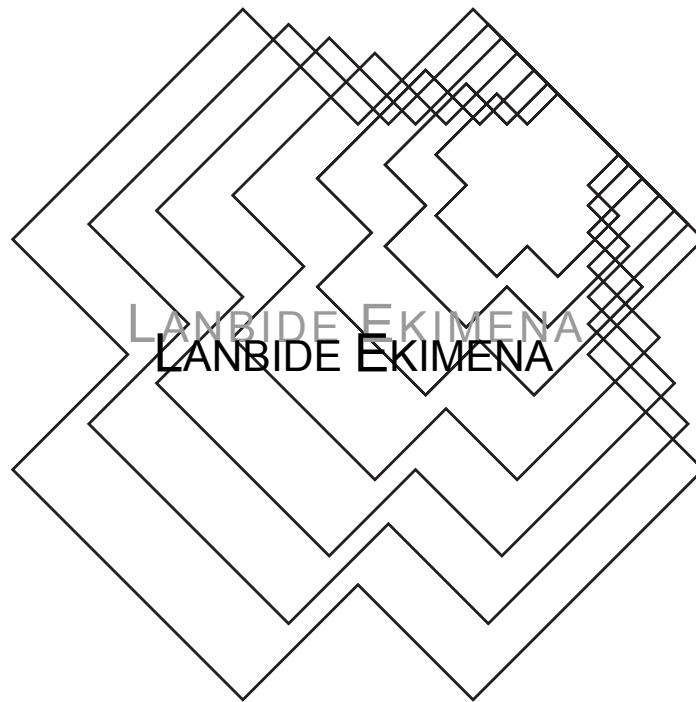


Ibilgailuen egitura elementuak



LANBIDE
EKIMENA



▣ *Proiektuaren bultzatzaileak*



▣ *Laguntzaileak*



Gipuzkoako Foru Aldundia
Diputación Foral de Gipuzkoa
Gizarte eta Erakunde Harremanetarako
Departamentua

▣ *Hizkuntz koordinazioa*



hizkuntz
ELHUYAR
zerbitzuak

Egilea(k): Askoren artean

Zuzenketak: Elhuyar Hizkuntza Zerbitzuak

Maketa: Itziar Etxabe

Azalaren diseinua: Naiara Beasain

2006an prestatua



Aurkibidea

1. KARROZERIAREN SORTZEA, DISEINUA ETA FABRIKAZIOA	2
1.1. Asmatzea	8
1.2. Karrozeriaren diseinua	10
1.3. Maketak sortzea	15
1.4. Prototipoak egitea	17
1.5. Probak	18
1.6. Karrozeriaren fabrikazio-aldia	19
1.7. Karrozerien fabrikazioan erabilitako materialak	24
1.8. Fabrikazio-teknika berriak	46
2. KARROZERIAREN ERAIKUNTZA-EZAUGARRIAK	49
2.1. Energia zinetikoaren kontzeptua	50
2.2. Karrozeriaren egitura-kontzeptua	52
2.3. Karrozerien ezaugarriak	52
2.4. Ibilgailu motak, eraikitze eraren arabera	56
2.5. Aerodinamika	66
2.6. Crash-test-ak	87
3. SEGURTASUNA AUTOMOBILEAN	106
3.1. Segurtasun pasiboa	107
3.2. Segurtasun aktiboa	152
3.3. Prebentzio-segurtasuna	171
4. INDAR-SISTEMEN ANALISIA	179
4.1. Indarrak	181
4.2. Indarren eta mugimenduen arteko erlazioa	183
4.3. Indarraren bektore-izaera	186
4.4. Indar-sistemak	186
4.5. Norabide bereko indarrak	187
4.6. Indar angeluarrak	188
4.7. Norabide paraleloko indarrak	189
4.8. Indar baten momentua	192
4.9. Ariketa praktikoak	194
4.10. Indar-sistemak espazioan	196

5.	TALKA BATEN ERAGINA IBILGAILUAN	201
5.1.	Indarren eragina metalean	202
5.2.	Talkan parte hartzen duten indarrak.....	204
5.3.	Karrozeriaren egituraren deformazioa talkagunearen arabera	209
5.4.	Ibilgailu autosostengagarri baten talkaren eraginak.....	210
5.5.	Talka baten eraginak xasis eta karrozeriadun ibilgailuan	216
6.	ZUZENKETA-EKIPAMENDUA	220
6.1.	Lan-mahaia	222
6.2.	Finkapen-sistema	226
6.3.	Trakzio-ekipamendua	228
6.4.	Neurketa-ekipamendua	232
6.5.	Osagarriak	234
6.6.	Beste zenbait bankada mota	242
6.7.	Trakzio-tresneriaren mantentze-lanak.....	245
7.	EGITURA-KALTEEN DIAGNOSTIKOA	247
7.1.	Karrozeriaren kotak	248
7.2.	Talka baten analisisa begiz	260
7.3.	Hagadun konpasa.....	266
7.4.	Codhe neurketa-sistema	271
7.5.	Nibel-galgak.....	278
7.6.	Diagnosia neurketa-sistema unibertsalak erabiliz	281
7.7.	Neurketa-sistema mekanikoa	281
7.8.	Neurketa-sistema informatizatua.....	295
7.9.	Laser bidezko neurketa-sistema.....	299
7.10.	Neurketa-sistema akustikoa	301
7.11.	Kontrol-sistema positiboa	302
7.12.	Neurketa-sistemen mantentze-lanak.....	304
8.	KONPONKETAREN BALIOESPENA	306
8.1.	Konponketaren balioespena	308
8.2.	Kalteen baloraziorako baremoak.....	316
8.3.	Komunikazioen teknologia balioztatzeetan	321
8.4.	Aseguru-polizak.....	325

9. TRAKZIO-TIRATZEAK	331
9.1. Deformazio sinpleak bi dimentsiotan.....	332
9.2. Deformazio sinpleak hiru dimentsioko objektuetan	333
9.3. Eustea, tentsioak eta gaintentsioak.....	334
9.4. Tiratzeen kasu praktikoak.....	338
10. KONPONKETA BANKADAN EGITEKO PROZESU GENERIKOA	344
10.1. Lanaren planifikazioa.....	345
10.2. Konponketa eragotzi edo zaildu dezaketen elementuak desmuntatzea	346
10.3. Segurtasun-neurriak tenkaketa-prozesuan	347
10.4. Ibilgailua bankadara lotzea	350
10.5. Neurketa-sistemaren muntaia eta zentratzea	358
10.6. Kaltetutako gunean kontrolatu beharreko puntuak aukeratzea.....	360
10.7. Zuzenketa-tiratzeen plangintza eta kotak egiaztatzea	360
10.8. Ibilgailua ongi konpondu dela begiz egiaztatzeko baliagarriak izan daitezkeen karrozeria- elementuen muntaia	366

IBILGAILUEN EGITURA ELEMENTUAK

1 KARROZERIAREN SORTZEA, DISEINUA ETA FABRIKAZIOA

Edukiak

Sarrera

- 1.1. Asmatzea
- 1.2. Karrozeriaren diseinua
- 1.3. Maketak sortzea
- 1.4. Prototipoak egitea
- 1.5. Probak
- 1.6. Karrozeriaren fabrikazio-aldia
- 1.7. Karrozerien fabrikazioan erabilitako materialak
- 1.8. Fabrikazio-teknika berriak

Helburuak

- ✓ Karrozeria fabrikazio-prozesuaren aurreko kalkuluak ezagutzea.
- ✓ Karrozeria baten diseinuan eta fabrikazioan dauden aldi desberdinak zehaztea.
- ✓ Merkaturatu aurretik ibilgailu bati egiten zaizkion proben dibertsitate eta tamaina balioestea.
- ✓ Karrozeria egiteko material erabilienak zeintzuk diren ezagutzea.
- ✓ Material-mota bakoitza erabiltzearen abantailak zehaztea.

Sarrera

Modelo berri baten proiektua egitean, ibilgailugileek modu egokian elkartu behar dituzte hainbat faktore, kontsumo-ekonomia nabarmenean oinarritutako ahalmen notabledun produktua ekoizteko, eta hori guztia une horretako joerak markaren irudiarekin nolabait bateratzen dituen diseinu estetikoarekin. Modelo berri baten diseinuari ekiteko faktore erabakigarriak honako hauek dira: bizigarritasuna, erosotasuna, ergonomia, aerodinamika eta segurtasuna. Helburuaren arabera da horietako bakoitzak ibilgailua sortzean duen garrantzia. Kirol-ibilgailu batean karrozeria ezaugarrien menpean dago (bizigarritasuna alde batera utziz aerodinamika eta estetikaren alde). Monobolumen batean, aldiz, garrantzitsuena barne-bizigarritasuna da eta ibilgailuaren ezaugarri dinamikoak bigarren mailan geratzen dira.



1.1. irudia.

Modeloen berritze-erritmoa bizkortu egin da eta gaur egun inoiz baino gehiago dago diseinua erosketaririzpide nagusien artean, estiloa duela urte batzuk baino azkarrago zahartzen bada ere. Egun, modelo baten batz besteko bizitza ez da zazpi urte baino luzeagoa, eta horrek azaltzen du epeak eta garapen-kostuak laburtzeko beharra. Hori dela eta, itxuraz bateraezinak diren helburuak elkartzeko beharra sortzen da: epe laburragoetan eta kostu txikiagoan fabrikatzea gero eta modelo dibertsifikatuagoak eta konplexuagoak.

Helburu horiek bete ahal izateko estrategia desberdinak erabiltzen dira, eta horien artean honako hauek aipa daitezke:

- ✓ Modelo berri bat egiten parte hartzen duten sail guztien antolakuntza-lanak optimizatzea. Adibidez, automobilgile batzuek baztertu egin dituzte atal itxietan antolatutako produkzioa, non sail bakoitzak segida-eran parte hartzen zuen: produktuaren diseinua egitasmo-bulegoan, fabrikaziorako (prozesua) tresna eta tekniken doitzea metodo-sailean, produktuak erostea azpikontratistei, eta ondoren serie-fabrikazioa. Proiektu-, metodo- eta fabrikazio-bulegoetako teknikariak lan-talde desberdinetan elkartzea da metodo berrien joera. Antolakuntza berri honek agertzen den edozein arazo azkar antzematea ahalbidetzen du aipatutako arlo guztietan, eta horrela proiektua erabateko sinbiosian garatzen da.
- ✓ Kontzeptu eta teknologia berrien aplikazioa. Gaur egun ekoizleak batez ere diseinugile eta muntatzaile bihurtu dira (batz bestea ibilgailu baten balioaren %70 enpresa-ekoizleetatik kanpo fabrikatzen da).
- ✓ Modelo berri baten doitze-epeak laburtzea (hiru urte ingurura).
- ✓ Berrikuntza-gaitasuna. Egungo ekoizleen arteko lehia, lehiakideek baino azkarrago berritzeko gaitasunean datza enpresa baten indarra. Izan ere, sona lortzen du aurrenekoz ibilgailu berritzaile bat egiten duen ekoizleak (merkatu-eskariei erantzuten badie) originaltasun horregatik eta salmentak ugaritu egiten ditu. Garapen teknologiko berrienekin elkartutako irudimen kontzeptuala izango da gero eta gehiago merkatuan ezberdintasunak eragiten dituen elementua. Horren helburua da bezeroen eskariak aurreikustea eta alde zuzenetik asmatzea etorkizuneko ibilgailua.

- ✓ Kontsumitzaileen gustuen aniztasuna kontuan hartuta, eskaintza dibertsifikatu ohi da eta modelo batean oinarrituta hainbat bertsio egiten dira. Bertsio horietako bakoitzak merkatu-eskari desberdin bati erantzuten dio, esate baterako: bertsio familiarra, kiroletakoa, eta abar.
- ✓ Modelo berri baten merkaturatze-denbora eta ekoizpen-kostuak nabarmen jaisteko, funtsean karrozeria-plataforma bera erabiltzen dute ibilgailu-ekoizleek marka edo talde bereko ibilgailuentzat. Izan ere, modelo berri bat egitea proposatzen denean, aldaketak batzutan karrozerian, barnealdean eta xehetasun eskusibo batzuetan baino ez dira egiten. Hori dela eta diseinu-prozesuak parte berrerabilgarriak mugatzen ditu, hori erabiltzen baita abiapuntu gisa.



1.2. irudia.

Karrozeria baten proiektuari berari dagokionean (1.2. irudia), diseinuaren estetika eta funtzionalitateaz gain, helburua aerodinamikoa, arina, erresistentea eta segurua den karrozeria sortzea da. Diseinuak ahalbidetu egin behar du ibilgailuaren airearen barneratzearekiko erresistentzia ahalik eta txikiena izatea (eragin positiboa izan dezan erregai kontsumoan zein barnealdean nabari daitekeen martxa-haize soinu), eta egonkortasun-maila ona izatea baita alboko haizea dagoenean. Guzti horren asmoa ezaugarriak hobetzea, energia aurrezte eta bidaiariak babestea da.

Segurtasun-kontzeptua aurre-aurrean dago karrozeria bat diseinatzen denean. Ibilgailu erakargarri bat lortzearen helburuaz gain, diseinugileen lana da haien sorkuntzen deformagarritasuna aztertzea eta bidaiari-lekuei forma-egonkortasun handia ematea.

Egun esan daiteke orokorrean diseinugileek diseinu "surrealistenak" baztertzten dituztela errealitatera gehiago hurbiltzeko. Horrek, ordea, ez du esan nahi sormen-askatasuna galdu dutenik, orain mugikortasun-, funtzionalitate-, aldakortasun- eta aisi- kontzeptu berriak garatzeko erabiltzen dutela baizik (1.3. irudia). Joera egun gero eta bidaiari-leku zabalagoak eta erabilgarriagoak dituzten erabilera anitzeko ibilgailuen inguruan dabil, eta oraingo sortzea tradizionalaren kontrakoa da, hau da, karrozeriaren kanpoko itxura barnealdeari egokitzen zaio (ibilgailua kanpotik barrura eraikiz) (1.4. irudia). Aparteko kasua dira diseinugile ospetsu batzuk egiten dituzten diseinu-lanak kirol- edo aisi-ibilgailuen arloan, haien diseinuek zirrara eragiten baitiete publikoari orokorrean zein ekoizleei, eta askotan konponbide tekniko irudimentsu eta berritzaileak aurkezten dituzte. "Concept Car" deritzen sorkuntza batzuk, "estilistek" zein ibilgailu-ekoizleetako diseinu-departamentuek eginak, diseinugileen ariketak eta estilo-proposamenak baino ez dira, moda, estilo edo joera bat sortzea dutenak helburu erabiltzaileen gustuei aurrea hartuz, eta ez dira beti merkatura egokitzen eta haien fabrikazioa ez da egoera guztietan bideragarria (1.5. irudia).



1.3. irudia.



1.4. irudia.



1.5. irudia.

Orokorrean, karrozerien diseinuak erantzun egin behar die erabiltzailearen erosotasun-, bizigarritasun-, aldakortasun- eta estilo-eskariei; izan ere, ibilgailu berri baten sortze-proiektuari ekiten zaionean, proiektatzen den merkatuaren profil orokorretik abiatu behar da. Automobil-gidarien lehentasunak datu zenbakarri bihur dezaketen sentimenezko analisi-inkestei eta gidaritza-egoera desberdinetan haien erreakzioak neur ditzaketen portaera-azterketei esker, posible da bolantean aurrean dituzte nozio subjektibo ugari parametro “objektibo” moduan aurkeztea ibilgailuaren dinamikan. Horrela, erabilitako metodoek ahalbidetu egiten dute proiektuaren hasierako fasean erabaki tekniko egokiak hartzea ibilgailuaren eta gurpil-trenen arkitekturari dagokionean, ezaugarri-arloan ezarritako helburuek arrakasta izatea bermatuz.

Arrunki, ibilgailu bat aukeratzea baldintzatzen duten gustu eta modak ezartzean, hiru populazio-gune defini daitezke mundu-mailako eskariaren joerak markatzen dituztenak eta, hartaz, berezko ezaugarriak erakusten dituztenak kontzeptu-definizioari dagokionean:

- ✓ Europako gunea
- ✓ Ipar Amerikako gunea
- ✓ Asiako gunea

Europar nagusitu egiten dira itxura eta kolore ez deigarriak (grisak, urdinak, zuriak) ibilgailu konpaktuak (berlinak), nolabaiteko hiri-itxuradunak errepide-zirkulaziora erabat egokituak. Erregaiaren salneurriak eta espazio irekien ugartasun ezak baldintzatu egiten dute ibilgailu tipikoaren batz besteko tamaina eta motorizazioa.

Ipar Amerikan, aldiz, erregaiaren prezio txikiagoak, espazio ireki zabalen ugartasunak eta bizimoduak baldintzatu egiten dute tamaina eta motorizazio handia dituzten berlinak, *pick-up*-up eta lur orotako ibilgailuak nagusi diren merkatua.

Asiako gunean (bereziki Japonian) kolore biziko ibilgailu txikiak nahiago dituzte (batez ere lur orotakoak), itxura abangoardistadunak eta hiri-izaera nabarmena dutenak, zoru libre eskasiak hala baldintzatuta.

Hala ere, eragin-gune bakoitzean herrialde bakoitzak ere berezko ezaugarri desberdinak ditu merkatuan eragin nabarmena dutenak. Era horretan (1.6. irudia), Europako gunearen barruan aurki ditzakegu estetika aerodinamikoa, ekipamendua eta motorizazio handia aukeratzen duten gustu latinoak, haien gidatzeko erak hala eskatuta. Erdialdeko eta Iparraldeko Europar, aldiz, ibilgailu serioak eta sendoak nahiago dituzte, segurtasun-faktorea eta korrosioaren kontrako babesa nagusi dutenak ohiko kondizio klimatikoengatik.



1.6. irudia.

Ibilgailu berri bat martxan jartzeko prozesuan garrantzi berezia dute kontu ekonomikoek, epeek, produkzio-kontuek, kalitate-gaiek eta arlo teknikoek. Garapen-aldiak hurrengo fase eta bitartekoak ditu:

- ✓ Proiektua gauzatzea:
 - Aldez aurretiko bideragarritasun-ikerketak.
 - Behin betiko bideragarritasun-ikerketak.
 - Piezen 3D geometria-fitxategiak.
 - Piezen 2D plano-fitxategiak.
 - Multzoen 2D plano-fitxategiak.
 - Piramide grafikoa (despiezea).
 - Oinarri-erlazioa.

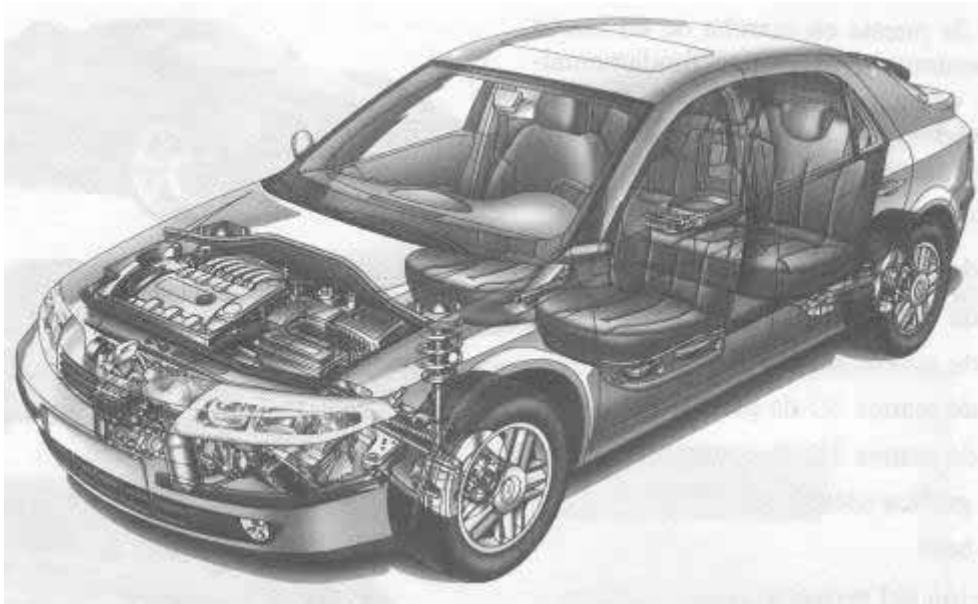
- ✓ Proiektua egiaztatzea:
 - Akats eta efektuen analisi modala.
 - Simulazioa (estrukturala eta estanpazioarena).
 - Lantegi pilotu birtuala.
 - Estanpazio-eragiketa-metodoak.
 - Tolerantzia-azterketak, muntaia-sistemak eta erreferentzia-ikerketak.
 - Prototipo-egitea.
 - Esperimentazioa.
 - Ekoizpen-lantegi pilotua.
 - Kalitate-egiaztapenerako baliabideak.

Marketingaz gain, automobilgileek kondizio teknikoen orri bat prestatzen dute (fabrikazio-arduradunek landua), diseinugilearen lanerako abiapuntu gisa eta modelo-berri baten bideragarritasuna aztertzeko erabiltzen dena. Kondizio-orri horretan, beste txosten batzuen artean agertzen dira, segmentu bereko ibilgailu-lehiakide azterketa bat, bezeroen nahiak, eta joera soziokultural nagusiak ikuspuntu zabal batetik aztertutak, automobilaren esparrutik kanpo ere, kontsumitzaileen balizko portaera aurreikusteko asmoz.

Kondizio-orriak motorizazioa, bizigarritasuna eta kanpo-zabalera definitzen ditu ere, eta aldi berean modelo berri baten forma, tamaina eta siluetari (arkitektura) buruzko kondizioak ezartzen ditu, beharren arabera motorra, esekidura, gurpilak eta abar egoki kokatzeko. Horrek neurri batean diseinugilearen askatasuna muga dezake modelo berrien ideiak irudikatzerakoan (1.7. irudia).

Modelo berri baten proiektua egiteko, egile bakoitzak berezko segida-metodoa erabiltzen duela kontuan hartuz, ohiko segida batean oinarritu daiteke prozesuaren beraren azterketa, eta behin kondizio-orria ezarrita, proiektua honako faseetan garatzen da:

- ✓ Sortzea
- ✓ Diseinua
- ✓ Maketa-sortzea
- ✓ Probak
- ✓ Fabrikazioa
- ✓ Karrozeriaren fabrikazio-premiak



1.7. irudia.

