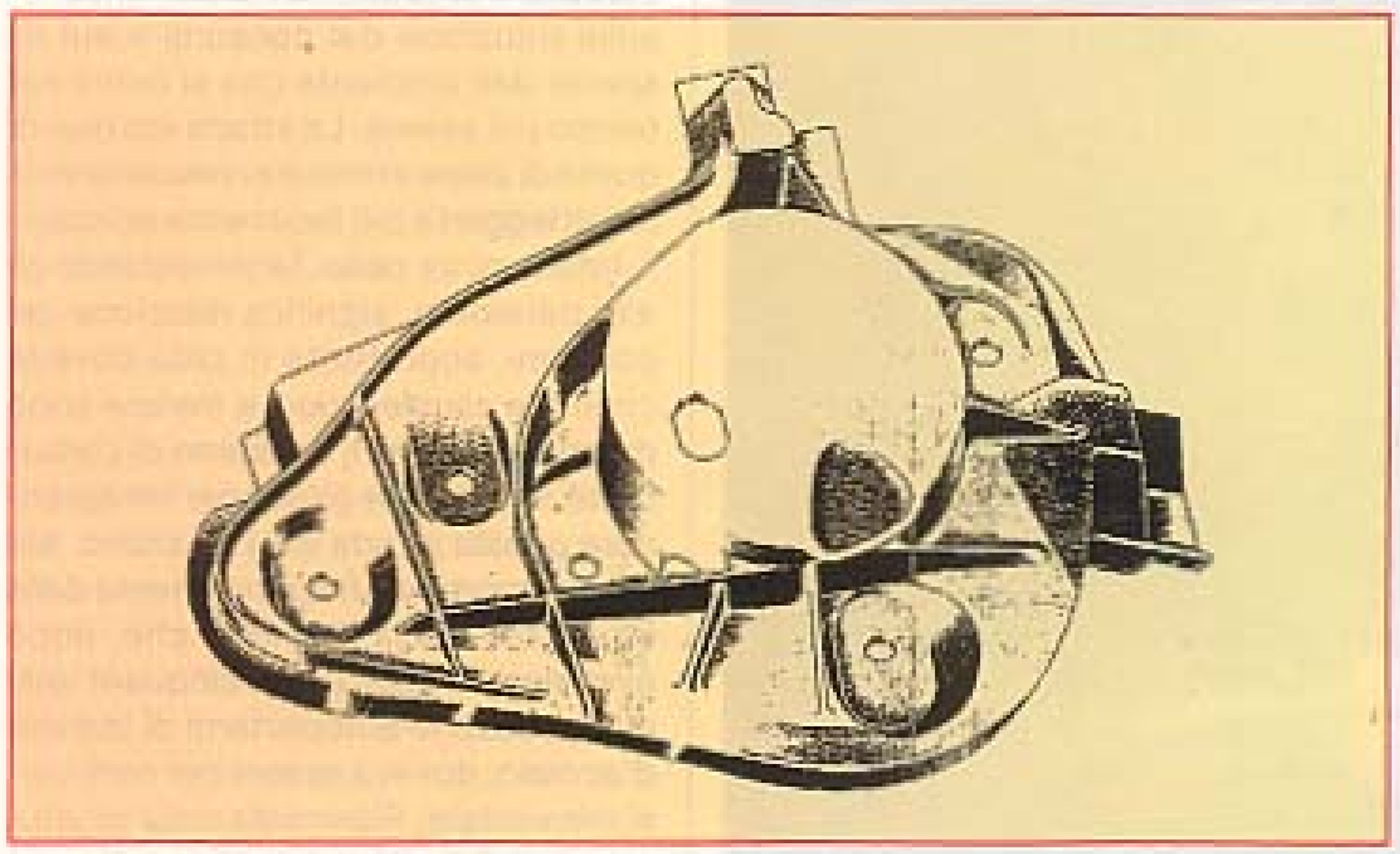
struita. I primi risultati concreti si videro già una quindicina d'anni fa, ma solo negli ultimi anni, l'alluminio ha conquistato spazi crescenti nell'industria dell'auto. Prima con modelli di rango superiore e ora per la prima volta, ancora una volta per merito di Audi, su un'auto di piccole dimensioni: la nuovissima AL2 che verrà commercializzata solo il prossimo anno.
Ma come viene utilizzato l'alluminio sull'auto e come questo sta modificando le necessità dell'industria dell'auto sotto l'aspetto produttivo creando nuove opportunità per il comparto delle macchine utensili nello stampaggio e nella graffatura (hemming) ?
La soluzione ideata è quella dello space frame, una gabbia leggera in alluminio dotata di grande rigidità sulla cui base viene assemblata la scocca. Lo space frame è costituito da profili chiusi estrusi, dritti e multicurvati che, nei punti di giunzione e d'angolo (i più sollecitati) sono uniti per mezzo di elementi pressofusi (nodi di giunzione). Sono proprio questi "nodi di giunzione" che stanno nei punti di maggiore applicazione delle forze per assicurare le migliori performance in termini strutturali oltre a un grande risparmio di peso e un incremento considerevole del comfort di marcia. Inoltre la rigidezza in questi punti fondamentali è ottenuta con delle nervature realizzate proprio su questi punti. I vantaggi dal punto di vista del costruttore di automobili nell'utilizzo dei punti di giunzione pressofusi stanno nella riduzione drastica del numero di particolari, nella maggiore precisione del pezzo pressofuso, nel facile accoppiamento e dall'ottima e facilissima sostituibilità.
Gli elementi pressofusi di giunzione fra due o più profili, sono uniti a questi quasi sempre tramite una saldatura ad arco sotto gas inerte (MIG) e/o una rivettatura con rivetto autoperforante, che garantisce rigidità e robustezza al-