1.1 Asmatzea

Automobil bat sortzean lehen pausu garrantzitsua modeloaren beraren definizio estetikoa da, barne zein kanpo aldekoa, haien egokitasunean oinarrituko baita ibilgailuak bezeroen arreta erakartzea.

Fase honetan lehen zirriborroak egiten dira, eskuz egindako marrazkietan oinarrituta, marrazketa tresna klasikoak erabiliz, adibidez: arkatzak, erregela, kurba-formak dituzten txantiloak, eta abar (1.8. irudia). Lana proposaturiko zirriborrorik onenaren aukeratzearekin amaitzen da, eta aukeratutakoa normalean azterketa kritikoak eta teknikoak, eta batez ere bideragarritasun eta ekoizpen-erraztasun azterketa gogorrenak nota altuenarekin gainditzen dituena da.



1.8. irudia.

Jarraian diseinugileek ibilgailuaren neurriak zehazten dituzte (garrantzi berezia emanez barnealdeari). Horretarako, ibilgailua hiru gune desberdindutan banatzen da: motor-gunea, bidaiari-lekua eta maletategi-gunea.

Ondoren neurriak paperezko lauki-sare batean irudikatzen dira txantiloien laguntzarekin, bidaiarien kokapena erakutsiz altuera desberdinetan, eta arreta berezia eskainiz eserlekuen kokapenari, baldintza-tzaile ergonomikoen arabera kalkulatzeko dena (1.9. irudia). Ondoren karrozeriaren profila egiten da; eta amaitzeko, haren kanpo-diseinua egiten da (ordenagailuaren laguntzaz), honako irizpide hauei jarraituz: ibilgailuaren neurri osoak, bidaiari-lekuen neurriak, maletategien bolumena, eta koefiziente aerodinamikoak.



1.9. irudia.

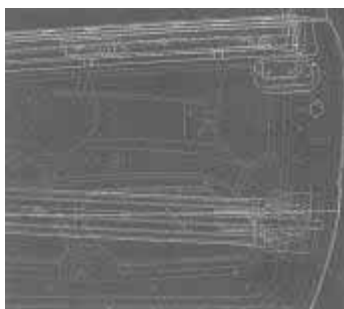
Karrozeriaren kanpoko neurriak kalkulatzeko, besteak beste, kontuan hartu ohi dira:

- ✓ Eskakizun aerodinamikoak.
- ✓ Gidari-lekuaren ergonomia, eserlekuen eta maletategiaren diseinua.
- ✓ Karrozeriaren altuera askea zoruarekiko.
- ✓ Erregai-deposituaren kokapena eta tamaina.
- ✓ Gurpilen leku-beharrak (nahikoa izan behar du esekiduraren ibiltartea, biraketa angelua, eta elur-kateak jartzeko tartea).
- ✓ Aurreko eta atzeko paratxokearen tamaina eta kokapena.
- ✓ Organo mekanikoen mota eta kokapena: motorra, erradiadorea, aldagailua, esekidurak, eta abar.

Barne- eta kanpo-formen diseinu-faseari hasiera emateko, honako baldintzatzaile teknikoak hartu behar dira kontuan:

- ✓ Ikusgarritasun-kondizioak. Ikus-eremu egokia izateko, arreta jarri behar zaio muntagen, saba-iaren, kapot-motorraren eta tapa edo maletategiaren atearen diseinu eta kokapenari. Kontuan hartu behar dira, era berean, atzerako ispiluaren kokapena, tamaina eta forma, haizetakoaren kurbatura-proporzioa, eta haizetako-garbigailuek garbitzen duten eremua, besteak beste.
- ✓ Funtzio mekanikoak. Alboko leihatilak jaitea eta igotzea, kapot-motorra eta atzeko tapa irekitzea, sabai irekigarria mugitzea, argien doikuntza, eta abar.
- ✓ Fabrikatzeko aukerak eta konponketetarako erraztasuna.
- ✓ Segurtasun-kondizioak. Deformazio programatu plan bat ezartzea, errefortzu eta paratxoeken forma eta kokapena, ertzen ezabapena, eta abar.

Behin kanpoko neurriak kalkulatuta, ordenagailuak ibilgailuaren (barnekoa edo kanpoko) eta osagai bakoitzaren irudi bat sortzen du (1.10. irudia). Horrela diseinugileak beharrezkoak diren aldaketa guztiak egin ditzake azterketa zehatz baten bidez.



1.10. irudia.

1.2 Karrozeriaren diseinua

Behin ibilgailua definituta, diseinu-fasera pasatzen da, eta horretan baliabide oso sofistikuak erabiltzen dira, izendapen desberdinak dituztenak, adibidez: (CAD) “ordenagailuz lagunduriko diseinua”, (CAD/CAM) “ordenagailuz lagunduriko fabrikazioa” edo (CAE) “ordenagailuz lagunduriko ingeniari-tza”. Gaur egun, hainbat dira automobilgintzan gehien erabiltzen diren programak: *Catia*, *Cadd5*, *Unigrafics*, *Ideas*, *Pro-Enginier*, *Ramsis*, eta abar. Garapen informatiko hauen bidez maketa fisikoak maketa numeriko bihurtzen dira, sortze-fasean lortutako parametro geometrikoak erabiliz (1.11. irudia). Horretarako, proiektugileek potentzia handiko ordenagailu azkarrak eta kalkulu-gaitasun handikoak erabiltzen dituzte. Horien laguntzaz saihestu egiten dira lanordu luzeak, kalkulu matematiko kopuru handia, eta aurretiazko proba-operazio garestiak; esate baterako, *Renault*-en teknozentroak lau *Cray* super-kalkulagailu ditu, 5000 ordenagailu 80 zerbitzaritara konektatuta (horietatik 1000 DAO- eta kalkulu-estazio grafikoak), 3000 mikro-ordenagailu eta 500 inpresora, eta hori guztia zuntz optikoko kableen bitartez konektatuta, datu-emari handiko sareak osatuz (100 megabyte segundoko).



1.11. irudia.

Arau moduan diseinu on baten honako ezaugarriak bete behar ditu:

- ✓ Ahalik eta erakargarrien izatea.
- ✓ Fabrikazio-faserako trantsizioa ahalik eta errazena izatea.
- ✓ Funtzionalitate altua eta bizitza erabilgarri luzea bermatzea.
- ✓ Pieza osagaien kopurua ahalik eta txikiena izatea, eta erraza izatea haien desglosea.
- ✓ Beste modelo batzuetan erabili daitezkeen pieza ugari izatea.
- ✓ Ahalik eta pieza birziklagarri kopururik handiena erabiltzea (arlo horretan indarrean dauden arauei lotuz edo arau horiek gaindituz).
- ✓ Kalitate/prezio-erlazio egokia eskaintzea.

Lehen ikerketa-faseetatik hasita, simulazio digitalak karrozeriaren arkitektura optimizatzea ahalbidetzen du, esfortzuen banaketa egokiagoa lortuz. Sintesi-irudiak edozein elementu edo egituraren hiru dimentsioko errepresentazioa egitea ahalbidetzen du, puntu-sare baten bidez (1.12. irudia).

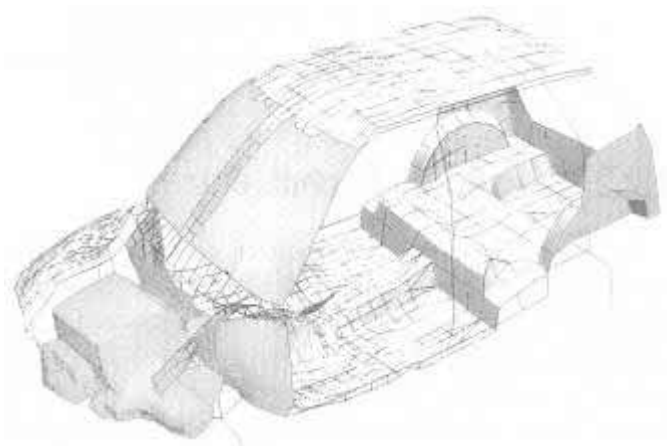
Lan-metodo honen bitartez diseinugileak konponbide tekniko desberdinen probak egin ditzake, pieza bakoitzaren funtzionamendua simulatu, aldaketak sartu, piezak birtualki muntatu eta dagokien sisteman integratu bateragarritasuna aztertuz. Gainera, abantaila handi bat du, egitura horren bidez, materiaren desplazamendu elastikoa irudika daiteke eta karga-hipotesi baten pean jartzen denean, eta horrela talka batean karrozeriaren portaera zein izango den aurreikustea ahalbidetzen da.

Egituraren kalkuluak

Egituren kalkuluaren arloaren zabaltasuna eta konplexutasuna dela eta, ondoren era oso laburrean aipatuko da modelo berri baten garapenean nola erabiltzen diren. Egituraren kalkuluaren printzipio unibertsalak deformazio erresultanteak eragindako tentsioekiko proportzionalak direla dio. Horrela, eredu matematikoak dira lehenengoak proiektugileei modelo berri bat xehetasunetan nolako izango den argitzen. Kalkulu matematikoak berehala erabiltzen dira, baita prototipo batek inongo harramaskarik izan baino lehenago ere. Fase honetan, ordenagailua balio handiko baliabidea da, izan ere, bere laguntzarekin proiektua modurik egokienean zuzendu daiteke, modelo berriaren egitura doitzen duten simulazio esperimentalen bidez erabaki egokiak har baitaitezke ahalik eta energia gehien bereganatu dezan bidaiarien babeserako (1.13. irudia). Hori guztia dela eta egitura ordenagailuz planteatu eta kalkulatu da erabat.



1.12. irudia.



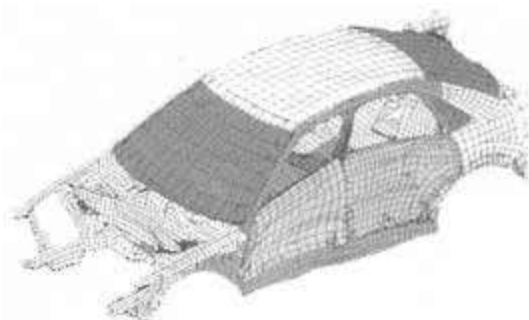
1.13. irudia.

Karrozeria osoaren ezaugarri estatikoak, dinamikoak eta akustikoak zehazteko normalean *elementu finituen* integrazio-metodoa erabiltzen da.

Elementu finituen kontzeptuaren oinarritzko ideia da edozein hiru dimentsioko gorputz irudi geometriko sinpleetan deskonposatzea, edo beste era batean esateko, edozein sistema eramaile konplikatu elementu estruktural sinpleetan banatzea (habeak, estalkiak eta bolumen-elementuak), zeintzuen portaera elastikoak ezagunak eta matematikoki formulatzeko errazak diren.

Normalean elementu edo piezak triangeluetan (ezagutzen den elementu finitu sinpleena) deskonposatu ohi dira, eta horien hiru erpinek koordinatu espazialak dituzte eta, eragindako tentsioen ondorioz, espazioan mugitzen dira, aldameneko triangeluen erpinak mugiaraziz eta hala katean eragindako tentsioa baliogabetu arte. Bloke estruktural hauek (elementuak) zama-kondizioen arabera ebaluatu eta gero, egitura osoan integratzen dira guztiak. Horrela posible da benetako piezaren ezaugarri elastikoak fidelki irudikatzen dituen modelo bat eraikitzea. Prozesua honako pausuetan laburtu daiteke:

- ✓ Lehenik eta behin piezaren zatikatze finitua egiten da, zati oso txikietan banatzean datzana, zati horiei geometria, zama eta materialaren propietatearen arabera elastikotasun- eta erresistentzia-portaeraren ekuazio klasikoak aplikatzeko.
- ✓ Behin sare hori eginda elementu txiki horietako batzuei kanpo-zamak aplikatzen zaizkie eta aztertu egiten da nola deformatzen diren eta nola pasatzen diren kargak aldamenekoetara, eta hauetatik hurrengoetara eta hala elkarren segidan (1.14. irudia)
- ✓ Era horretan aztertu egin daiteke piezaren deformazio makroskopikoa eta zein puntutan den esfortzua kritikoa, eta hartaz, haustura sortzeko gai.



1.14. irudia.

Elementu finituen integrazioarako *Cray* motako super-ordenagailuak erabiltzen dira, nano-segundotan milioika eragiketa prozesatzen dituztenak. Era horretan irudikatu egin daiteke puntu jakin batean eragiten den edozein tentsioren efektua, deformazioak, oszilazioak, tentsioen distribuzioak, eta forma-aldaketak lortuz (balio isolatu edo grafikoak); karrozeria proiektu bat 10.000 elementu ala gehiagotan bana daiteke 40.000 aldagai ingururekin. Elementu finituen metodoa erabiltzearen abantailak honako aspektu hauetan biltzen dira bereziki:

- ✓ Zama ikusezineko prozesuak (indarren transmisioa, esfortzuen kontzentrazioa) zehazteko gaitasuna egitura konplikatuetan (karrozeriaren kasuan adibidez).
- ✓ Gisa honetako aldagaiak kalkulatzeko: txaparen lodiera, errefortzuak, materialak, eta abar.
- ✓ Material konposatuak eransteko aukera.

Aldiz, metodo hau erabiltzeak dituen mugen artean aipa daitezke:

- ✓ Zehaztasuna elementuaren, kopuruaren eta egituraren distribuzioaren arabera da.
- ✓ Kalkulatutako txapa-lodieraren eta lodiera errealearen arteko aldea, behin laminatuta eta enbutituta, material desberdinen anisotropia¹ dela eta.
- ✓ Lotura soldatuak zehazki balioesteko zailtasunak.

¹ Hainbat materialek duten propietatea ezaugarri fisiko (elastikotasuna, errefrakzio-indizea, eta abar) desberdinak erakusteko norabide bakoitzean. Gorputz anisotropoak dira egitura kristalinoa duten gehienak eta zuntzezko substantziak.

Erresistentziaren kalkulua

Egituren kalkuluaren ikerketa zehatza, gaingiroki, egitura osatzen duen elementu bakoitzerako indarraren eta desplazamenduaren arteko harremana kalkulatzeko datza. Behin ikerketa hori eginda, elementu-multzoaren muntaia egiten da, eta horretan, ezinbestean, lotura-gune bakoitzean indar-oreka zehaztu behar da (nabarmen da oreka hori existitzen dela, bestela egitura apurtu egingo litzateke eta). Barra bi edo gehiago dituen egitura baten lotura-gunean, esate baterako, oreka dago momentuen tentsio- eta konpresio-indar desberdinen artean. Oreka mantentzeko beharrezkoa den indar-parekotasun horri esker, aurkitu egin daitezke aldagai ezezagunak.

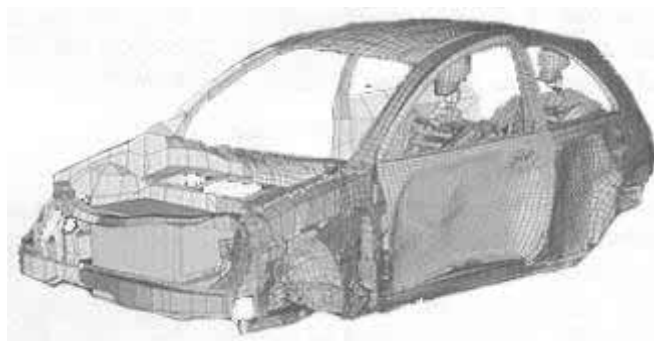
Euste-sistemek eta zama esekiak eragindako tentsioez gain –elementu finituen metodoaren bitartez kalkulatzeko direnak– ibilgailuaren hainbat pieza, hala nola muntagak, zeharragak eta paratxoak, sarritan flexio- edo tortsio-zamen eraginpean daude. Egokia da horrelako kasuetan sekzioen kalkulu-programak erabiltzea. Kalkulu horiek egiteko piezen pareta meheenen sekzioak elementuetan deskonposatzen dira eta txapa lodiera egokia zehazten da. Horrela, beste emaitza batzuen artean, sekzioen azalera, inertzia-momentuak eta momentu erresistenteak lortuko dira.

Talkekiko portaeraren kalkulua

Duela urte gutxi arte, egileek proiektuaren doitzeko istripu-saiakeratan egiten zituzten ikerketetan (aurrez aurreko, atzeko edo alboko talkak edo iraulketak), zailtasunak egoten ziren sortzen diren deformazio plastiko handiak direla eta (haien izaera ez lineal eta dinamikoa handiarengatik). Hori dela eta, egituraren parte nagusien azterketa sekzio-kalkulu, modelo-kalkulu eta egitura partzialen saiakuntzen bitartez egiten ziren, zeintzuen emaitzak dagoeneko baieztatuta zeuden karrozerien eraikuntza-multzoekin alderatzen ziren.

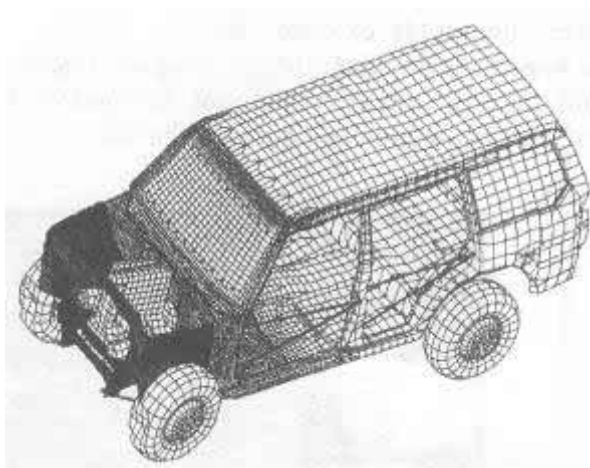
Gaur egun, aldiz, ordenagailuaren eta kalkulu-tresna sofistikatuaren erabilera talken proba birtualak egitea ahalbidetzen du. Horietan kalkulu-megaeragiketak egiten dira nano-segundotan, posible eginez, alde batetik, ibilgailuari planteamendu egokia ematea prototipo bat bera ere hondatu gabe, eta bestetik, datu esperimentalen interpretazioa argiago izatea ibilgailuaren garapen osoan zehar, aldaketak errazago eginez proiektuaren hobetzerako eta doitzeko.

Crash-test birtualak egiten direnean ibilgailuaren hiru dimentsioko eredu matematikoak erabiltzen dira, karrozeriaren egitura eramailea elementu finituetan (akaberak) banatuz, aipaturiko EFMa (Elementu Finituen Metodoa), eta bakoitzak alde aurretik duen portaera definituta indar jakinak eragiten zaizkionean. Elementu horiek oinarritzat hartzen dira simulatutako kalkuluarentako, 100.000 pasu ingurutan banatzen denean talka batean gertatzen den deformazio fenomeno azkarra eta bidaiarien mugimendua, emaitzak ahalik eta zehatzenak direla ziurtatzeko (1.15. irudia).



1.15. irudia.

Ibilgailu birtual baten gune batean indar jakin bat aplikatzen bada (talka baten baliokidea), kate-erreakzio bati ematen zaio hasiera, zeinetan gune bakoitza aurreko kalkuluen arabera deformatzen da eta harekin kontaktuan dauden guneetara indarra transmititzen du. Era horretan posible da ibilgailuaren deformazio osoa zein izan den zehaztea (1.16. irudia). Horrela, *crash-test* deformazio birtualek, benetako probekin osatuta, ahalbidetu egiten dute dimentsioak eta portaera bereiz baiezatztea karrozeriaren elementu jakinen batzuetarako, adibidez luzetarako habeak, aurreko zeharkako habeak, eserlekuen azpiko zeharrazak, sabaiko zeharkako habeak, eta abar.



1.16. irudia.

1.3 Maketak sortzea

Hurrengo fasea irudiari “bolumena” ematean datza. Aurreko ikerketaren ondorioz maketak egiten dira igeltsu, buztin, plastilina edo material sintetikoak erabiliz, lehenengo 1:5 eskalan eta gero tamaina naturalean. Eskala txikiko maketak (1.17. irudia) normalean euskarri proportzioak bilatzeko erabiltzen dira bolumenak tratatzeko xehetasunen azterketa egiteko. Fase honetan, diseinugileak forma kurbatuen agresibitatea zehazten du eta norabide-lerroak finkatzen ditu, bolumena aspektu guztietan zehaztuz (1.18. irudia). Maketak eskalan egiteak haien portaera aerodinamiko aztertzea ahalbidetzen du, gauzatuko diren ideiak aukeratzeko erreferentzia zuzen bat lortzearekin batera.



1.17. irudia.

Ikerketa guzti honen ondorioz behin betiko maketa birtuala lortzen da, lehenengo prototipoaren formaplana egiteko diseinua numerikoki definitzen duena. Horretarako, hiru dimentsioko tresna kalibratzaile batekin jasotzen da karrozeriaren 10.000 inguru puntuen kokapena espazioan eta memoria sartzen dira sekzio guztiak. Egun, diseinu fasea amaitzen denean, agindu gisan pasatzen dira aurreko datuak ordenagailu batetik bost ardatzeko fresatzeko makina automatiko batera, diseinatutako modelo "klonatuko" duena material termo-plastikozko bloke batean (normalean polistirenoa) (1.19. irudia).



1.18. irudia.



1.19. irudia.

Polistirenozko blokean lortutako formatik, "epoxi" erretxinaz egindako kanpo-molde bat atera ohi da maketa huts bat lortzeko, modeloaren kanpo- eta barne-estiloaren irudi bateratu eta gardena lortzeko erabiltzen dena. Maketa garden hau beiraz hornitu daiteke benetako ibilgailuak bezala, eta baita xaxis eta mekanika simulatu baten gainean mugiarazi (1.20. irudia).



1.20. irudia.

Maketa horiek pairatu egingo dituzte lehengo aerodinamika-test gogorak haize-tunelean, paperean egindako kalkuluak konfirmatzeko barneratze aerodinamikoari edo haien ibilbidea desoreka dezaketen indarrei dagokienean (1.21. irudia).



1.21. irudia.

1.4 Prototipoak egitea

Fase honetan beharrezkoa da zehaztasunik handiena, ezinbestekoa baita datuak planotik modelora eramatea, eta horretako teknologiarik aurreratuena erabiltzen da.

Prototipoak berriazko instalazioetan muntatu ohi dira (lantegi pilotuak), 650 t-ko estanzazio prentsak, fresaketa-tailerrak eta karrozeriaren eta ibilgailu osoaren muntaiarako aretoak erabiliz. Definitu egiten dira trokelak, moldeak eta eraikuntzarako beharrezkoa den tresneria. Pieza desberdinak dagoeneko robotek eta tresneria sofistikatuak egiten dituzten arren, lehenengo prototipoak eskuz muntatzen dira, eta soldatzea ere era tradizionalen egiten da, hau da, eskuz.

Horrek makina bakoitzaren doitasunezko ahokadurak kalibratzeko balio du, eta aldi berean sor litezken akats txikiak zuzentzeko aukera ematen du.

Prototipoen eraikuntza fasean xehetasun txikiak ere sakon aztertzen dira, eta arreta berezia jartzen da karrozeriaren kontrol geometrikoan (1.22. irudia).

Guzti horren ondorioz zehazten da estanzazio prozesurik aproposena, amaitu egiten dira prentsa-tresnak (trokelak), eta aldi berean perdoiak, erreferentziak eta lotura-sistemak aztertzen dira eta muntaia-ekipamenduekin erregulatzen dira.



1.22. irudia.

1.5 Probak

Behin prototipoa eginda, hainbat proba egiten dira sakonean aztertzeko. Alde batetik, motorrak aztertzen dira soinu- eta bibrazio-probak eginez. Bestetik, materialak mikroskopia elektronikoekin eta metalurgia-ekipamenduekin kontrolatzen dira, eta begiratu egiten da zenbait elementuen nekearekiko erresistentzia banku hidrauliko konplexuetan. Modeloak segurtasun proba bat pasatzen du ere, haren zurruntasun estrukturala konprobatzeko. Proba klimatikoetan muturreko tenperatura-kondizioen eraginpean jartzen da, 40 °C zero azpitik hasi eta 180 °C arte. Laborategi-fasean karrozeriak korrosioarekiko duen erresistentzia ere egiaztatzen da ganbera heze, bero eta gazietan sartuz, eta klima polarra, tropikala eta abar simulatzen dira.

Egileentzat esanguratsuen eta garrantzitsuen diren probetako batzuk ingurumenari dagozkionak dira. Horietan egiaztatu egiten dira gas-emisioak, eta ondorengo birziklapena kontuan hartuz aztertzen dira erabilitako materialak. Prozesu bera pairatzen dute gidari-lekuaren ergonomiak, erosotasunak, eta bidaiari-lekura kanpotik sartzen den sonoritatearen edo eserlekuen forma eta biguntasunaren gisako alderdiak. Garapenaren une honetan egiten dira baita ere kolpeen entseguak, eta segurtasun aktiboa zein pasiboa. Egiaztapen-programa horretan garrantzia duten era berean karrozeriaren hainbat osagaien (ateak, kapotak, sarrailak, e.a.) iraunkortasun-entseguak. Saio horietan muturreko zamen eraginpean jartzen dira karrozeriak bibrazio-saiakuntza-bankuan (adibidez, 70 ordu saiakuntza-bankuan bide-zoru irregularrean 200.000 km egitearen baliokide dira). Ibilgailuei neke-proba ugari egiten zaizkie bai laborategietan (balaztatzeak, bibrazioak, irristatzeak, esekidura-oszilazioak, *crash-test*-ak, eta abar) zein zirkuitu itxietan (orotariko galtzadekin haien portaera eta ezaugarri nagusiak aztertzeko, osagai desberdinen geometria prest jartzeko asmoarekin. Proba horiek espezialistek burutzen dituzte, oraindik "menperatu" gabe dauden informazio subjektiboak datu zenbakarri eran interpretatu beharko dutenak: ibilgailuaren homogeneotasuna, haien erreakzio mailakatuak, eta abar. Era horretan, espezialista probatzaileen parte hartzea erregulazio- eta ahokadura-maila oso fina den fase batean dator (1.23. irudia).



1.23. irudia.

Prototipoetatik serie-aurreko ibilgailura pasatzen da fabrikazioa hasi aurretik. Azkenik, benetako zirkulazio-programetan, ibilgailuek (ondo kamuflatuta sekreturik argitara ez emateko) 20 milioi kilometro baino gehiago egiten dituzte planetako klima eta muturreko kondiziodun inguruetan. “Serie-aurreko” ibilgailu horiek benetako laborategi higikor bihurtzen dira, modeloaren bertute edo akatsak egiaztatzeko erabiltzen direnak, eta haien emaitzek erabakiko dute behin betiko eboluzioa, serie-fabrikaziora eramango duena (saldoa aldekoa bada, ibilgailua produkzioa pasatuko da, bestela, atzera egingo da berriro aztertzeko hobe-garriak diren puntuak).

1.6 Karrozeriaren fabrikazio-aldia

Altzairu-txapa bobina edo aurretiaz moztutako piezatan ematen zaio automobilgileari estapanatu beharreko piezen arabera (korrosioaren aurkako babesarekiko material-mota *Elementos fijos y preparacion de superficies* liburuetan deskribatzen da). Bobinatan hartzen den materiala erreferentzia moduan hartuta, lehenengo pausua txapa zuzentzea da, kurbadura desegiten duten hainbat arrabol erabiliz. Ondoren, txapazatien moztea egiten da zizaila automatikoetan (egin beharreko piezaren tamainaren arabera) enbutiziora sartzeko. Txapa-ebakin bakoitza *transfer*-motako prentsa batean sartzen da, hainbat trokel dituen ilaran, eta bakoitzak piezaren konformazio osoaren sekuentzia bat egiten du (pieza trokel batetik bestera pasatzen da). Pieza baten konformazioa hainbat fasetan egin behar da, forma batzuk ezin direlako kolpe bakarrean lortu; aldiz, beharrezkoa da trokelen forma era egokian diseinatzea materiala plastikoki mugitzea ahalbidetzeko apertura eman gabe. Nahiko dira ondoko datuak erabiltzen diren tamaina handiko prentsen ezaugarriak irudikatzen: *transfer*-prentsa bat 2.500 t pisu, 50 m luze, 12 m altu, eta 10 m zabal izan daiteke eta 5.400 t-ko potentzia lor dezake. Adibide gisa, lantegi baten estapanazio-guneak honakoak izan ditzake:

- ✓ 5 lerro prentsa handiekin.
- ✓ lerro bat prentsa txikiekin.
- ✓ efektu bikoitzeko despilatzaile-elikagailu bat.
- ✓ 5 prentsa-arteke erauzketa- eta elikatze-robot.

Prentsa handien lerroa, noski, izugarri instalazio garestia da, eta arrazoi horregatik egileek unitate apur batzuk baino ez dituzte lantegiko, eta karrozeriak behar dituen pieza desberdin ugariak lortzeko prentsetako trokelak aldatu behar dira sistematikoki.

Behin pieza desberdinak estanpatuta, beharrezkoa da haiek elkartzea karrozeriaren egitura osatzeko. Kasu batzutan hainbat pieza elkartzen dira pieza konplexuago bat lortzeko, esate baterako, hainbat txapa soldatzen direnean luzetarako habe baten parte bat osatzeko.

Karrozeriaren pieza desberdinen muntaia gune desberdinetan kokatzen diren instalazioetan egiten da:

- ✓ Karrozeriaren elementu mugiezinetarako gune edo lerroak: atepak, kapotak, eta abar.
- ✓ Karrozeriaren parte diren elementu edo azpi-multzoetarako guneak: plataforma, alboko panelak, eta abar.
- ✓ Karrozeriaren konformazio- eta soldatze-guneak. Lerro horietan azpi-multzo handiak elkartzen dira: basamentua, alboko panelak, sabaia, eta abar.
- ✓ Akabera-guneak, non konformatutako kuxari elementu banatuak gehitzen zaizkion eta multzoa amaitzen den.

Adibide moduan, lantegi baten muntaia automatizaturako guneak honakoak izan ditzake:

- ✓ 80 soldatze-robot
- ✓ 4 robot karrozeriaren kontrol geometrikorako
- ✓ 5 manipulazio-robot
- ✓ 11 transfer mekanizatu
- ✓ 15 aireko bide
- ✓ 48 automata
- ✓ soldatze-prentsa
- ✓ 7 minisistema ordenagailu industrialekin (1.24. irudia)



1.24. irudia.

Fabrikazio-mailan, karrozeria autosostengagarriak txapa eta lámina gorputz hutsak ditu, soldatze jarraiturako instalazioetan edo robotek egindako puntu anizkoitzen bidez elkartzen direnak, beste bide batzuen bitartez lortzea zail litzatekeen azkartasuna eta zehaztasuna baitakar horiek erabiltzea muntaia-kateetan (1.25. irudia). Ibilgailuaren arabera, 5.000 soldatze-puntu inguru behar dira 120 m-tik 200 m-ra izan ditzaken txapa-ertzaren zehar. Erlaitz gainjarrien zabalera 10 eta 18 mm bitartekoa izan ohi da. Karrozeriaren kanpoko piezak (aurreko hegatsak, atepak, motorraren kapota eta maletategiaren atea) torlojuz lotu ohi dira karrozeriaren gainean.



1.25. irudia.

Soldatzeak erresistentzia mekaniko altua eta esfortzuen transmisio ona ematen du egitura piezen (fin-koak) artean, eta lotura torlojatuek, aldiz, piezen (mugiezinak) konpongarritasun handia eskaintzen dute ez-behar baten ostean.

Karrozeriaren muntaietan batez ere erresistentziaz soldatutako loturak erabiltzen dira, baina beste lotura-metodo batzuk ere badaude:

- ✓ **Laser bidezko soldadura.** Soldadura-mota hau lantegian baino ezin da egin eta normalean sabaia muntagetara lotzeko erabiltzen da. Laser-soldatzea loturen erresistentzia estatiko eta dinamikoa hobetzeko asmoarekin erabiltzen da, eta baita alde batetik baino heldu ezin daitezken guneeetan ere. Teknika horrek abantaila ugari ditu, eta horien artean aipagarriak dira:
 - Zurruntasuna handitzea.
 - Korrosioaren kontrako ezaugarriak mantentzea.
 - Dimentsio-distortsioa eta materialaren ezaugarrien aldaketak gutxitzea, beroak afektatutako soldatze-gunea oso txikia baita.
 - Zarata gutxitzea.
 - Lodiera desberdina duten txapen laser-soldatzeak (ertza ertzaren kontra) indartu behar diren gunek optimizatzea ahalbidetzen du.

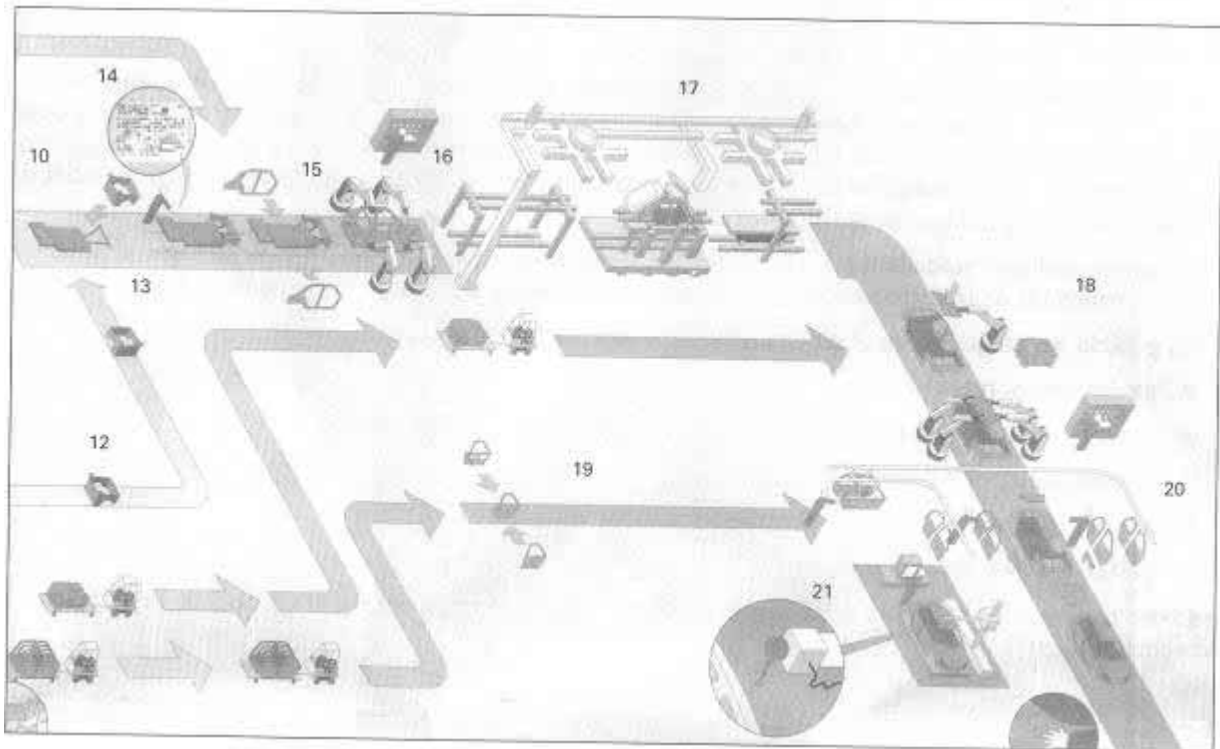
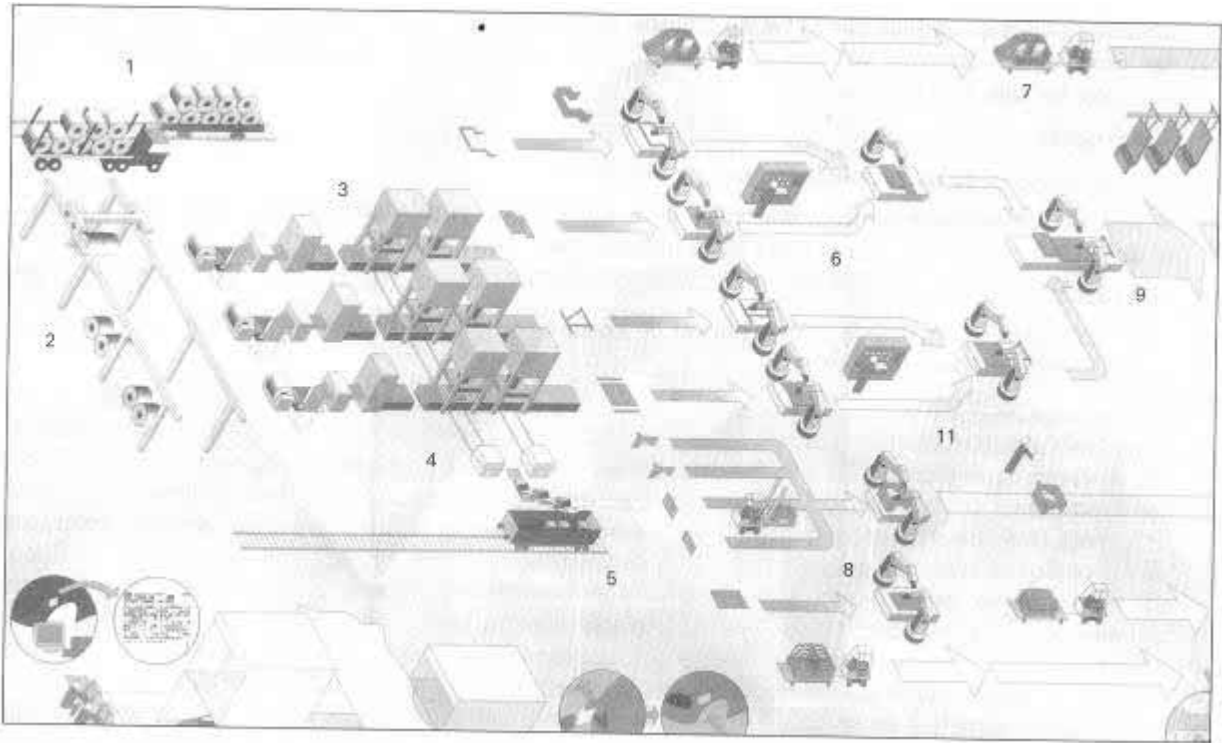
- ✓ **Pieza itsatsiak.** Karrozeria autosostengagarri baten diseinu-planean kontuan hartzen diren helburu nagusietako bat pieza bakoitza egiten duen altzairuak zama-maila baliokideak soportatzea da. Esfortzu-transmisio hori batez ere soldatze-puntuak eta kordoiak egiten dute. Hala ere, lotura-mota horrek esfortzuen (tentsioak) kontzentrazio lokala ekartzen du. Arazo hori egitura-lotura itsatsien bitartez konpon daiteke, horietan tentsio-transmisioa “banatzea” lortzen da, eta horrek eragin handia dauka, adibidez, istripu bat gertatu eta beharrezkoa denean deformazioan ahalik eta pieza kopururik handiena sartzea. Gehien erabiltzen diren egitura itsaskorrek “epoxi” motakoak dira, normalean osagai bikoak, eraso kimikoekiko duten erresistentzia handia, ezaugarri mekaniko ezin hobekak eta aplikazio ezaugarri onak direla eta. Lotura itsatsi mota bi daude: egitura itsaskorra txapa bi lotzeko erabiltzen dituen eta horrez gain soldatze-puntuak ere egiten dituen. Kasu bietan karrozeriaren zurruntasuna hobetzen da, lotura horiek erresistentzia berezia baitute zizailadura- eta trakzio-esfortzuekiko.
- ✓ **Letoizko soldadura.** Soldatze-metodo honek gaurkotasuna berreskuratu du, batez ere karrozeriaren zurruntasuna handitzeko txapen hutsuneak gutxitu direlako, horrek erresistentzia-puntuetan soldatzeko aukera baztertzeko baitu (ez dago eta lotura-gunera sarbiderik). Metodo honetan soldatze jarraitua egiten da gas babesle atmosfera batean eta ekarpen material nagusia letoia da.

Puntuzko soldadura bidezko loturak, hainbat azpi-multzoena eta beste pieza batzuen, karrozeriaren armazoi edo alde estrukturala osatzen du, eta horri kanpoko beste pieza batzuk eransten zaizkio, finkoak edo mugiezinak.

Orokorrean karrozeria bost multzotan bana daiteke:

- ✓ Kanpoko panelak
- ✓ Erdiko eta atzeko armazoa
- ✓ Aurreko armazoa
- ✓ Zoruaren armazoa
- ✓ Ateak, kapotak eta beste pieza batzuk

Laburpen gisa, 1.26. irudian ikus daiteke era eskematikoan ibilgailu baten fabrikazio-prozesua.



1.26. irudia. 1. Txapa-hornidura. 2. Bobina-stocka. 3. Prentsa-lerroak. 4. Txapa-ertzeko enbutizio-trokelak. 5. Txapa-arrastakinen hustuketa. 6. Unist muntaia-irla. 7. Robot transfer-lerroko kutxa-alboen horniketa. 8. Sabaien prestaketa. 9. Zoruen muntaia. 10. Zoruak. 11. Aurreko blokeen muntaia. 12. Aurreko blokeak. 13. Aurretiazkoen muntaia. 14. Aurretiazko txapa-kodea ematea (geroko hegats-txartela). 15. Aurretiazko kutxa-alboen integrazioa. 16. Kutxaren geometria kokatzea. 17. Kutxaren muntaiarako makina modularra. 18. Sabaia kokatzea eta soldatze osagarriak. 19. Ateen muntaia eta kokatzea. 20. Ferratze-katea. 21. Kutxaren hiru dimentsioko kontrola.

1.7 Karrozerien fabrikazioan erabilitako materialak

■ Sarrera

Ibilgailuak esfortzu mekaniko, estatiko eta dinamikoen eraginpean daude martxa-kondizioek eta ibilgailuaren beraren pisuak eta bidariek eraginda; karrozeriak pairatu egin behar ditu esfortzu horiek eta hartaz fabrikazioan erabilitako materialen garrantzia.

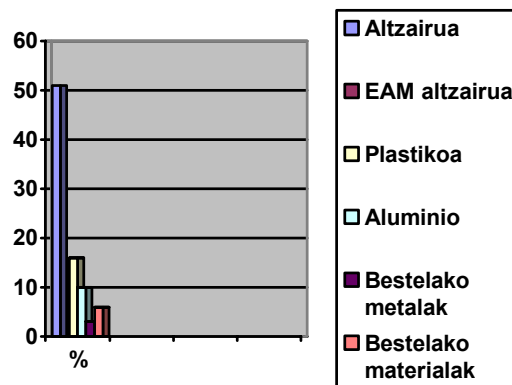
Azken urteetan automobilgintzan hainbat berrikuntza teknologiko sartu dira automobil-kontzeptu berri bat sortu dutenak hainbat mailatan: ezaugarri mekanikoak, erosotasun handiagoa hobe, segurtasun aktibo eta pasiboa hobe, pisua gutxiago, kontsumo txikiagoa, gas kutsakor emisio gutxiago, eta abar (1.27. irudia).



1.27. irudia.

Aplikazioen garapenean horren maila altua lortzea gehien eragin duten faktoreetako bat metalografia-arloan lortutako aurrerapena izan da. Material abangoardistak sartzeak, produkzio-prozesu berriak erabiltzek, eta aleazio, tratamendu termiko, gainazal-tratamendu, eta abarren hobekuntzak material erresistenteagoak eta arinagoak lortzea eragin dute bai organo mekanikoen zein karrozeriaren piezen fabrikazioan. Beira- edo karbono-zuntza bezalako material plastikoak garrantzi estruktural handia ez duten piezetan baino ez dira erabiltzen.