Audi SpaceFrame e acciaio a confronto

	ASF	Acciaio
Consumo di carburante	80	100
Peso della carrozzeria	80	100
Rigidità della carrozzeria	115	100
Energia assorbita dai longheroni = 100%		
– Peso con uguale assorbimento di energia sezione quadra	50	100
– Peso con sezione tonda	37	100
Stabilità della carrozzeria (resistenza alla deformazione)		
– Inizio della deformazione plastica	160	100
– Deformazione definita	175	100
Consumo di energia nella produzione		
– Materiale primario per carrozzeria	180	100
– Materiale secondario per carrozzeria	60	100
Contenuto energetico (sfruttabile nel riciclaggio)	500	100



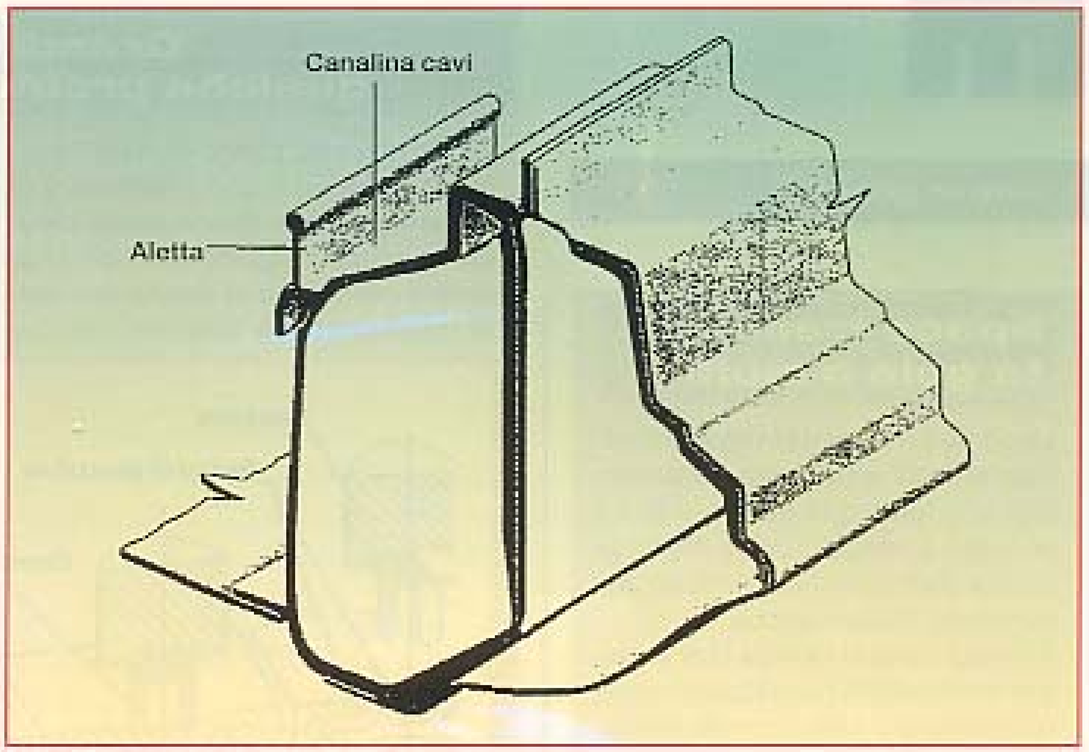
La parte inferiore del montante anteriore (fonte: Audi-Autogerma)