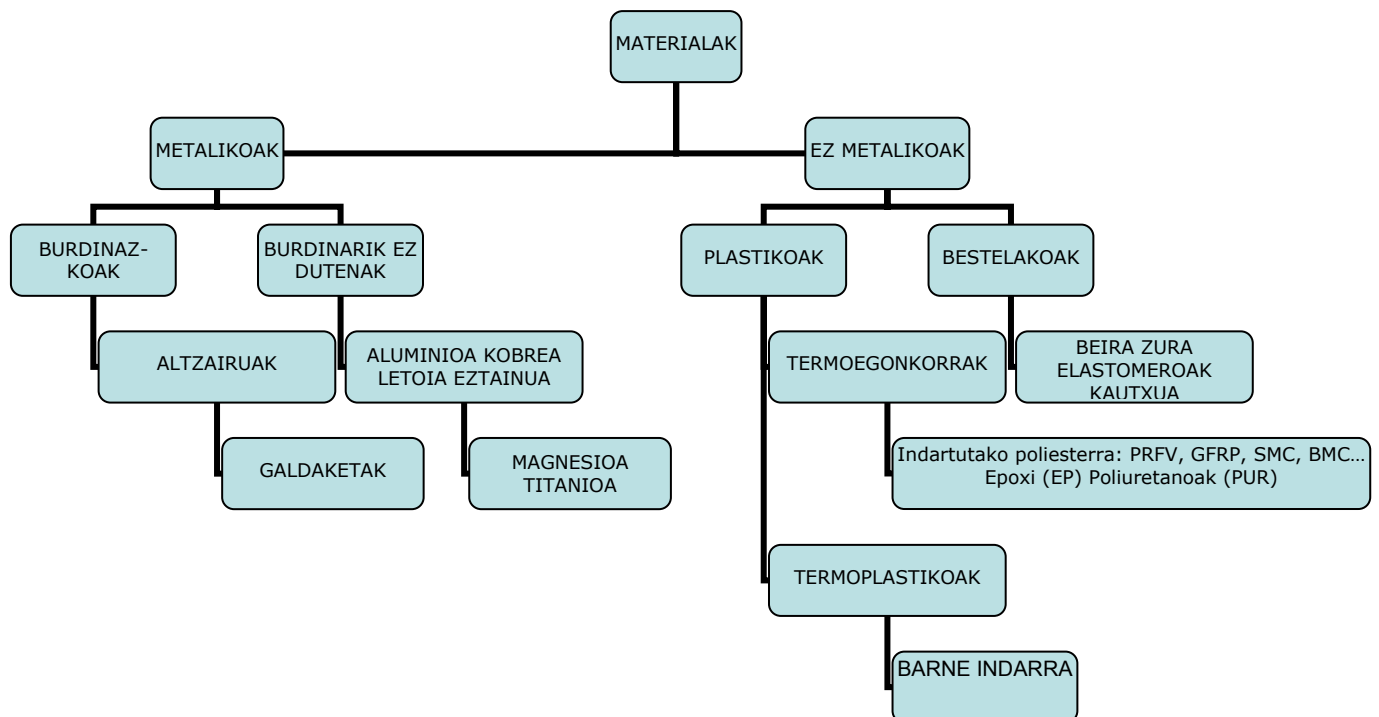
Karrozerien fabrikazioari dagokionean, automobilgileen joera pisua nabarmen gutxitzea eta segurtasun pasiboa handitzea da; ibilgailuaren egitura-erresistentzia-arloan aldatu egin dira automobilean erabiltzen diren material nagusien pisu-proportzioak (1.28. irudia).



1.28. irudia.

Material-taldeak

Karrozeria-fabrikazioan gehien erabiltzen diren material-taldeak material metalikoak eta material sintetikoak dira. Era berean, material metalikoak burdinazko metal eta burdinarik ez duten metaletan bereiz daitezke, eta sintetikoak termoplastiko eta termoegonkorretan.



1.29. irudia. Automobilean erabiltako material-motak.

Bestalde, hainbat metal puruen ezaugarriak hobetzeko aleazioak egiten dira, hau da, metal bi edo gehiagoren nahasteak.

Burdinazko metalak osagai nagusitzak burdina eta proportzio aldakorretan karbonoa duten gorputz metalikoak dira. Karbono-portzentajearen arabera desberdintzen dira: burdina, altzairua eta galdaketak.

Burdinarik ez duten metale nagusiak honako hauek dira: aluminioa, magnesioa, kobrea, eztainua, zinka, nikela, titanioa, eta abar.

Burdinarik ez duten aleazio nagusiak honako metale hauetan oinarritzen dira:

- ✓ Aluminioa (arinak)
- ✓ Magnesioa (ultra-arinak)
- ✓ Nikela (superaleazioak)
- ✓ Metal astunen aleazioak (kobrea, beruna, zinka, eta abar)

Automobilaren karrozerien fabrikazioan erabilitako altzairuak

Kontuan hartzen badugu automobilgintzak ematen dituela gaur egun industria-arloaren aldaketa nagusienak, zentzuzkoa da pentsatzea eragin handia duela eboluzio teknologikoak merkatu horretako hornitzaileetan.

Horrela, siderurgia arloa aldaketa-prozesu batean dago, eta elkarlana gero eta handiagoa da automobilgintzarekin. Elkarlan horren emaitzetako bat da altzairu-mota berrien diseinua, eta baita altzairuen erabilpen hobearen lortzeko ikerketa, diseinu- eta erabilera-irizpide berriak ezarriz.

Bestalde, siderurgia-hornitzaileek eskaintzen duten materiala bat dator eskariekin, eta eskari horiek batez ere ezaugarri mekaniko eta konformagarritasunean oinarritzen badira ere, oxidazioarekiko erresistentzia, azaleko itxura, eta abar ere biltzen dute.

Gaur egun automobilgileek gehien erabiltzen duten material-lodiera ia 0.5 mm-koak da, baina neurri horretara heldu gabe. Lodiera maximoari dagokionean, 2 mm-koa izan daiteke, eta hainbat pieza hori baino zertxobait lodiago izan daitezke.

Hori baino lodiera txikiagoak ibilgailuaren azala osatzen duten elementuetan erabiltzen dira batez ere, hau da, garrantzi estruktural handia izan gabe kanpoan erabiltzen diren piezetan.

Automobilaren munduan material-mota ugari erabiltzen dira. Hori dela eta, erabiltzen diren kalitate-mailak askotarikoak izan daitezke, karrozeriaren elementu desberdinetan beroan ijeztutako materiala erabiltzeraino. Hala ere, Europan joera berria da estalitako altzairua erabiltzea hotzean ijertzi ostean.

Altzairuzko txapak mota bitan banatzen dira sailkapen orokorrean: komertzialak eta meheak.

Lehenengok definitu gabeko akabera dute. Txapa finak, aldiz, ezaugarri egokiak ditu enbutiziorako, soldadurarako eta akaberarako.

Altzairu-moten lehen sailkapen hau hotzean ijeztutako altzairuei aplika dakieke, haien kalitate komertzialek tratamendu sinplea dutenak, tolestuta eta eskakizun gutxiago duten enbutizioetan erabiltzeko.

Produktu-mota nagusiak hartuz honako sailkapena egin daiteke:

- ✓ Ijezketa beroan
- ✓ Ijezketa hotzean
- ✓ Hotzean ijeztu ondoren estaliak

Egunez egun estalitako altzairu gehiago eskatzen dituzte automobilgileek altzairu hotzak edo estali gabekoak baino, karrozerien eta automobilaren azala eratzen duten elementuen iraupena luzatzeko asmoz. Kontuan izan behar dugu ere garrantzitsua dela marketingaren ikuspuntutik material iraunkor eta erresistenteagoen aukera, kalitate handiagoa inplikatzeko baitu ibilgailuaren azken erabiltzailearentzat.

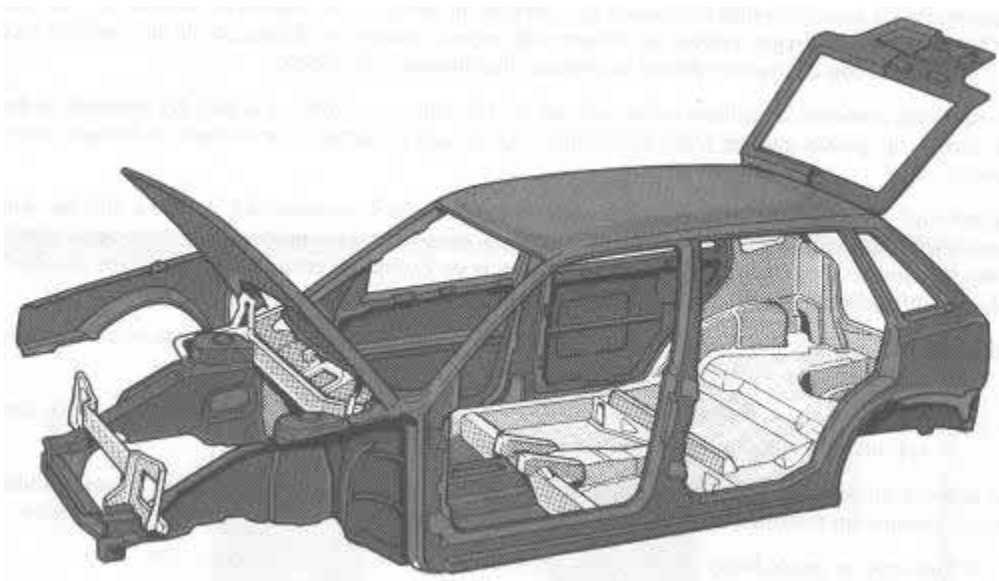
Mundu-mailako siderurgia sektoreak honakoak izan daitezkeen estaltze-mota berriak garatzen ditu:

- ✓ Murgilduzko galvanizazioa
- ✓ Galvanizazio konbentzionala
- ✓ Aleazio-galvanizazioa (*Galvanneal*)
- ✓ Elektrozinkeztapena
- ✓ Zn puru elektrozinkeztapena
- ✓ Zn-Ni elektrozinkeztapena
- ✓ Dumed (Zn-Ni (+ Cr + organikoa))

Eskaintza guzti honetatik, automobilaren sektoreak orokorrean nahiago du murgilduzko galvanizazioa erostea, eta bereziki *Galvanneal*-a, korrosioaren aurkako babes handiagoa eskaintzen baitu.

Behin tratamendua aplikatuta, txapak honela sailka daitezke (1.30 irudia):

- ✓ Zinkeztapen bakarrekoa. Galvanizazioa alde batetik dutenean; normalean, karrozeriaren kanpoaldetik geratuko dena.
- ✓ Zinkeztapen bikoa. Galvanizazioa alde bietan dutenean.



1.30. irudia. Karrozerian erabiltzen diren txapa motak.

Lehenengoen erabilpena ez da oso garrantzitsua, alde bietako estaldurak erabiltzea baita joera. Izan ere, prezio-gehikuntzak ez dio alde handia ekartzen automobil ekoizleari, eta izugarri errazten dio prozesua altzairu ekoizleari.

Hotzeko konformaziorako gehien erabiltzen diren altzairu estaliak 1 koadroan agertzen direnak dira.

<i>Izendapena EN 10142/95 Araua</i>	<i>Muga elastikoa N/mm²</i>	<i>Trakzio erresistentzia N/mm²</i>	<i>Luzapena 80%</i>
FePO2 G	-	500	22
FePO3 G	300	420	26
FePO5 G	260	380	30
FePO6 G	220	350	36
FePO7 G	180	350	39

1. Koadroa.

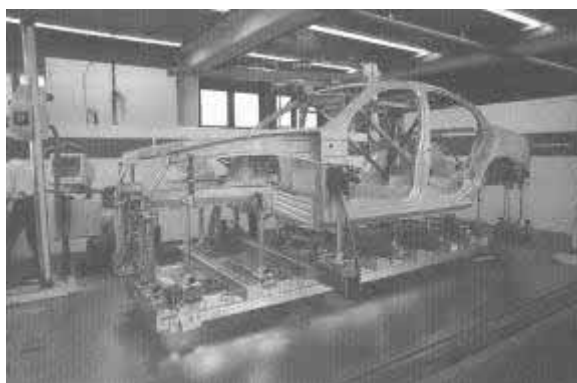
Egiten dira, aldi berean (gero eta gutxiago), ezaugarri mekaniko baliokideak dituzten altzairuak baina estaldurarik ez dutenak.

Estaladura kontuan hartu gabe egin nahi bada automobilgintzan erabil daitezkeen altzairu-mota nagusien sailkapena, honela banatu behar dira aurrena:

- ✓ Hotzeko konformaziozko altzairu konbentzionalak.
- ✓ Elastikotasun-muga altuko altzairuak (EMA).
- ✓ Beroan ijeztutako eta desugertutako altzairuak.

Gaur egun erabiltzen den altzairuaren %80a konbentzionala da, estaliak zein estali gabea. Hala ere, gero eta joera handiagoa dago egiturei zurruntasun gehiago, pisu gutxiago eta erresistentzia gehiago ematen dieten altzairuak erabiltzeko automobilaren kanpoaldean. Altzairu horiei elastikotasun-muga altukoak (EMA) deritze.

EMA altzairuek egitura optimizatuagoak egiteko aukera ematen dute eta diseinu hobeak eta modelo arinagoak eta zurrunagoak lortzea ahalbidetzen dute, zerbitzu hobe eta seguruagoa emanez talken aurrean duten erantzunagatik (1.31 irudia).



1.31. irudia. Altzairu ultra-arinen erabilera.

► Elastikotasun-muga altuko altzairuen sailkapena (EMA)

EMA altzairuek ez dute hausturekiko erresistentzia handiagoa erakusten soilik. Haien zona plastikoa txikiagoa da eta, hartaz, deformazio gutxiago erakusten du apurtu aurretik. Era berean, gai dira esfortzu berberei eusteko material-kantitate txikiagoekin, pisu globala gutxituz eta horren bitartez prestazioak handituz eta ibilgailuaren kontsumoa gutxituz.

EMA altzairu-mota desberdinak daude, eta horien artean aipagarriak dira:

- ✓ **Mikroaleazio-altzairuak (erresistentzia handikoak eta aleazio txikikoak).** Lortu nahi diren elastikotasun-muga altuak niobio eta titanio kantitate desberdinak gehituz erdiesten dira. Bartzutan banadioa ere gehitzen da. Gehitutako kantitateen batuketa ez da inoiz guztiaren % 1 baino gehiago. Talde honen barruan topa ditzakegu altzairu isotropoak, titaniozko % 0.01 eta % 0.04ko adizioekin. Aipagarria da haien anisotropia txikia (altzairuen propietate honek lodiera gutxitzeko joera erakusten du txaparen zabalaren gutxitzearekiko eta funtsezkoa da enbutizio prozesuetan).

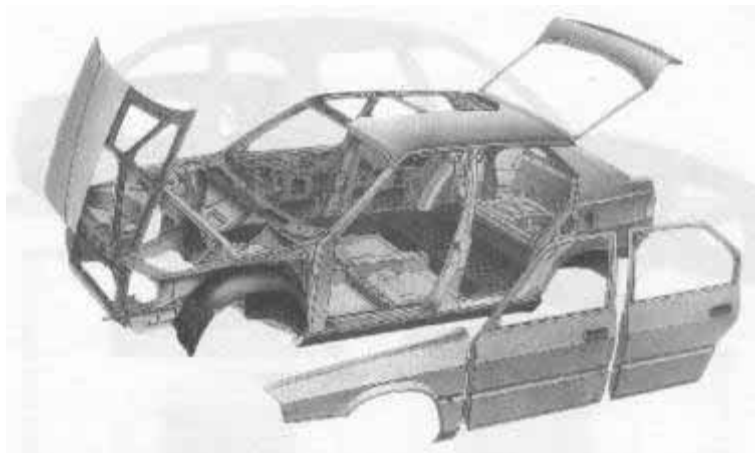
Altzairu berrien merkatuan etengabeko eboluzioa dago, orokorrean, eta ideia berriak aurkezten dira denbora-epe laburretan. Altzairu-kontsumitzaileen lehentasunak modeloen bizitzan zehar aldatzen direnez fabrikazio-ideia zaharrak lan-metodo oso berriekin nahasten dira.

► EMA altzairuekin fabrikatutako elementuak

EMA altzairuekin fabrikatzen diren elementu ohikoenak honakoak dira (1.33. irudia):

- ✓ Luzerarako habe-euskarriak
- ✓ Luzetarako habe-errefortzuak
- ✓ Argi-toki txapa
- ✓ Zoruaren errefortzua
- ✓ Segurtasun-uhalaren ainguraketaren atzeko errefortzuak
- ✓ Xasisaren atzeko errefortzua
- ✓ Xasisaren alboko errefortzua
- ✓ Aurreko atearen euste-tirantea

- ✓ Banden euste-txapa
- ✓ Atzeko zeharraga
- ✓ Bandak
- ✓ Atzeko atearen errefortzua
- ✓ Atzeko atearen euste-tirantea
- ✓ Aurreko atearen errefortzua
- ✓ Banden errefortzua



1.33. irudia. EMA altzairuekin fabrikatutako piezak.

► ULSAB teknologia

Altzairua materialik ekologikoena da, produkzio- eta erabiltze-prozesuetan ingurumena gutxien kaltetzen duena, eta gainera, berrerabilgarria da. Haren aukera guztiak aprobetxatuz gero segurtasun neurri handiak ematen ditu.

Altzairuarekin burutu den proiekturik garrantzitsuenetako bat USLAB (*Ultralight Steel Auto Body*) izenekoa da, *Porsche Engineering Services*-ek garatu duena munduko altzairu-ekoizle nagusientzat.

Hainbat eta oso berriak dira proiektu horren arrakastaren gakoak, ibilgailu berri baten garapenaren arlo guztietan kokatzen direnak, sortze-fasetik hasi eta fabrikazio-faseraino. Lan-metodo berri eta fidagarrien entseguak egiten dira, modelo berrien irteera-denbora gutxitzen dutenak. Era horretan, zurruntasun-azterketak eta talka-entseguak egin zituzten lehenengo aldiz diseinu-fasean informatika-ekipo indartsuak erabilia. *Porsche Engineering Services*-ek diseinugile, estapanazio egile, trokelgile eta siderurgikoekin harremanetan egin zuen lan, eta horrek ahalbidetu egin zuen arlo guzti horietako ezagutza elkartzea eta prozesu guztiak optimizatzea.

Proiektu hau oinarritzen deneko zutabe nagusia materialen erabilera hobe izan daiteke, batez ere elastikotasun-muga altuko altzairuena; eta horri gehitu beharra dago laser-soldadura-teknologiaren laguntza, *Tailored Blanks*-en gauzatzea, tutu-hidrokonfomazioa, hidroestapanazioa, eta abar.

Emitza (1.34. irudia) karrozeria merkeagoa eta egungo bataz besteko modeloa baino %25 arinagoa eta %80 zurrunagoa da, eta erantzun hobe ematen du zerbitzuan egitura-segurtasun handiagoarengatik.

Burdinarik ez duten metalak eta aleazio arinak

Automobilgintzan etengabeko ikerketa egiten da ibilgailuen ezaugarriak hobetu eta kontsumoa gutxitzeko asmoz. Lan horretan, erabakigarria da pisu osoa gutxitzea, eta horregatik erabiltzen dira antzeko erresistentzia duten material arinagoak, mugitzeko edo balaztatzeke energia gutxiago behar izateko. Hori dela eta, besteak beste, sartu dira aleazio arinak eta material sintetikoak, adibidez aluminioa, magnesioa eta titanioa, erabili ohi ziren material pisuagoen ordez.



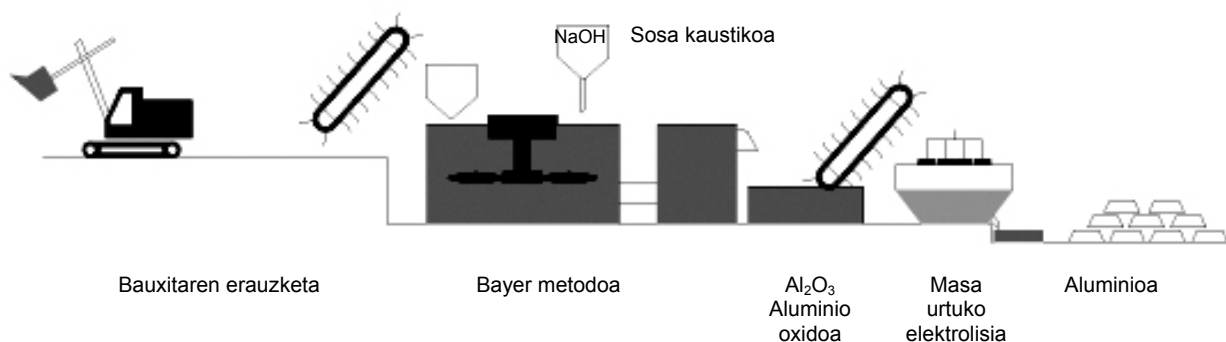
1.34. irudia. Altzairu ultra-arinez egindako karrozeria.

► **Aluminioa**

Aluminioaren ezaugarri nagusiak, altzairuarekin alderatuz, arintasuna eta korrosioarekiko erresistentzia dira. Hala ere, haren ezaugarri mekanikoak ez dira altzairuarenak bezain onak. Adibidez, aluminioaren elastikotasun-modulua 70 GPa-koa da, altzairuarena baino hiru aldiz altuagoa gutxi gorabehera. Haren elastikotasun-mugaren erresistentzia, bestalde, 1.500 kg/cm³ ingurukoa da, eta altzairu arrunt batena 2.600 kg/cm³-koa. Era berean, trakzio bidezko hausturekiko erresistentzia 2.000 kg/cm³-koa da, eta altzairuarena, aldiz, 4.200 kg/cm³-koa. Horrek guztiak hau esan nahi du: materialaren lodierak altzairuz egindako pieza batenak baino handiagoa izan behar duela antzeko portaera mekanikoa lortzeko. Hala ere, pisua nabarmen gutxitzea lortzen da materialaren arintasuna dela eta.

Edozelan ere, posible da aluminio puruaren ezaugarriak hobetzea beste elementu batzuen kantitate txikiekin aleatuz gero. Horrek amaierako kostua handitzea dakarren arren, lodierak txikitzea eta pisua gutxitzea ere badakar.