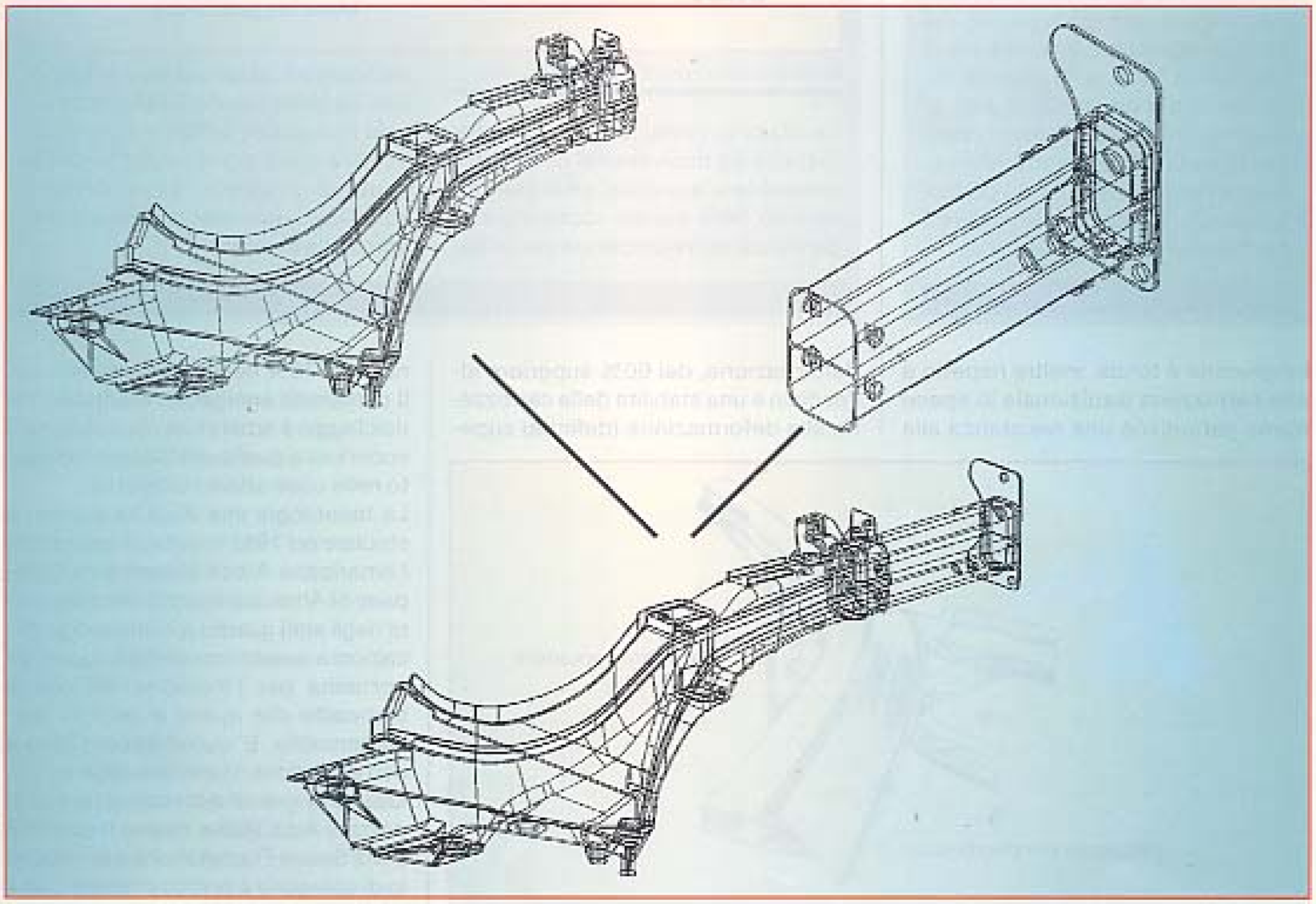
Alloggiamento unità ammortizzatore/molla anteriori (fonte: Audi-Autogerma)