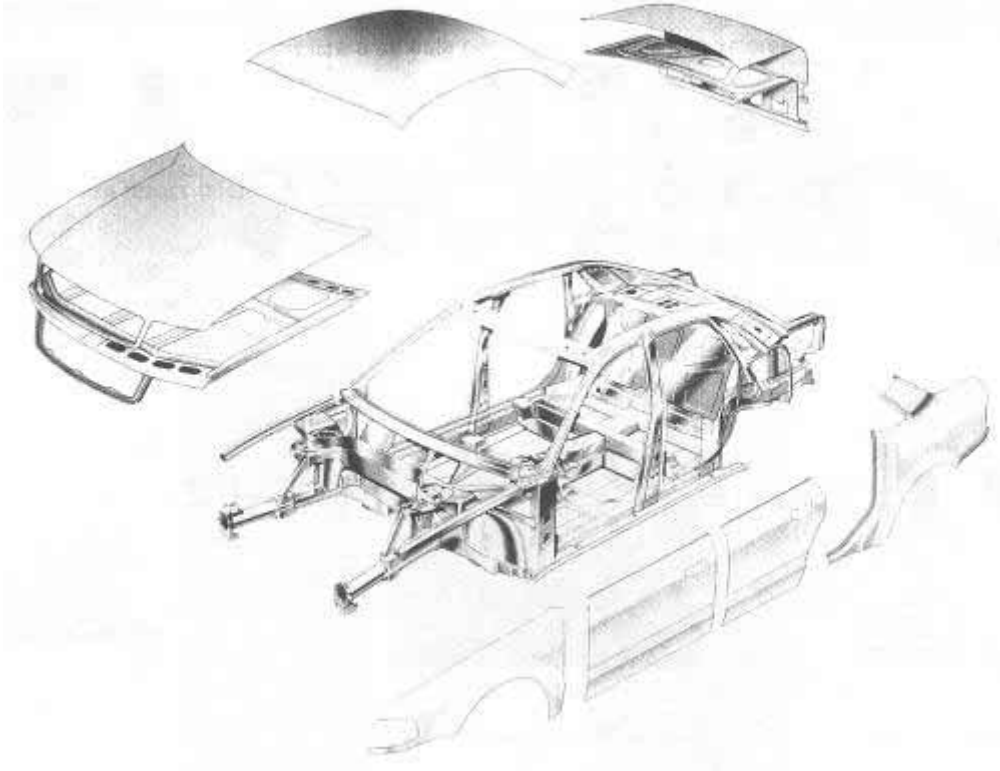
Aluminioaren lehengaia bauxita da. Izen hori hartzen du aurkitutako lekua dela eta (Les Baux, Frantziako hegoaldean) eta batez ere atari zabaleko ustiapenetan lortzen da. Kare eta silikatozko arroken higaduraz sortzen da kondizio klimatiko egokietan. Bauxitatik aluminio oxidoa lortzen da, sosa kaustikoa erabiliz burutzen den disgregazio-prozedura baten bidez. Prozesu kimiko horri Bayer Metodoa deritso. Aluminio oxidotik aluminio metalurgikoa lortzen da masa urtuko prozedura elektrolitiko baten bitartez. Ondoren, magnesioa eta silizioa (besteak beste) gehitu ostean, kalitate handiko aluminio-aleazioak lortzen dira. Altzairuaren ostean gehien erabiltzen den materiala da gaur egun.



1.35. irudia. Aluminioaren erauzketa- eta fabrikazio-prozesua.

Aluminioa kolore gris-zuriko metal distiratsua da, 2,70 gr/cm³-ko dentsitatea eta 660°C-ko fusio-puntua duena. Arina, harikorra eta xaflakorra da, eta bero- eta elektrizitate-eroale oso ona da. Erraz molde-dea daiteke.

Oxigenoarekin afinitate handia duen arren, aldagaitza da airean, oxido-geruza mehe batez (alumina) estaltzen baita (gainerako masa babestu egiten du oxidazioaren erasoetik). Ekidin beharra dago aluminioa eta metal nobleagoen arteko kontaktua, alumina-geruza babeslea desegiten duten pare galvanikoak sortzen baitira, eta ondorioz, korrosio gogorra pairatzen baitu.



1.36. Aluminiozko karrozeria.

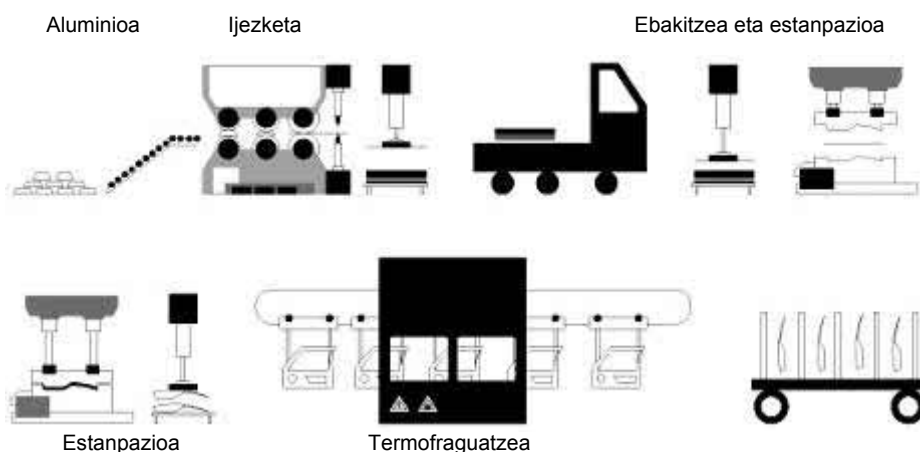
► Aluminioaren abantailak

- ✓ Aluminioak altzairuaren pisu espezifikoaren 1/3 baino ez du, eta hori dela eta energia aurrezten da eta segurtasun aktiboa hobetu egiten da.
- ✓ Airean dagoen oxigenoarekin batera oxido-geruza mehea sortzen du, etengabe berriztatzen dena eta materialaren beste kalteekiko babesten duena.
- ✓ Aluminio-aleazioak erraz birzikla daitezke altzairuak baino energia gutxiago erabiliz. Batzuetan ia % 100a ere birzikla daiteke.
- ✓ Materiala ez da toxikoa.
- ✓ Zurruntasun-balio egokiak ditu.
- ✓ Aire zabalean eta itsas urarekiko erresistentzia kimiko ona du.
- ✓ Konformazio ona du.
- ✓ Oso egokia da lotura soldatuko lanetarako.

► **Aluminiozko txapazko piezen konformazioa**

Azaldutako metodoen bitartez aluminioa lortu eta estekatzaille egokiekin aleatuta, behin betiko forma eman behar zaio.

Konformazioa fase bitan burutzen da. Lehenengo beharrezkoa da material gordina ijezte. Horretarako ijezketa mailakatua egiten da, beharrezko txapa-lodiera lortu arte. Ondoren aurreikusitako forma ematen zaie txapei ebakitze eta estanzazio bidez. Estanzazioa eginda, aluminio-piezak oraindik bigunak dira, eta horregatik gogortasuna handitu egin behar zaie termofraguatzeko-prozesu bat burututa. Termofraguatzek estekatzailleak aluminioarekin nahastea eragiten du, eta horrek egitura atomikoaren aurretiko tentsioa eta gogortasun handiagoa ematen ditu.



1.37. irudia. Aluminio-piezen konformazioa.

Eragozpen nagusiak honako hauek dira:

- ✓ Mailuarekin burutzen diren lan orokorretan (mailukatzea, tinkatzea, tiratzea, etab.) kontuan hartu behar da aluminioa metal nahiko biguna izanik, etengabe kolpatzeak erraz eragin ditzakeela nahi gabeko luzapenak.
- ✓ Soldatze-lanetan beharrezkoa da normalean baino intentsitate altuagoa duen tresneria edukitzea, aluminioak eroankortasun termiko handia baitu, eta horrek zaildu egiten du denbora-tarte egokian kokatzea bero-puntu bat materialaren fusioa lortzeko. Horri gehitu egin behar zaio eroankortasun elektriko handia dela eta, erresistentzia elektriko txikia duenez, erresistentzia-puntu bidezko soldadura-prozesuan sortzen den beroa ere ez dela nahikoa materialaren fusioa lortzeko, eta horregatik beharrezkoa da ezarritako intentsitatea nabarmen handitzea (Joule-ren legea).
- ✓ Luzatze-eragiketatan, altzairuak baino erresistentzia txikiagoa duenez, kontrol zorrotzarekin ezarri behar dira deformazioak gutxitzeko esfortzuak.

Automobilean aluminioa erabiltzen da, batez ere talde moto-propultsailearen osagaien fabrikazioan, hala nola kulatak, karkasak, kolektoreak, hagnak eta abar egiteko. Karrozeriari dagokionez, haren erabilera kanpo-panel batzuek fabrikatzera mugatu izan da, baina gaur egun hainbat automobilgilek karrozeria osoa egiten dute aluminioz.

Eransketa-metal erabilienak honako hauek dira: kobrea, silizioa, nikela, titanioa, kromoa eta, batzuetan, kobaltoa. Hainbat ezaugarri mekaniko hobetzeko erabiltzen dira, adibidez: elastikotasun-muga, trakzio-erresistentzia eta gogortasuna; gutxitu egiten dituzte, bestalde, besteak beste: harikortasuna, korrosioa-erresistentzia, zailtasuna eta eroankortasun termikoa eta elektrikoa.

► Birziklapena



1.38. irudia. Aluminiozko karrozeria duen ibilgailua.

Aluminiozko karrozeriak erraz berrerabil eta birprozesatu daitezke. Aluminio primarioa lortzeko erabiltzen den energiaren % 5 baino ez da behar birziklapenerako, eta gainera askotan birzikla daiteke hasierako ezaugarriak galdu gabe.

Ingurumen-arloan, aluminiozko karrozeriek honako abantaila hauek dituzte altzairuzkoekin alderatuz gero (1.39 eta 1.38 irudiak):

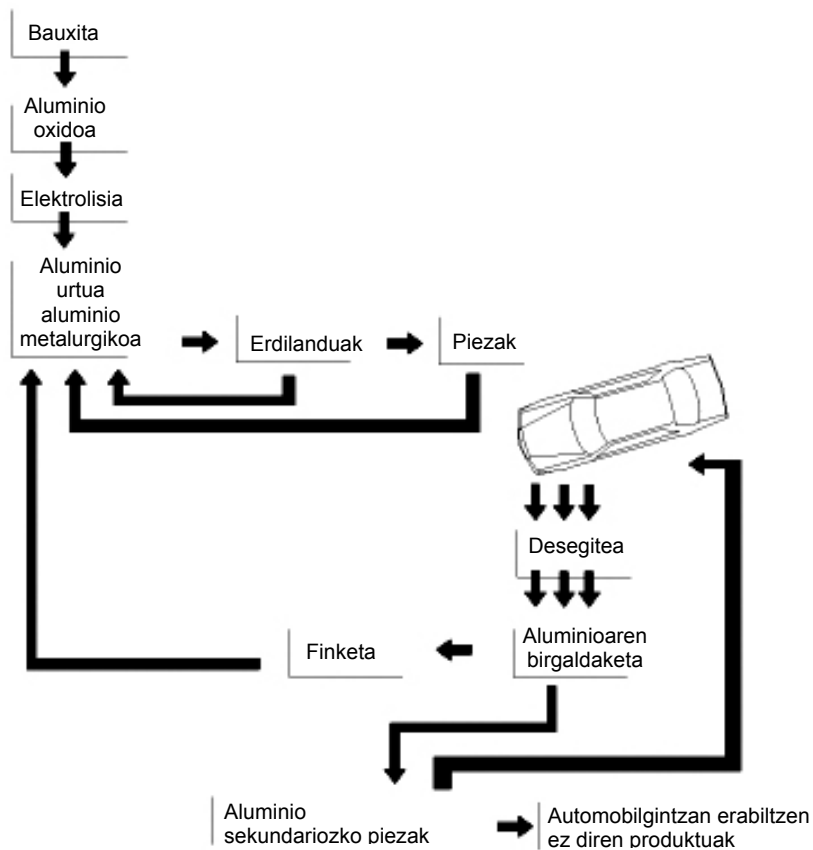
- ✓ Energia-aurrezpen handia fabrikazioan material birziklatuak erabiltzen direnean.
- ✓ Erregai-kontsumo txikiagoa.
- ✓ CO₂-emisio gutxiago.

► Magnesioa

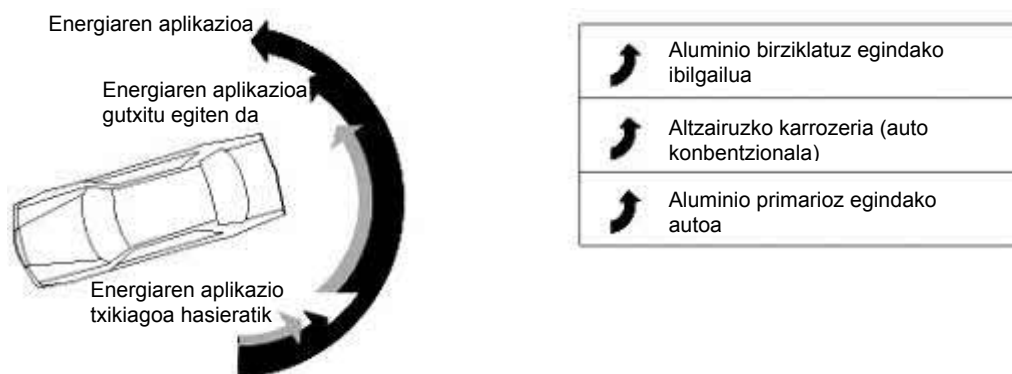
Magnesioa kolore zuriko metala da, eta arintasun aparta izaten da haren ezaugarri nagusia. Dentsitatea 1,74 g/cm³-koa, fusio-puntua 650 °C-koa eta zurruntasun ezin hobea ditu, eta horrek guztiak pisu-gutxitze nabarmena dakar. Erraz lantzen eta moldatzen da, eta, ondorioz, egokia da pieza konplexuak diseinatzeke. Desabantaila nagusia haren produkzio-kostu altua da.

► **Magnesio-piezen formak**

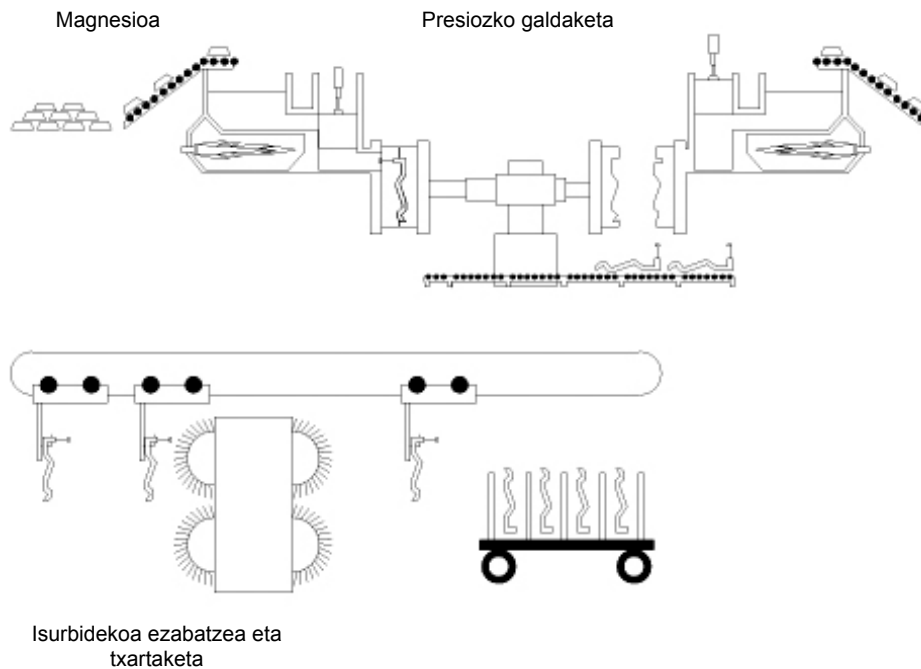
Lortutako magnesioa, aluminioa bezala, nahastu egiten da haren galdaketarako ezaugarriak nabarmen hobetzen dituzten estekatzaileekin. Horren ondoren, urtutako magnesio-aleazioa presio eta abiadura handitan injektatzen da molde batean. Urtutako pieza moldean hozten da eta kanporatu egiten da moldearen alde biak bananduta. Eragiketa horretan moldea ez da apurtzen eta hurrengo piezetarako erabil daiteke (1.41 irudia).



1.39. irudia. Produkzio- eta birziklapen-prozedura.



1.40. irudia. Energia-aurrezpena aluminioaren erabileragatik.



1.41. irudia. Magnesioaren fabrikazio-prozesua.

► Titanioa

Titanioaren fusio-puntua $1.655\text{ }^{\circ}\text{C}$ -koa da eta dentsitatea $4,51\text{ g/cm}^3$ -koa. Altzairu onenen antzeko erresistentzia du dentsitate erdiarekin (gutxi gorabehera), eta horrek pisu-gutxitze handia eragiten du.

Haren erauzketa eta prozesatzea altzairuarena baino garestiagoa dira, eta baita tratamendu industrialak ere, duen gogortasun handiak zaildu egiten baitu mekanizazioa. Titanioaren desabantailarik handiena produkzio-kostu altua izatea da.

Material plastikoak

► Sarrera

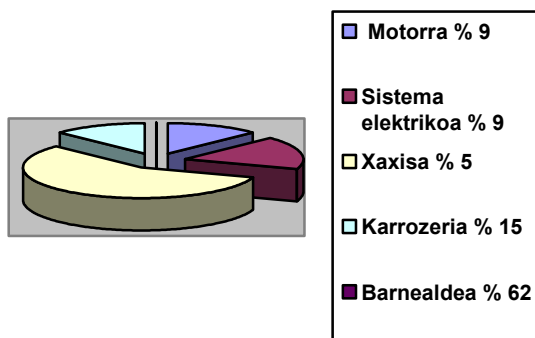
Gaur egun kalean dabilzan ibilgailuak ikusita bakarrik, nabarmena da plastikoek automobiletan duten garrantzia eta nola baztertu dituzten material klasikoak duela urte batzuk pentsaezinak ziren erabilpenetan. Eta hori ez da automobiletan bakarrik gertatu, baita egungo gizartean dauden produktu ugarietan ere.

Automobilaren atal jakin batean erabiltzeko plastiko-mota bat aukeratzekoan, kontuan hartu behar dira, adibidez, jasango dituen esfortzu mekanikoak, kostuan eragingo duen fabrikazio-erraztasuna, eragile atmosferikoekiko erresistentzia, ezaugarri estetikoaren iraupena, birziklatzeko aukera, eta abar.

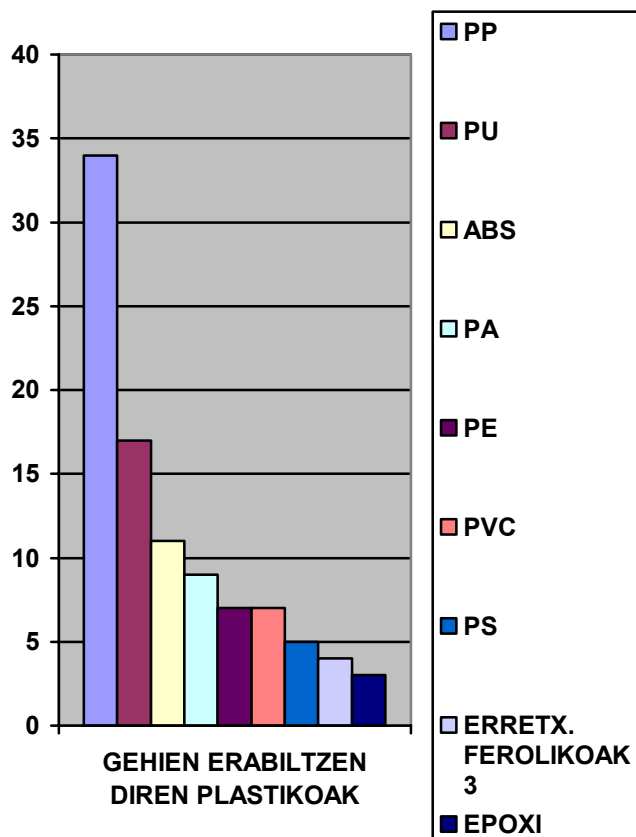
1.42 irudian automobilean plastikoa nola banatzen den ikus daiteke. Plastikoen gehienak ibilgailuaren barnealdean daude: aginte-mahaian, pultsadoretan, paneletan, aginteetan, eta abarretan.

Haien aplikazioa oso zabala da karrozerian: kolpe-leungailuak, atek, kapotak, elementu apaingarriak (adibidez estriboak, spoilerrak eta aleroiak) eta abar egiten dira.

1.43 irudian automobilgileek zer-nolako plastikoen motak nahiago dituzten ikus daiteke. Polipropilenoa (PP) da gehien erabiltzen den plastikoa, haren ezaugarri bikainak eta birziklapen erraza direla eta.



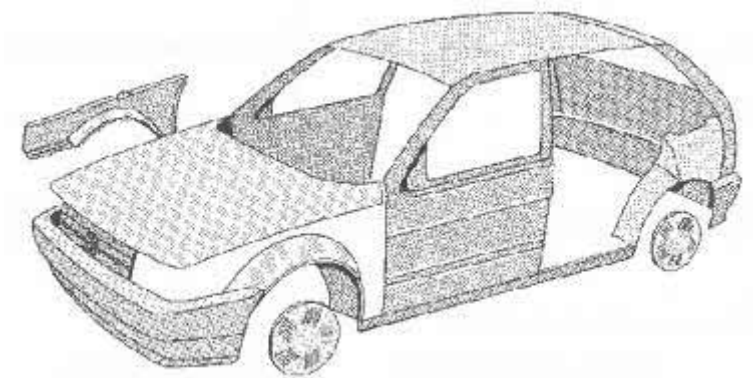
1.42. irudia. Plastikoen banaketa automobilean.



1.43. irudia. Automobilean gehien erabiltzen diren plastikoen motak.

Automobilgileek plastikoa ugari erabiltzeko arrazoi nagusiak honako hauek izan dira:

- ✓ Pisu-gutxitzea, % 17-% 50 bitartekoa izan daiteke, eta horrela ibilgailuaren amaierako ezau-garriak hobetzea lortzen dira.
- ✓ Fabrikazio-kostua gutxitzea.
- ✓ Marruskadurarekiko erresistentzia-handitzea (kojineteak eta zorroak).
- ✓ Talka-absortzioa deformatu gabe (talka-leungailuak eta karrozeriaren beste elementu batzuk).
- ✓ Produktu kimiko eta korrosioarekiko erresistentzia (erregai- eta hozte- zirkuituaren espantsio-tanga), eta abar.
- ✓ Margotzeko aukera.
- ✓ Beste material batzuekin nahastea, ibilgailuaren estetika hobetzeko.
- ✓ Konformazio-aukera (itxura optiko hobea eta airerekiko erresistentzia txikiagoa).



1.44. irudia. Ibilgailu baten plastikozko kanpo-osagaiak. Irudiak bildu egiten ditu dagoeneko karrozeriaren fabrikazioan erabiltzen diren edo aurki erabiltzeko asmoa dagoen plastikozko osagaiak.