l'insieme ottenuto. Ma ciò non basta, non è che uno dei tanti vantaggi della costruzione space frame. I profili di alluminio infatti possono essere realizzati con lo spessore che varia lungo il perimetro in modo da raggiungere la massima sezione possibile con spazio disponibile e l'ottimizzazione dello sfruttamento del materiale. E' però evidente che i vantaggi della tecnologia space frame non si esauriscono certo qui. Proviamo ad analizzarli velocemente e leggiamone le dirette conseguenze sul prodotto finito così come lo descrive Audi che in questa tecnologia è senza dubbio il punto di riferimento mondiale.

Il peso: l'alluminio è molto più leggero dell'acciaio e la conseguenza diretta è la riduzione del peso della carrozzeria del 20% che si riflette in percentuale eguale sul consumo di carburante. Cresce invece la rigidità complessiva della carrozzeria di un valore pari a circa il 15% : maggiore rigidità significa più comfort, minori cigolii delle parti interne dell'auto e comportamento complessivo su strada più piacevole. Il peso dei longheroni a sezione quadrata, a parità di energia assorbita, è inferiore del 50% rispetto al corrispondente in acciaio valore che diventa addirittura 63% in meno quando la sezione del



Il sottoporta (Fonte: Audi-Autogerma)



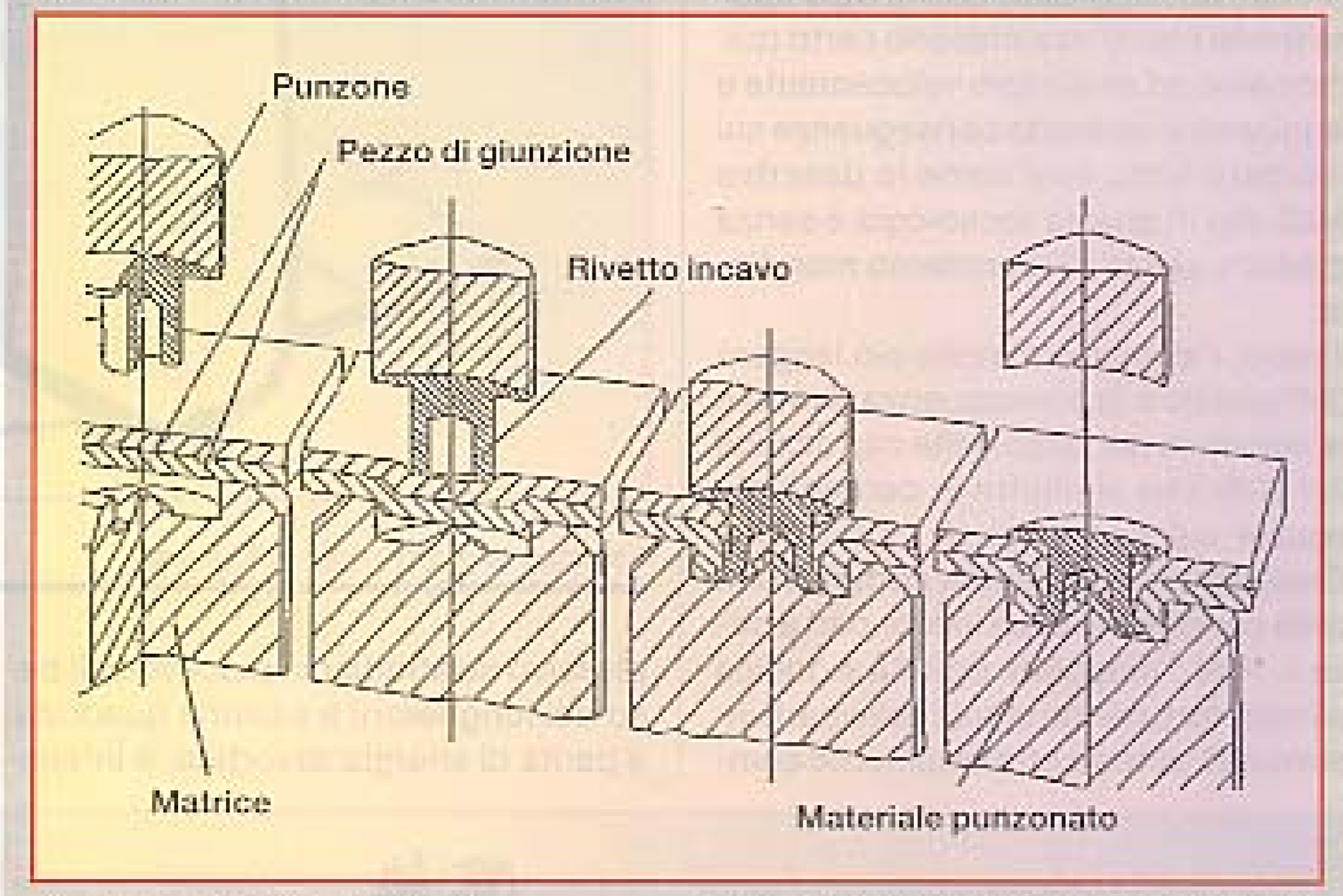
L'unione di sottogruppi di uno space frame.