Automobilaren osagaien fabrikazioan erabiltzen diren material plastikoak

Plastikoak honela sailka daitezke haien barne-egituraren arabera

- ✓ Termoplastikoak
- ✓ Termoegonkorrak
- ✓ Elastomeroak

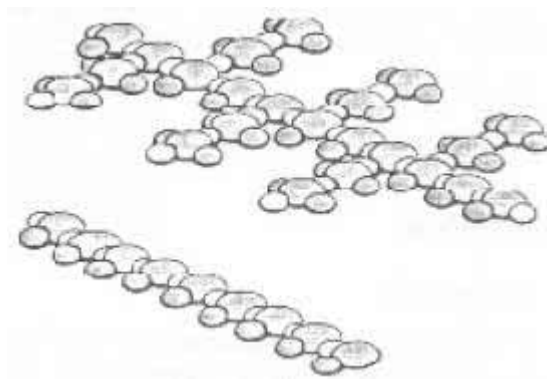
Termoplastikoak

Produktu termoplastikoak makromolekula linealez edo adarkatuez osatuta daude, eta ez gurutzatuez (1.45 irudia). Oro har, gogorrak dira hotzean eta berotuta bigundu eta jariatu egiten dira.

Haien ezaugarri mekanikoak polimerizazio-mailaren eta prestaketa-prozesu mekanikoaren menpekoak dira hein handi batean. Prozesu horretan molekulak lerrotatu eta orientatu egin daitezke (adibidez trefilaketan edo estrusioan), zuntz-norabide jakin batean orientatutako elkartze erregularrak lortzeko.

Forma emateko berotze-prozesua, eta ondorengo hoztea lortu nahi den forman gogor daitezen, behin eta berriro errepika daiteke.

Termoplastikoak dira polietilenoa (PE), polibinil kloruroa (PVC), poliesterola (PS), polipropilenoa (PP), eta abar.



1.45 irudia. Termoplastikoen makromolekulen formak: linealak eta gurutzatuak.

► Automobileren gehien erabiltzen diren termoplastikoak

ABS (Akrilonitrilo-butadieno-estirenoa)

Propietateak:

Propietate onak ditu zurruntasun, zailtasun, dimentsio-egonkortasun, gai kimikoekiko erresistentzia eta gainazalen kalitate onari dagokienez.

Erabilerak:

Kalandrak eta saretak, aginte-mahaien egiturak, abatz-estalkiak, spoilerrak eta ertz-babesak, motoen karnajeak, eta abar.

ALPHA (ABS-polikarbonatoa)

Propietateak:

Propietate mekaniko eta termiko onak; gogorra da, talkekiko erresistentea eta dimentsio-egonkortasun ona du.

Erabilerak:

Spoilerrak eta ertz-babesak, kanalizazioak, saretak, eta abar.

PA (Poliamida)

Propietateak:

Nylon izenez ere ezaguna, dentsitate desberdinekin fabrikatzen da. Zaila, higadurarekiko eta disolbatzaile arruntekiko erresistentea da.

Erabilerak:

Saretak, barne-estaldurak, erradiadoreak, eta abar.

PC (Polikarbonatoa)

Propietateak:

Material zurrunka eta gogorrak dira, talkekiko erresistentzia bikaina dutenak; dimentsioari dagokionez egonkorak eta aire zabalerako eta beroarekiko erresistenteak dira. Sukoia da, baina berez itzal daiteke.

Erabilerak:

Kolpe-leungailuak, estaldurak, motoen karenaiek, eta abar.

PE (Polietilenoa)

Propietateak:

Gehien ekoizten den polimeroa da. Gai kimikoekiko eta tenperatura altuekiko erresistentea, trakzio- eta talka- erresistentzia ere handia du. Isolatzaile elektriko onenetakoa da.

Mota bitan sailka daitezke erabilitako polimerizazio-prozeduraren arabera:

Dentsitate baxuko polietilenoa (LDPE). Zenbait malgutasun-maila izan ditzake lodieraren arabera, baina ez da inoiz zurrunka (erretikulatua ez bada). Erresistentzia handia du eragile kimikoekiko, egonkortasun termiko ona du eta ez da toxikoa. Oso ondo egokitzen da estrusioan eta injekzioan.

Dentsitate altuko polietilenoa (HDPE). Zurrunka da, tenperatura altuekiko erresistentzia handia du.

Erabilerak:

Bateriak, kolpe-leungailuak, barne-estaldurak, eta abar.

PP (Polipropilenoa)

Propietateak:

PE-ren aplikazio berdinak ditu. Gainera, hark baino portaera hobea du tenperatura altuetan, baina txaragoa tenperatura baxuetan. Isolatzaile ona da, eta oso erresistentea trakzioarekiko eta urradurarekiko. Erraz kolorezta daiteke.

Erabilerak:

Polietilenoaren antzekoak. Automobilgintzan gehien erabiltzen den plastikoa da.

PP-EPDM (Etileno-propileno-dieno monomeroa)

Propietateak:

Elastikoa da eta erraz xurgatzen ditu talkak, tenperaturarekiko erresistentea da eta propietate elektriko onak ditu. Azidoekiko eta disolbatzaileekiko erresistentea.

Erabilerak:

Kolpe-leungailuak, kanpo- eta barne-estaldurak, spoilerrak, ertz-babesak.

PVC (Polibinil kloruroa)

Propietateak:

Denbora eta hezetasunarekiko erresistentea, baina ez tenperaturarekiko, eta horregatik hainbat egonkortzaile gehitu behar zaizkio; egonkorra da dimentsioari dagokionez, erraz kolorezta daiteke eta azido gehienekiko erresistentea da. Deskonposatzen denean hidrogeno klorurozko kea askatzen du (agente kartzinogenoa).

Erabilerak:

Autokarren zoruak, kable elektrikoak, eta abar.

XENOY (PC-PBTP) (Polikarbonatoa, poliester termoplastikoa)

Propietateak:

Egitura zurruna dute, elastikoak dira eta talkekiko erresistentzia handia dute.

Erabilerak:

Kolpe-leungailuak, saretak, gurpil-paseen estaldurak, eta abar.

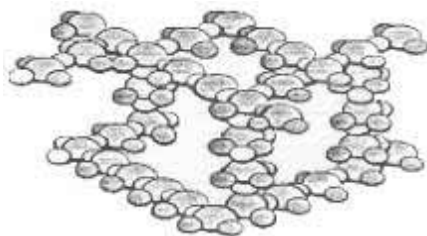
Termoegonkorrak edo termogogorgarriak

Haien makromolekulek sare itxia eratzen dute, eta hori dela eta zurrunak, disolbaezinak eta urtuezinak dira.

Horrela deritze berotzean egitura-aldaketarik izaten ez dutelako; ez dira biguntzen, eta ez dira jariatzen presioaren edo beroaren eraginpean jarriz gero, deskonposatze tenperaturara heltzen ez bada.

Haien fabrikazio-prozesuan, kondentsazioa erreakzio-hasierako zenbait nukleotatik abiatzen da, eta norabide guztietarantz zabaltzen da nukleo bakoitzetik. Horregatik egitura amorfoa dute, baina sare este-reoez osatua.

Termoegonkorren artean (termogogorgarri ere deritzenak) hauek daude: fenol-erretxinak, alkil-erretxinak, poliester-erretxina asegabeak, epoxi-erretxinak, eta abar.



1.46. irudia. Termoegonkorren makromolekulen formak.

► Automobilean gehien erabiltzen diren termoegonkorrak

Termoegonkorrak zurruntasun handiko plastikoak dira, deformazioarekiko erresistentzia handikoak eta pisu gutxiak. Horregatik, kanpo-paneletan erabiltzeko egokiak dira.

GU-P (beira-zuntzarekin sendotutako poliester-erretxinak)

Propietateak:

Zurrunak, arinak eta propietate mekaniko onekoak dira.

Erabilerak:

Ate, kapot, isotermo, motoen karenaje eta, oro har, karrozeriaren kanpoaldean erabiltzen dira.

GFK (beira-zuntzarekin sendotutako plastikoak)

Propietateak:

Erretxina termogogorgarri batez eta beira-zuntzez eratutako egitura dute. Indar handikoak dira, korroigaitzak, aire zabalean erresistenteak eta eroankortasun termiko txikikoak. Erabilitako erretxinak poliesterrak, epoxi eta fenolikoak izan daitezke. Zuntzak dituztenez, ezin dira soldatu, baina konpondu egin daitezke.

Erabilerak:

Kolpe-leungailuak, kanalizazioak, aginte-mahaiak, eta abar.

EP (Epoxi-do) epoxi erretxina

Propietateak:

Gogorrak eta korrosioarekiko eta gai kimikoekiko erresistenteak dira eta ez dira uzurtzn. Bi osagai dituzte, elkarturik gogortasuna eragiten dutenak. Oso narritagarriak izan daitezke azalarentzat.

Erabilerak:

Metalen eta erretxina sintetiko gehienen itsasgarri moduan erabiltzen da.

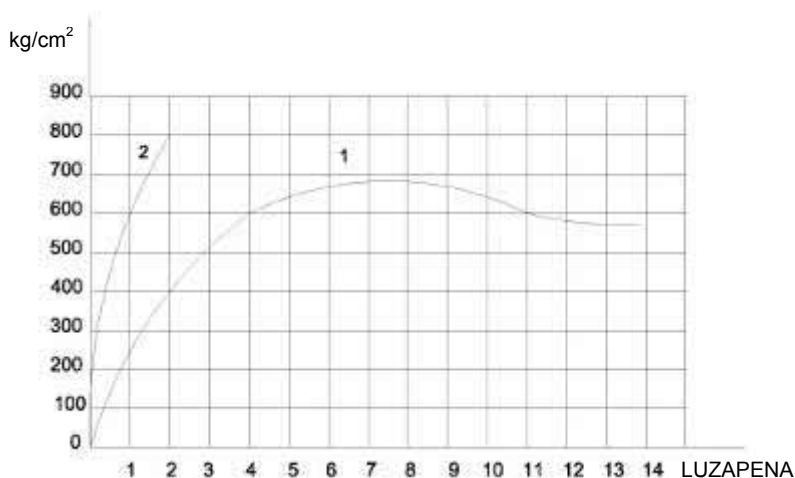
Plastiko indartuen eta beste material batzuen propietateen konparazioa.

Plastiko indartuen eta beste material batzuen propietateen konparazioa				
Materialak	Pisu espezifikoak	Trakzio-erresistentzia * 10 kg/cm ²	Young-en modulua * 10 kg/cm ²	Erresistentzia espezifikoak * 10
Poliesterra, beira-ehuna	1.7	3.5	0.196	29.4
Altzairua	7.8	8.75	02.03	16
Duraluminioa	2.8	4.55	0.7	23.2
Intxaurra	0.8	1.4	0.161	25

2. koadroa.

Errefortzuak eragin handia eta konplexua du materia plastikoaren portaeran.

Elkarrekintza fisiko-kimikoa gertatzen da materia plastikoa eta zuntzaren artean, eta horrek lortzen den materialaren propietate mekanikoak nabarmen gehitzen ditu: modulu elastikoa, trakzio- eta konpresio-erresistentzia, erresilientzia hozkarekin eta erresistentzia termikoa (1.47 irudia).



1.47. irudia. Errefortzurik gabeko materia plastiko baten eta % 30eko beira-zuntzeko errefortzuarekin, trakzio-erresistentziaren grafikoa.

1 kurba errefortzurik gabeko materia plastikoari dagokio, eta esfortzu-maila batera helduta materialak erresistentzia izateari utzi egiten dio eta nabarmen luzatzen da, haustura-puntua iritsi arte.

2 kurbak, % 30eko beira-zuntzeko errefortzua duen materia plastikoaren kurbak, erakusten du errefortzuak materialaren haustura-puntua altxatzeaz gain, batez ere zurruntasun handiagoa eman diola (materiala ez da ia luzatzen, hau da, ez da deformatzen).

1.8 Fabrikazio-teknika berriak

Gaur egun, ohiko fabrikazio- eta muntaia-teknikak fabrikazio-kontzeptu berriekin osatzeko joera dago, abantaila garrantzitsuak dituztelako, batez ere ibilgailuaren pisuari eta egitura-erresistentziari dagokionez (1.31 irudia)

- ✓ **Tailored blank.** Pieza bakarreko osagaiak dira (neurritako egindako estanzazio-garapenak), lodiera, estaldura eta zenbait erresistentzia-mailatako altzairuak nahasten dituen diseinu konplexua dutenak. Horrek segurtasun-maila hobea, pisuaren eta osagai-kopuruaren gutxitze garrantzitsua, zehaztasun handiagoa eta fabrikazio-denboraren laburtzea ditu berekin, eta aldi berean diseinua aukerak zabaldu egiten ditu. Altzairuak soldatu egiten dira (normalean laser bidez) pieza konformatzeko abiapuntu izango den garapen bakarra lortzeko. Teknika horren bitartez diseinu-ingeniariak gai dira altzairuak pieza barruan zehatz kokatzeko, bereziki haien ezaugarriak gehien behar diren lekuetan, osotasunaren ezaugarriei ezer ematen ez dion edozein masa kentzeko. Horrela sortzen diren osagaiek egitura-funtzioa optimizatzeko gaitasuna dute, xurgatze-prozesu mailakatuagoa eta eraginkorragoa bermatuz, eta hori guztia askoz ohiko osagaiekin alderatuz pisu txikiagorekin eta errefortzuak erabiltzeko beharrik gabe.
- ✓ **Hidrokonformazioa.** Teknika honen bitartez forma konplexuak fabrikatzen dira karrozeriak sekzio itxia eratzen duten guneen tutu-formako osagaietan (adibidez luzetarako habeak, muntagak, zehararak, eta abar). Hidrokonformazio-prozesuan altzairuzko txapazko tutu zuzen baten hedapena egiten da tutuari eman nahi zaion forma duen trokel itxi batean (moldea). Ondoren presio handiz ura sartzen da tutuaren barnealdean moldearen hormen kontra bultzatzeko, eta horrela lortu nahi den forma ematen zaio tutuari. Prozedura horrek dimentsio-egonkortasun handia eta piezaren elastikotasun-muga altura ematen du, hotzean burutzen baita lan-prozesua. Era berean, teknika horrek pieza sinpleak lortzea ahalbidetzen du, bestela azpimultzo batean estanzatutako eta erresistentziaz soldatutako hainbat pieza nahastuz lortu beharko lirakekeenak. Sabaiko luzetarako habeak erreferentziatzat hartuta, hidrokonformazioak modu desberdin bitan lortzen du pisua gutxitzea:
 - Piezaren sekzioaren tamaina ahal bezain beste baliatzen da soldadura-erlantz txikiak erabiltzeko beharrik ez dagoelako.
 - Sabaiko luzetarako habe konformatuak askoz era eraginkorragoan banatzen ditu zamak, eta horrela material beharrik ezabatu egiten ditu karrozeriaren beste gune batzuetan eta oinarritzko zama-bidea ematen die egitura-ezaugarriei eta talkako energia-eroankortasunari.

- ✓ **Altzairuzko sandwicha.** Material honek nukleo termoplastiko bat du (normalean polipropilenoa) lodiera txikiko estaldura bi dituen sandwich batean. Horren bidez pisu-gutxitze nabarmena lortzen da (altzairu homogeneo baten sekzio baliokidea baino % 50 arinagoa izan daiteke) ezaugarriei erasan gabe.



1.48. irudia.

Autoebaluazioa

- ✓ Egin ibilgailuaren fabrikazioan dagoen fase bakoitzaren deskribapen labur bat.
- ✓ Zein faktore hartzen dira kontuan ibilgailu baten kanpoko neurriak aldeztu aurretik zehazteko?
- ✓ Zeintzuk dira kanpo- eta barne-formen diseinuaren baldintzatzaile teknikoak?
- ✓ Deskribatu diseinu batek izan behar dituen ezaugarri orokorrak.
- ✓ Aipatu automobil baten fabrikazioan erabiltzen diren material-motak.
- ✓ Deskribatu elastikotasun-muga altuko altzairu-motak.
- ✓ Zein abantaila eta desabantaila ditu automobilean material arinak erabiltzeak?
- ✓ Zein material plastiko mota erabiltzen dira automobilaren fabrikazioan?
- ✓ Zerrendatu erabat material sintetikoak fabrikatzen diren 10 elementu.

Proposatutako ariketak

- ✓ Konparatu honako alderdietan duela hamar urte edo gehiago fabrikatutako ibilgailuak egun fabrikatzen diren ibilgailuekin eta idatzi zure ondorioak:
 - Forma.
 - Kanpoko osagarrien muntaia.
 - Kristalen inklinazioa eta muntaia.
 - Karrozeriaren kanpoko elementuetan erabilitako materialak.
 - Altuera librea zoruarekiko.
 - Marka bereko ibilgailuen antzeko ezaugarriak.
 - Marka eta modelo bereko ibilgailuen neurriak.

- ✓ Identifikatu ibilgailuetan material sintetikoak fabrikatutako elementuak.

- ✓ Identifikatu honako elementu hauek karrozeria biluzi batean:
 - Aurreko eta atzeko luzetarako habeak.
 - Estriboak.
 - A, B, C zutabeak.
 - Eserlekuen zeharragak.
 - Segurtasun-uhalaren ainguraketak.
 - Errefortzuak.

2 KARROZERIAREN ERAIKUNTZA-EZAUGARRIAK

Edukiak

Sarrera

- 2.1. Energia zinetikoaren kontzeptua
- 2.2. Karrozeriaren egitura-kontzeptua
- 2.3. Karrozerien ezaugarriak
- 2.4. Ibilgailu motak, eraikitze eraren arabera
- 2.5. Aerodinamika
- 2.6. *Crash-test-ak*

Helburuak

- ✓ Ibilgailuaren egitura-kontzeptuaren ezaugarri orokorrak aztertzea.
- ✓ Karrozeria eta xasis motak ezagutzea.
- ✓ Formak ibilgailuaren portaera aerodinamikoan duen eragina aztertzea.
- ✓ Koefiziente aerodinamikoak ezagutzea.
- ✓ Karrozeriari erantzen zaizkion elementuek portaera aerodinamikoan duten eragina zehaztea.
- ✓ Neurketa aerodinamikorako erabiltzen diren sistemak eta ekipamenduak zein diren jakitea.
- ✓ Merkaturatu aurretik ibilgailuari egiten zaizkion talka-probak ebaluatzea.
- ✓ Talka mota bakoitzean eragindako kalteak aztertzeko dauden baliabideak zehaztea.

Sarrera

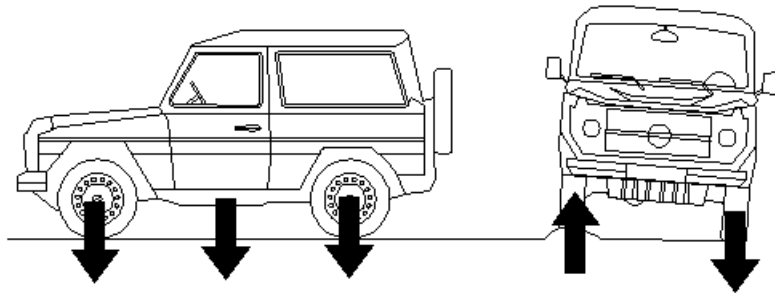
Karrozeriek eboluzio handia izan dute. Hasieran zurruntasuna zen helburu, eta gero fabrikazio mota integratura pasatu ziren.; Xasis batez osatutako elementu sostengagarrian oinarritzen zen, eta zeharkako habeekin lotutako habe bikoitza zuen; Ondoren, karrozeria bera jartzen zitzaion gainean. Gaur egun egitura "autosostengagarria" da nagusi, xasisa eta karrozeria elementu bakar batean integratzen dituen (2.1 irudia).



2.1. irudia.

Karrozeriak diseinatzean, oinarriztat hartzen da honako egitura-esfortzuek sortzen dituzten deformazioei aurre egiteko gai den egitura erresistentea:

- ✓ **Trakziozkoak:** ibilgailuaren martxak eragiten ditu, batez ere azelerazio eta balaztatzeak.
- ✓ **Flexiozkoak:** jasandako pisu osoak eragiten ditu (bidaiariak, zama, organo mekanikoak), bereziki zuzenean aurreko eta atzeko ardatzen gainean eragiten direnak.
- ✓ **Tortziozkoak:** bide-zorua irregularra denean, ardatzen mugimendu bertikalak eragiten ditu.



2.2. irudia.

2.1 Energia zinetikoaren kontzeptua

Mugitzen diren objektu guztiek energia zinetikoa hartzen dute, eta haien masa eta abiaduraren ondorio zuzena da, espresio honetan ikus daiteken moduan:

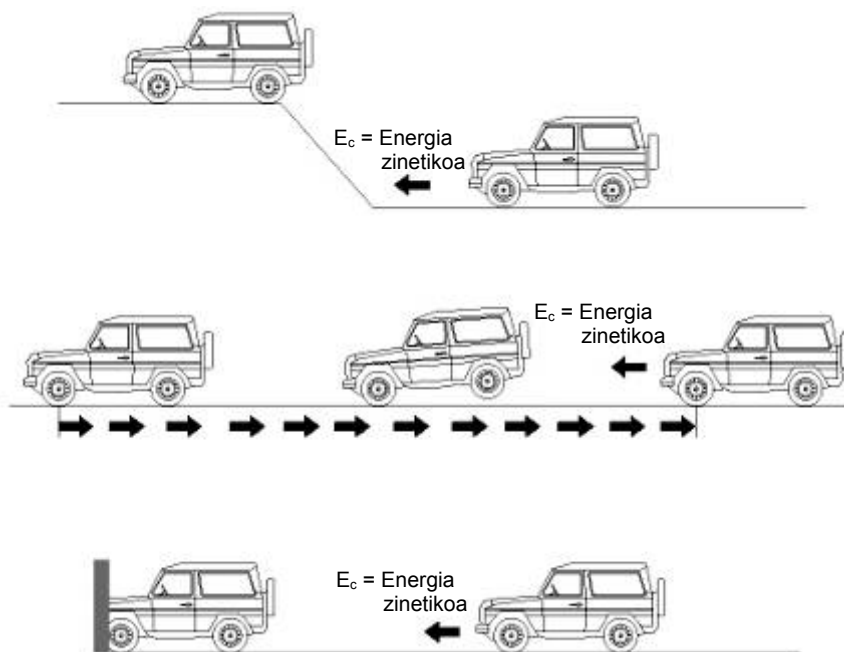
$E_c = \frac{1}{2} m v^2$	<p>E_c = Energia zinetikoa m = Masa v = Abiadura</p>
---------------------------	---

Ekuazio horretan oinarrituta, hainbat ondorio atera daitezke:

- ✓ Beste ibilgailu baten abiadura berdinean mugitzen ibilgailuak, bestearen pisu bikoitza badu, energia zinetiko bikoitza izango du, beste ibilgailuarenaren aldean.
- ✓ Beste ibilgailu baten berdina den ibilgailuak, abiadura bikoitzean mugitzen bada, energia zinetikoa lau aldiz handiagoa izango du.