Space frame, fa gola a molti

La prima carrozzeria in alluminio risale al 1937 e fu opera della carrozzeria Touring di Milano che, su un telaio a traliccio aveva realizzato una carrozzeria in alluminio denominata "Superleggera".
In tempi recenti Honda con la supersportiva NSX ha realizzato un rifacimento della tradizionale monoscocca utilizzando l'alluminio. Audi con A8 ha invece inaugurato la tecnologia dello space frame. Ma la lista non è finita: sono infatti in arrivo delle nuove auto che utilizzeranno l'alluminio in misura considerevole. Per prima dovrebbe arrivare Jaguar che già a partire dal 2001 metterebbe in commercio una nuova vettura di piccole dimensioni per gli standard Jaguar (segmento D), su una base produttiva di circa 100 000 vetture/anno. Anche Honda si sta dando da fare e prevede in alcuni futuri modelli parti in alluminio nel body.

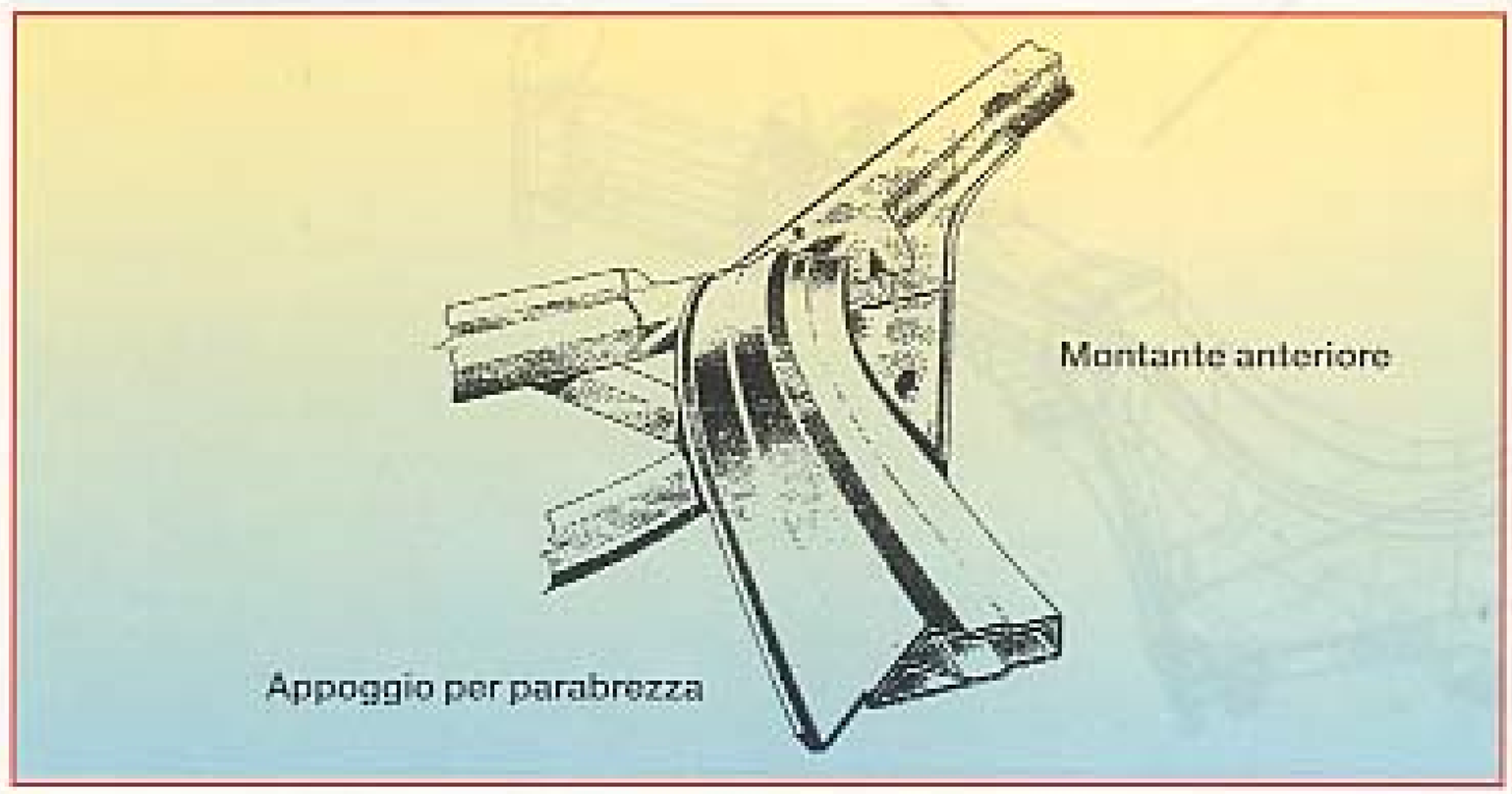
Grandi vantaggi qualche problema tecnologico

Se da un certo punto di vista l'alluminio sulle auto e in particolare la tecnologia dello space frame inducono vantaggi significativi, sotto l'aspetto produttivo si incontrano delle problematiche sconosciute con l'acciaio. In primo luogo ci sono tematiche da risolvere nel costruire e assemblare la scocca, visto che l'alluminio deve essere stampato con curvature non esasperate per evitare, in fase di chiusura dello stampo, di strapparsi.
Un esempio tipico di questa criticità è nell'incavo della porta in corrispondenza dell'impugnatura della maniglia. Un altro aspetto di rilievo tecnologico da affrontare è la saldatura elettrica robotizzata a punti che solo Honda con la NSX è riuscita ad ovviare ma a prezzi elevatissimi a causa di un sistema estremamente sofisticato. Per questo, spesso ci si affida alla rivettatura.



Rivetto: un esempio di giunzione

longherone è tonda. Inoltre rispetto a una carrozzeria tradizionale lo space frame garantisce una resistenza alla deformazione, del 60% superiore all'acciaio e una stabilità della carrozzeria alla deformazione (definita) superiore del 75% nei riguardi dell'acciaio. Il contenuto energetico sfruttabile nel riciclaggio è addirittura di cinque volte superiore a quello dell'acciaio utilizzato nelle costruzioni tradizionali.
La tecnologia che Audi ha iniziato a studiare nel 1982 in collaborazione con l'americana Alcoa (Aluminium Company of America) è destinata a crescere negli anni quanto a numero di applicazioni e questo comporterà nuove opportunità per l'industria del nostro comparto che opera al servizio dell'automobile. E' quindi da considerare con attenzione il fatto che dalle auto di lusso e di grandi dimensioni (e quindi prezzo) Audi abbia esteso il suo ASF (Audi Space Frame) anche a un modello di categoria e prezzo inferiore come la neonata AL2 che prevede un "tiratura" annua di circa 100 000 pezzi.



La traversa per parabrezza, basamento (Fonte: *Audi-Autogerma*)