Energia ez da sortzen ez deuseztatzen, transformatu baizik; printzipio horretan oinarrituta, abiadura gutxitu edo ibilgailua gelditzen denean, energia zinetikoa beste energia-mota bat bihurtzen da, kasuaren arabera (2.3 irudia):

- A. Abiadura aldapa bat igotzeagatik jaisten bada, eraldaketa ibilgailuak pilotzen duen energia potentzial gisa gertatzen da.
- B. Galgen ekintzagatik gertatzen bada, transformazioa ingurunera zabaltzen den bero-energia gisa gertatzen da.
- C. Talka gertatzekotan, energia zinetikoa karrozeriaren deformazio-energia bihurtzen da.



2.3. irudia.

Horretatik ondoriozta daitekeenez, ibilgailuaren egitura oso deformaiezina balitz, talka askoz bortitzagoa izango litzateke. Billarreko bolen efektuaren antzeko efektua gertatuko litzateke, eta ibilgailuak hainbat norabide eta abiaduratan aterako liriateke airean eta, hau garrantzitsuago da, bidaiariek barne- eta kanpolesio gogorrak eragingo litzkiekeen bat-bateko azelerazioak eta dezelerazioak pairatuko lituzkete. Horregatik, beharrezkoa da karrozeriei deformazio-zona programatuak ematea, malgukiaren portaera izan dezaten, hau da: deformazio-gaitasun handiagoa eta energia-absortzio gaitasun handiagoa. Hori guztia egitean, segurtasun-egitura bateratua mantendu behar da bidaiarientzako (bidaiari-lekua).

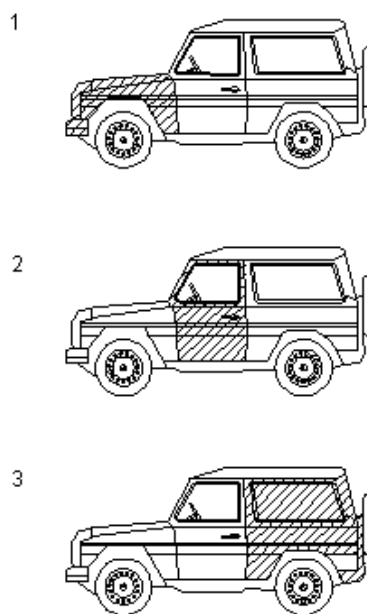
2.2 Karrozeriaren egitura-kontzeptua

Eguno ibilgailuak deformatu ahal izateko diseinatzen dira, egituraren elementu guztiak konektatuz, batzuetatik besteetara transmiti dezaten mugimendua. Egitura-kontzeptuari dagokionez, karrozeriak du ardura talkaren ondorioz eragindako indarrak jasateko eta dezelerazioak bidaiariari eragin diezaien saihesteko, energia xurgatzearekin batera. Horretarako, garbi banatutako hiru gune ditu (talkarekiko portaerari dagokionez).

Aurreko eta atzeko guneek kolpea arintzen dute (energia xurgatuz), akordeoia bezala deformatzen baitira. Bi gune deformagarri bi horien artean bidaiari-lekua dago; ahalik eta zurrunena izan behar du bidaiariak babesteko dituen biziraupeneko bizi-espazioa mantentzeko. Zurruntasunaz gain, beharrezkoa da bidaiari-lekuaren barruan bidaiariak ez egitea topo gune gogorrekin; horretarako, ibilgailuaren barneko piezen parte gogorrei, adibidez tresneria-panelari, bigungarritzat aparra eta pieza plastikoak jartzen zaizkie. Gainera, ezinbestekoa da hainbat elementuen diseinua ona izatea, adibidez pedalena, oinetan eta hanketan kontaktu-lesioen arriskua gutxitzeko. Garrantzitsua da halaber direkzio-zutabeak eta bolanteak osatzen duten unitatea tolestea edo kolapsatzea, gidariaren toraxa kaltetzea saihesteko.

2.4 irudian, gune horietako bakoitza ikusten da:

- ✓ Aurreko modulua (1 irudia). Honen lana erdiko gunea babestea da, talkan sortzen den energia deformazio-energia bihurtuz, energia hori ibilgailuaren barnealdera transmiti dadin saihesteko. Deformazioa era programatu eta mailakatuan gertatzen da gune hauetan, eta kalteak bideratzen dira.
- ✓ Erdiko modulua (2 irudia). Bidaiari-lekua da. Gune hori da karrozeriako zurrunena eta deformaezinena (hein handi edo txikiagoan), bidaiariak babesteko.
- ✓ Atezko modulua (3 irudia). Aurreko modulua erabiltzeko bera du atzeko talka gertatuz gero.

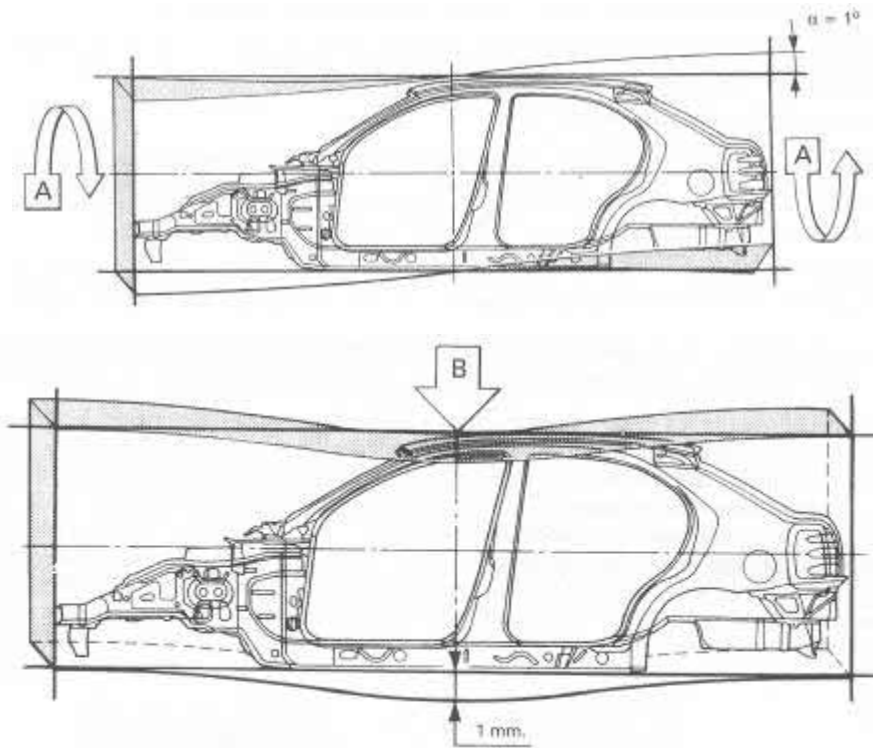


2.4. irudia.

2.3 Karrozerien ezaugarriak

Deskribatutako hiru modulu bakoitzak egitura-funtzio jakina duen arren, haien portaera multzo bakar batean aztertu behar da, karrozeriaren piezen (formak, sekzioak, material mota, fabrikazio-prozesua, erreparatzeko edo ordezkatzeko erraztasuna, eta abar) azterketetan eta kalkuluetan oinarritutako diseinu onena lortzeko, eta hori guztia talka-proba praktikoeekin amaitzeko.

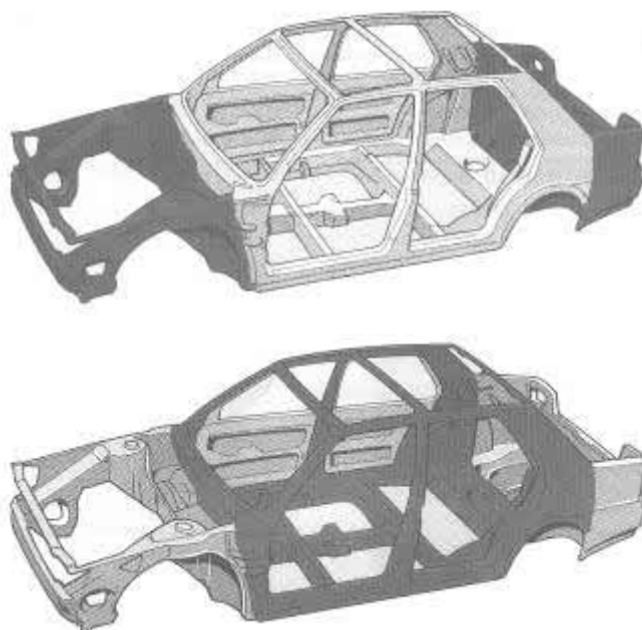
- Bibrazio gutxiago.
- Zarata gutxiago.
- Ateetan eta kapotetan posizioa eta mihizadura-perdoia mantentzea.
- Gidatzea erraztea.
- Erresistentzia handiagoa ibilgailua bide-zoru irregularretan erabiltzen denean gerta daitezken hausturekiko.
- Ibilgailua zurrunagoa izatearen sentrazio handiagoa.



2.6. irudia.

- ✓ **Bibrazioak.** Karrozeriaren bibrazioek, eta baita osagai batzuek (kasurako, esekidura edo ekipo motopropulstzailea) sortzen dituztenak ere, erosotasuna gutxitu dezakete, batez ere erresonantzia sortzen bada. Eragin horiek ezabatzeko edo gutxitzeko, hainbat konponbide dago:
 - Bibrazioa paira dezaketen karrozeriaren elementuek egitura eta geometria egokia izan behar dute, arteken bidez eta horma-lodieraren eta zeharkako sekzioen aldaketen bidez.
 - Intsonorizazio-materialak erabiltzea, adibidez xafla itsaskorrek edo PU aparrak gorputz hutsetan.
 - Goma-takoak eta *silentblocks*-ak erabiltzea errodaje-treanean eta ekipo motopropulstzailean sortutako bibrazioak iragazteko.

- ✓ **Iraunkortasuna.** Hainbat teknika erabiltzen da eraikuntza-ezaugarriak ahalik eta luzaroena aldaezin mantenduko dituen egitura lortzeko:
 - Eraikuntza sendoa eta egonkorra, bereziki kontuan hartzen dituen errodaje-trenaren, direkzioaren eta trakzio multzoaren euste-puntuak; izan ere, horiek dute arrisku handiena xasisen arrailak edo soldadura-guneetan akatsak sortzeko, batez ere flexio- eta tortsio-esfortzuak direla eta.
 - Erraz zahartzen ez diren materialak erabiltzea.
 - Korrosioaren kontrako babes egokia.
- ✓ **Erraz konpontzea.** Erraz konpondu edo aldatzeko aukera izan behar dute kalte txikiak pairatzeko arriskua duten karrozeriaren kanpo-elementuek, osotasunaren zurruntasunean inongo kalterik eragin gabe. Horretarako, beharrezkoa da osagai horiek barrura erraz iristeko modua izatea, baita lotura-gune edo lotura-elementuek ere (torlojuak, soldadura, errematxeak eta abar).
- ✓ **Aerodinamika:** ezinbesteko faktorea da, eta hein handi batean baldintzatzen du ibilgailu baten proiektua. Airearen zirkulazio egokia erabakigarria da honako hauetarako:
 - Kontsumo-ekonomia ona lortzeko.
 - Portaera dinamiko ona lortzeko, abiadura handietan goranzko bultzada mugatuz.
 - Ziprizzintzen den uraren ebakuazio ona lortzea, leihatilak, atzerako ispiluak, faroak eta abar zikintzea saihesteko.
- ✓ **Talkekiko portaera.** Talka gertatuz gero, aurretiaz definitutako eran deformatu behar da egitura, ahalik eta talka-energia (zinetikoa) gehiena deformazio-lan bihurtuz (2.7 irudia).



2.7. eta 2.8. irudiak.

Edozein modutan, bidaiari-zelula osorik mantendu behar da, ahal dela (2.8 irudia). Deformazio programatuak pixkanaka geratzen du inpaktua, indarrak bidaiariei transmititzea saihesten du. Horretarako, luzetarako habeak (aurrekoak zein atzekoak) deformatu egiten dira, era programatuan “zimurtzen” dira talka egonez gero. Automobilgile batzuek deformazio hori aztertutako eran ‘bideratzen’ duten zulo edo hozka batzuk eranstean dituzte, deformazioa ahalik eta egokiena izan dadin. Gainera, bidaiarien segurtasun-lekuan elementu mekanikoak sartzea saihesteko eraikitzen dira karrozeriak. Hori lortzeko, zutabeek eta halako hainbat piezek ‘kaiola’ babesgarri bat eratzen dute sabaiarekin batera.

Era berean, su-panela (motorra bidaiari-lekutik banatzeko) eta atzeko panela (atzeko eserlekuen ostean) eranstean dituzte. Alboko talka gertatzen bada, autoaren egiturak (bidaiariarengandik oso hurbil) kalteak eragitea saihesten dute alboko babesek. Hiru errefortzu eranstean dira: bidaiari-lekuaren zoruko zeharkako habeak, zutabeak eta luzetarako edo aspa eran gurutzatutako barrekin indartutako atek.

Azken bi alderdi horiei dagokienez, modelo berrien proiektuetan berebiziko garrantzia duten hainbat kontzeptu daude, adibidez aerodinamika eta talka-probak (*crash-test*-ak); izan ere, eragin handia dute diseinua definitzean eta egitura-eskakizunak doitzean. Hori dela eta, azalpen zabalagoa behar dute.

2.4 Ibilgailu motak, eraikitze eraren arabera

Karrozeria automobil baten kanpo-egituraren profila erakusten duen elementua edo elementu-multzoa dela esan daiteke, eta hein handiago edo txikiagoan, edertasun estetiko nabarmeneko diseinua eta akabera onena lortzeko joera du. Haren ezaugarrien artean nabarmendu daitezke zurruntasuna eta esfortzuak, kolpeak eta bibrazioak xurgatzeko gaitasuna.

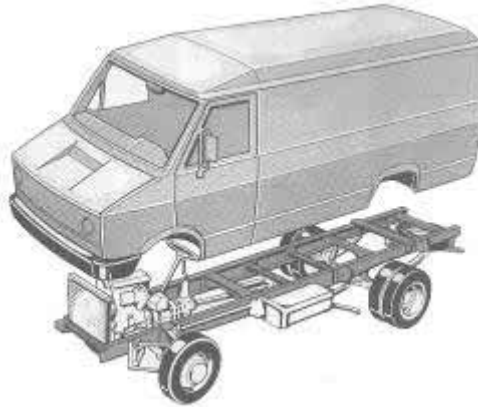
Ezaugarri horietako batzuk, adibidez erresistentzia eta pisua, karrozeriak izan ditzakeen konfigurazioen menpekoak dira, ia erabat; horien arabera, hiru eraikuntza-sistema nagusi daude:

- ✓ Karrozeria eta xasisa bananduta
- ✓ Plataformadun xasisa duen karrozeria
- ✓ Karrozeria autosostengagarria

Karrozeria eta xasisa bananduta

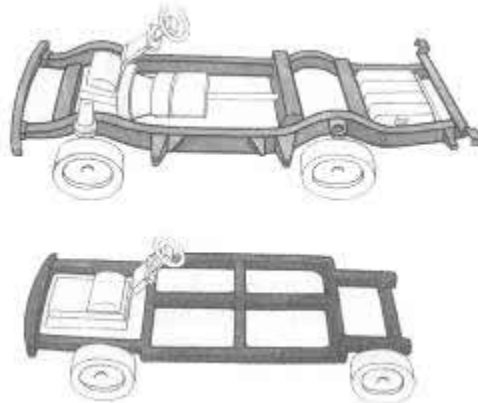
Sistema hau automobilgintzan erabiltzen den zaharrena da, eta egun ibilgailu industrialen (kamioiak, autokarrak, eta abar), lur orotako ibilgailuen eta zuntzeko karrozeria duten automobilen fabrikazioan baino ez da erabiltzen. Oinarrizko konfigurazioa (2.9 irudia) bi egitura bereiziren loturak osatzen du:

- ✓ Xasisa
- ✓ Karrozeria



2.9. irudia.

Xasisa (2.10 irudia) da altzairuzko habez edo luzetarako habez egindako armazoa eratzen duen egitura, ibilgailuan zehar jartzen dena. Habeak zeharretara edo diagonalki kokatzen diren soldatutako, torlojuz lotutako edo errematxatutako zeharragen bitartez lotzen dira. Horrela eratuta, elementuak erresistentzia eta zurruntasun handia ditu, eta organo mekanikoak eta karrozeria ezartzen diren oinarria edo xasisa eratzen du. Hori dela eta, motorraren ohiko funtzionamenduak eta ibilgailuaren martxak eragiten dituzten flexio- eta torsio-esfortzuak jasaten eta xurgatzen ditu.



2.10. irudia.

Normalean, egiturak organo mekaniko guztiak jasotzen ditutenean, xasis izeneko multzoa eratzen du (2.11 irudia).



2.11. irudia.

Oro har, karrozeriak ibilgailuaren kanpoko estalkia eratzen du, eta ez du erresistentzia-funtziorik. Muntatzeko, xasisera torlojutzen da kautxuzko juntura batzuen bidez, eta oso ondo finkatzen da.

Karrozeria eta xasis bananduen sistemak erabilera ugari ditu, eta honako hauek ahalbidetzen ditu:

- ✓ Sendotasun eta erresistentzia handia zama handiak garraiatzeko.
- ✓ Zurruntasuna handia esfortzu estatiko eta dinamikoak jasan ahal izateko.

Automobilgintzan, sistema hori ia erabat baztertu da, beste arrazoi batzuen artean, honako hauek direla eta:

- ✓ Ibilgailuaren pisua nabarmen handitzen da.
- ✓ Kontrol gutxiago ematen du deformazio-guneetan.
- ✓ Egonkortasuna gutxitzen eta koefiziente aerodinamikoa (C_x) handitzen duen grabitate-zentro altuagoa du.
- ✓ Fabrikazio-kostu altuagoa du.

Xasisa-kabina. Ibilgailu honen konfigurazioa (2.12 irudia), xasis sendo batez (luzetarako habeak zeharragez lotuak) osatua dago, organo mekaniko guztiak eta kabina (bakuna edo bikoitza) aurreratua eusten dituen. Xasisaren gainean zamarako karrozeria-mota ugari muntatu daitezke.

Kabinaren egitura (2.13 irudia) talkan sortutako indarrak eremu zabal batean hedatzeko diseinatuta dago, talka-gunean kontzentra ez daitezken. Horrek esan nahi du kabinak talkaren energia xurgatzen duen multzo deformagarri moduan jokatzeko duela, gidari eta kopilotuaren konpartimentua osorik utzita.

Bereziki agerian dauden zenbait sekziok gainerako errefortzuak dituzte, adibidez haizetakoaren 'geratzailleak'; horietan, "U" formako zeharkako errefortzuak erabiltzen dira. Kanpoko panelak ere laguntzen du gune horren erresistentzia hobetzen, geratzailera eta haizetakoaren xasisaren barnealdera lotuta baitago.

Kabinaren euskarriak ere egoki indartzen dira; zamek era kontzentratuan eragiten duten guneak dira (2.14 irudia). Errefortzuak izan daitezke materialaren lodiera handitzea edota jasandako kargak kabinaren zona zabalago batean banatzeko konfigurazioan egitea.

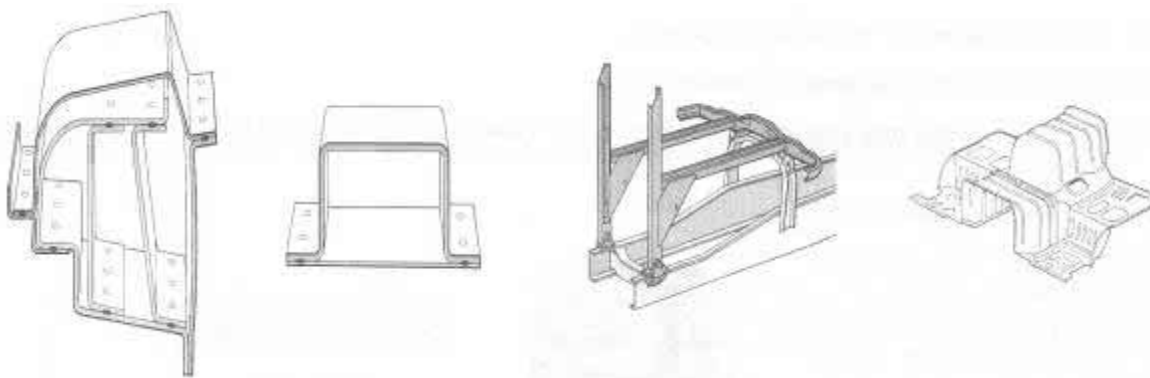


2.12. irudia.



2.13. irudia.

Kabina aurreratua kapota duen kabina baino ageriagoan dago talkan, kapotak eta lohi-babesek talkaren energia xurgatzen duten elementu deformagarri moduan jokatzen baitute. Bestalde, kabina aurreratua eraisgarria ere badenez, aurreko partea bereziki zurruna izan behar du finkatzeari eusteko. Esandako guztia dela eta, kabina aurreratuak oso sendoa izan behar du. 'U' formako euskarri bi ditu, zeharretarako sekzioidunak eta 5-6 mm bitarteko txapakoak, kabinaren tamainaren arabera. Euskarri bi horiek zeharretarako sekzioidun galera motako bi habetara lotzen dira; habe horiek kabinaren zoruaren azpitik doaz. Euskarriak eta habeak bi errefortzu-eskuaira sendoren bitartez lotzen dira, eta gai dira balizko talka batean sortutako indarrak egoki xurgatu eta banatzeko.



2.14. irudia.

Nerbioak edo tolesturak dituen txapa-pieza bat lodiera bereko pieza lau bat baino erresistenteagoa da, zeharkako sekzioak inertzia-momentu handiagoa baitu. Txapa-piezek modu egokian kokatutako estanzioak dituzte, errefortzu-efektua lortzeko. Erliebe horiek, adibidez, kabinaren atzeko hormei eta, kabina aurreratuetan, motorrarentzako zoruari eta kapotari ematen zaizkio. Bada, kabinen kanpoko txapetako tolesturak eta kurbak ez dira soilik apaingarriak, kabinaren zurruntasunean ere eragin nabarmena dute eta.

Buru traktorea (2.15 irudia). Aurreko egiturak bezala, honek ere organo mekaniko guztiak eta kabina eusten dituen xasis sendo bat du. Desberdintasun nagusia da xasisa ez dela zama-elementua; aldiz, mekanismo bat du (bosgarren gurpila) plataforma gurpildunak arrastatzeko: kutxa itxia, kutxa irekia, zisternak, auto-eramatekoak, eta abar.

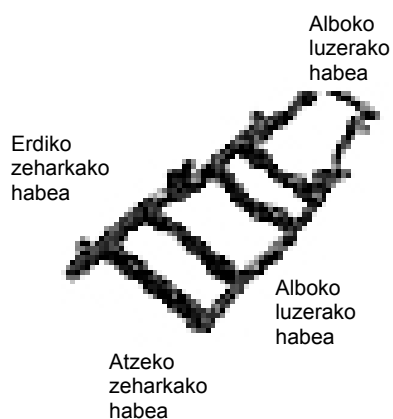


2.15. irudia.

Xasis motak. Xasisak hainbat forma eta geometriarekin diseinatu ohi dira, eskakizunen arabera, adibidez: erresistentzia, zama-banaketa berezia, flexio eta tortsio altuak eta sarriak, eta abar.

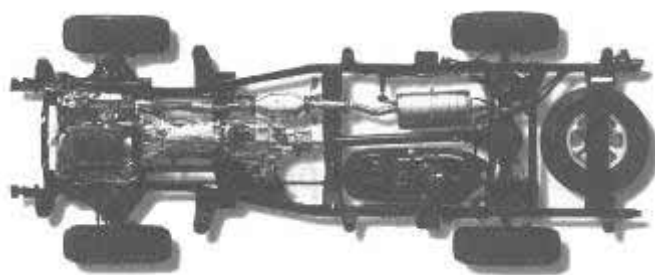
Diseinu ohikoenen artean, honako hauek daude:

- ✓ **Eskaileran** (H formakoa). Luzetarako txapazko bi albo-habe ditu, ijeztuak edo enbutituak, profil artekatudunak edota 'U' formakoak, paraleloak zein paralelo ez direnak, eta hainbat zeharkako haberen bitartez lotuak (2.16). Garai batean erabilietakoena izan zen, eta egun horren erabilera batez ere kamioetara eta furgoi arin batzuetara mugatzen da (2.17 irudia), duen sendotasun handia dela eta.

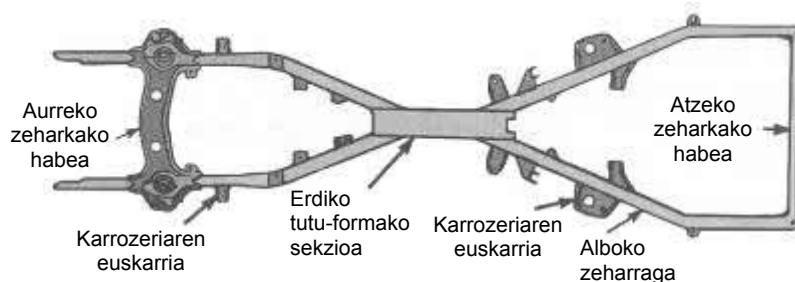


2.16. irudia.

- ✓ **Zutabezkoa** (X formakoa). Xasis mota hau (2.18 irudia) estutu egiten da erdialdean, eta torsio altuko puntuak indargabetzeko diseinatuta dagoen egitura zurruna ematen dio ibilgailuari. Aurreko zeharkako habea oso sendoa da, aurreko esekiduren ainguraketei euste ona emateko. Xasis mota honen barietate bat erdiko tutuko xasisa da; luzetarako habe lodi bat du sekzio zentralean, profil karratu zein borobilekoa, eta muturretan ibilgailuaren elementu mekanikoak kokatzeko egiturak ditu (ekipo motopropulstsaileak, esekidurak, direkzioa, eta abar). Lehiaketa-ibilgailuetarako erabiltzen da.

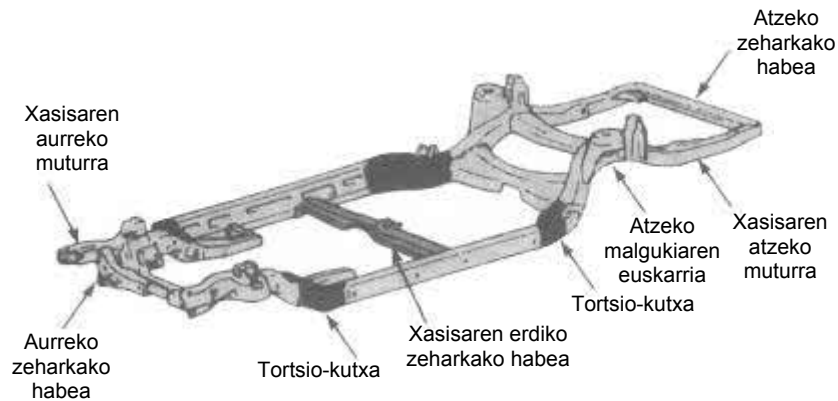


2.17. irudia.



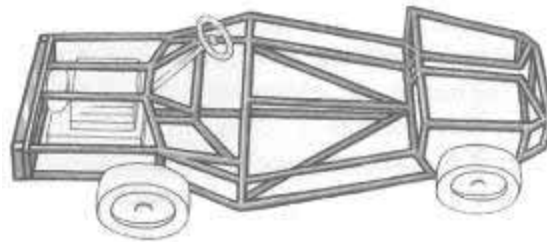
2.18. irudia.

- ✓ **Perimetrikoa** (2.19 irudia). Xasis mota honetan, luzetarako habeek parterik zabalenean eusten diote karrozeriari, eta, horrela, babes handiagoa ematen dute alboko talka gertatzen bada. Aurreko eta atzeko gurpilen aurrealdean eta atzealdean konfigurazio mailakatua dute, torsio-kutxa egitura eratzeke; aurrez aurreko talka gertatzen den energiaren hein handi bat xurgatzen du. Aterko zeharkako habeak atzeko talkaren energia xurgatzeko daude diseinatuta. Alboko talka gertatuz gero, alboko luzetarako habeak zoruaren itxuratik oso hurbil dagoenez, zanpaketak saihesten dira neurri batean.



2.19. irudia.

- ✓ **Tubularra.** Xasis mota hau (2.20 irudia) xasis pisutsuen kontzeptutik “sareta” motako egitura lirainetara igaro da; egitura horietan, karrozeriaren kanpoko txapak torlojutu daitezke. Tutu-egitura zurrun eta arina eratzen da, eta, egitura-ardurak kenduta, beste pieza batzuk arintzen dira. Diseinu mota hau lehiaketa-ibilgailuetan erabiltzen da; horietan, kanpo-karrozeriak funtzio estetikoa eta aerodinamikoa baino ez du, eta beharrezkoa denean erraz iritsi behar da pieza mekanikoetara. Fabrikazio-kostu handia du, eta horrek baldintzatu egiten du serieko ibilgailuetan.

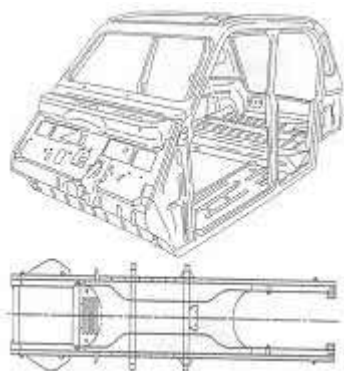


2.20. irudia.

■ Plataformadun xasisa duen karrozeria

Konfigurazio hau xasisa karrozeria banatuarekin duenarekin alderatu daiteke. Plataforma sostengagarria xasis arindu batek eratzen du; oinarri sendoa eratzen duten puntuzko soldadura bitartez lotutako hainbat txapak osatzen du, eta aldi berean parte mekanikoen eta karrozeriaren euskarria da. Karrozeria bi teknika erabiliz lotu dakioko plataformari:

- ✓ Plataformari torlojututa (2.21 irudia). Plataformak ematen duen zurruntasuna dela eta, karrozeriak elementu desmontagarri ugari izan ditzake, esate baterako aurreko eta atzeko hegatsak, gurpil-paseak, kalandraren hegala eta abar.
- ✓ Puntuzko soldadura edo errematxe bidez (2.22 irudia). Zurruntasuna plataformak ziurtatzen duenez, egitura arinagoa izan daiteke. Elementu desmontagarriak aurreko hegatsak dira kasu honetan.



2.21. irudia.

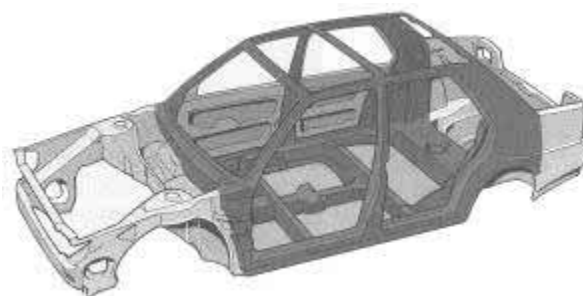


2.22. irudia.

Fabrikazio-teknika honi esker, karrozeria-gama zabala dago oinarri-plataforma berean muntatzeko. Oro har, zama eta esfortzu handiak jasan behar dituzten ibilgailuetarako erabiltzen da, adibidez furgonete-tarako, furgoietarako eta lur orotako ibilgailu askotarako.

■ Karrozeria autosostengagarria

Konfigurazio hau erabiltzen dute gehien automobilgileek. Diseinurako abiapuntutzat hartzen da egitura metaliko inguratzaile bat, hainbat forma eta lodieratako txapazko elementuen loturaz osatua, hau da, kutxa erresistente bat bere burua eta bere gainean kokatutako elementu mekanikoak jasaten dituena (autosostengagarria) (2.23 irudia).



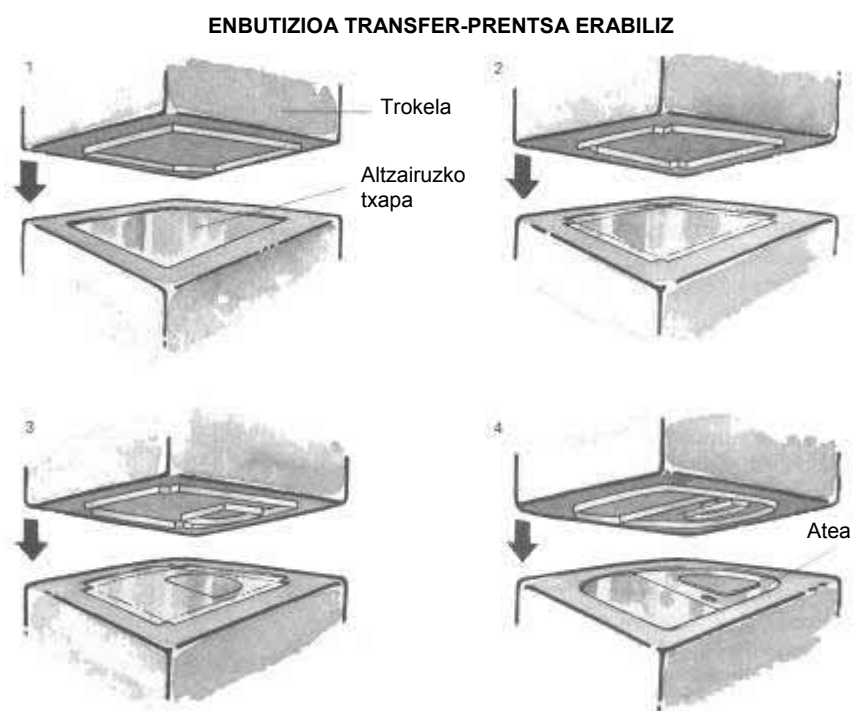
2.23. irudia.

Egitura honek ibilgailuari eman beharrekoak:

- ✓ Erresistentzia egokia erabilera normalean sortzen diren flexio- eta tortsio-dinamiken eskakizunetarako.
- ✓ Erresistentzia egokia zama estatikoetarako (ibilgailuaren berezko pisua, bidaiariena eta zama-arena).
- ✓ Ainguraketa-oinarri aproposa organo mekanikoei eta elektrikoiei eusteko, zuzenean edo elementu elastikoekin tartekatuta.
- ✓ Kanpoko forma bereizgarria.

Karrozeria mota horien zorua erresistentzia altuko txapaz eratuta dago, eta horrek zurruntasun eta erresistentzia handia emango dio zoruari, artekatze ugariekin eta luzetarako eta zeharkako habeekin batera. Era berean, zorua gainerako karrozeriarekin, sabaiarekin, alboko muntagekin... lotzen da, eta kutxa-formako multzo bat eratzen da, behar bezain zurruna eta ibilgailuak jasango dituen esfortzu mekanikoak xurgatzeko gai dena.

Hura fabrikatzeko erabiltzen diren txapak hainbat pausotan mozten eta estanpatzen dira, puntu bakoitzean behin betiko forma eta lodiera lortu arte (2.24 irudia), erresistentzia eta zurruntasun hobereana ahalik eta pisu txikienarekin ematen duten diseinu-eskakizunen arabera.

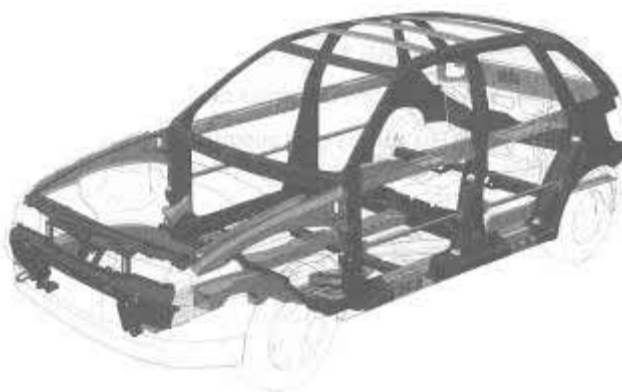


2.24. irudia.

Bidaiarien segurtasuna ahal den neurrian bermatzeko, egitura autosostengagarria erresistentzia berezia izan dezan proiektatzen da, hau da, talkan sortutako energia ahalik eta gehiena xurgatu eta xahutu dezan eta aldi berean bidaiari-lekuaren inguruan zelula deformaiezina mantentzen dezan; horretarako, piezak forma eta lodiera jakin batzuekin eraikitzen dira, diseinu-fasean zehaztutako deformazio programatu planari jarraituz (2.25 irudia).

Karrozeria-mota honen abantailak dira:

- ✓ Arintasun, egonkortasun eta zurruntasun handia ematen dio ibilgailuari.
- ✓ Serie-fabrikazioa errazten dute, eta horrek perfekzio-maila handiagoa ekartzen du fabrikazioan.
- ✓ Grabitate-zentroa baxuago dutenez, ibilgailuek egonkortasun hobea dute martxan.
- ✓ Merkeagoak dira, haien fabrikazioak ahalbidetzen duen automatizazio-maila altua dela eta.

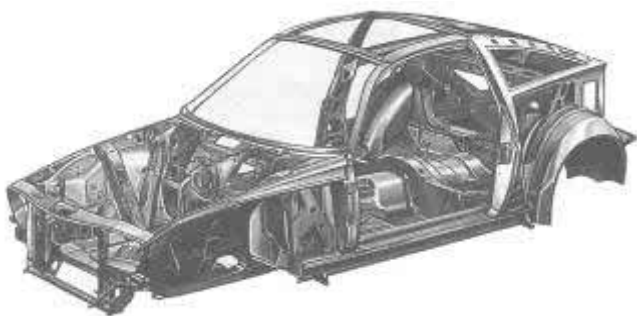


2.25. irudia.

► **Karrozeria autosostengagarrien sailkapena**

Oinarrizko karrozeria autosostengagarri mota bi daude:

- ✓ *Elementu desmuntagarri* karrozeria autosostengagarria (2.26 irudia). Karrozeria mota honen diseinuak ahalbidetzen du kolpeak maizen jasaten dituzten piezak erraz desmuntatzea, esate baterako ateak, maletategiko ateak, kapota eta aurreko hegatsak. Ez da horrelako pieza asko izan behar, eta ez dute gune kritikoetan egon behar, ezaugarri mekanikoen ikuspuntutik, egiturak zurruntasuna galduko luke bestela.



2.26. irudia.



2.27. irudia.

- ✓ *Soldaduraz elkartutako karrozeria autosostengagarria (monokaskoa)* (2.27 irudia). Karrozeria autosostengagarrien barietate honetan pieza desmuntagarrien kopurua ahalik eta gutxienekoa da –ateak, kapota eta maletategiaren atea–, ahalik eta konfigurazio konpaktuena lortzeko. Kutxaren zoruak, gainerako monokaskora tinko lotuta dagoenez, hark esfortzu guztietan parte hartzea eragiten du, eta beharrezko erresistentzia ematen die multzoa osatzen duten elementu guztiei. Karrozeria mota honen desabantailarik handiena konponketak dira (zailagoa eta garestiagoa), osagai gehienak ez baitira erraz eta azkar desmuntatzen.

► Azpixasisak

Izen horrekin ezagutzen dira karrozeriarekiko bereziak eta osagarriak diren xasis txikiak (2.28 irudia); torloju jarritako elementu elastikoen edo *silenblocks*-en bitartez akoplatzen dira. Azpixasis horiek hainbat organo mekaniko eusten dituzte: ekipo motopropulsaileak, esekidura, eta abar. Multzoaren zurruntasun dinamikoa eta segurtasun pasiboa handitzen dute, eta osagai batzuen bizitza erabilgarria luzatzen dute; gainera, zaratak, bibrazioak eta aipatutako multzoetan hainbat esku-hartze egiteko denbora gutxitzen dute.



2.28. irudia.

2.5 Aerodinamika

Aerodinamika airearen eta beste fluido gaseoso batzuen mugimenduaz arduratzen den zientziaren atala da (fluidoaren mekanika), edo, beste era batean esanda, aireak bere baitan dauden gorputz solidoetan eragiten dituen akzioez. Mugitzen den edozein gorputzek airearen erresistentziaren kontra egin behar du. Une bakoitzean, gorputzaren mugimenduak airea bere kokapenetik desplazatu behar du, eta airea, bestalde, libre geratu den tarterantz mugitzen da nagusiki. Ikerketa hau gero eta aurreratuago dauden teoria fisiko-matematikoetan oinarritzen da, eta programa informatiko indartsu eta sofistikatuak eta instalazio esperimentaletan egindako proben bitartez kontrolatzen da (haize-tunelak) (2.29 irudia).



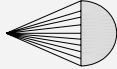


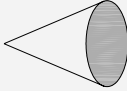

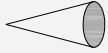


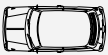
2.29. irudia.

Prestazioak eta kontsumoa baldintzatzeaz gain, aireak beste arazo batzuk eragiten ditu, adibidez:

- ✓ Ibilgailua desorekatu dezake haize gurutzatua badago.
- ✓ Zarata-iturria da (barnealdean eta kanpoaldean).
- ✓ Bizigarritasunean eragiten du.
- ✓ Haizetako-garbigailuen eraginkortasuna mugatzen du.
- ✓ Karrozeria zikintzea eragiten du.

Hori guztia dela eta, diseinugileen lana ahalik eta erresistentzia aerodinamiko txikiena lortzean datza, eragin ditzakeen ondorio negatiboak saihesteko.

Ahalik eta forma aerodinamikorik egokiena lortzeko (2.30 irudia), onena ur tanta baten antzekoa izatea litzateke, erortzen ari denean airearekin moldatzen baita ahal den erresistentzia txikiena izateko. Azaldutakoa kontuan hartuz, forma oso aerodinamiko horrek barne-bizigarritasun (gaur egun ezinbestekoa da ezaugarri hori) eskasa izango luke; hortaz, diseinu onena bilatzean, elkartu egin behar dira forma eta bizigarritasuna. Bestalde, formaz gain, ibilgailuaren neurriak ere garrantzitsuak dira, eta zabalaren eta luzeraren arteko erlazioak 1/3 ingurukoa izan behar du gutxieneko erresistentzia lortzeko. Azken finean, atzealdean sortzen diren turbulentziak mugatuko dituen forma estilizatua lortu nahi da (leuna eta luzea bada, aireak turbulenzia gutxiago sortzen ditu); izan ere, atzeko parte aurrekoa baino askoz garrantzitsuagoa da aerodinamikari dagokionez.

OINARRIZKO FORMAK ETA HAIEN CX BALIOA		
AIRE KORRONTEAREN NORABIDEA		Cx
PARAXUTA		1,35
XAFLA LAU ETA KARRATUA		1,17
KUBOA		1,0
KONOA (90°)		0,51
ESFERAERDIA		0,41
KONOA (60°)		0,34
ESFERA		0,1
HEGAZKIN HEGOAREN PROFILA		0,05- 0,1
AUTOMOBIL MODERNOAK		0,29- 0,33

2.30. irudia.

Automobilgintzan aritu ziren lehen aerodinamika-espezialistak aeronautika-sektorekoak ziren, eta, hori dela eta, haien diseinu gehienak abiazio-modeloetan oinarritzen ziren. Hasierako adibideetako bat da *Rumpler* modeloa, eta hegazkinen hegoak izan ohi duen tanta eseki forma du (2.31 irudia). Edozein modutan, hastapen horietan garrantzi handiagoa ematen zitzaien motorizazio indartsuei sorkuntza aerodinamiko “deigarriei” baino; izan ere, errendimenduan eragiten omen ziren hobekuntzek sortzen zuten eszeptizismoa gainditu behar izan zuten. Prozesu motel horretan, joerek eta garaiko modek gero eta eragin handiagoa hartu zuten irizpide teknikoan aldean, eta 70eko hamarkadako petrolio-krisiaren ondorioz kontsumoan aurrezteko sortu zen beharrak behin betiko bultzatu zuen ikerketa aerodinamikoaren oinarritzko baldintzatzailea izatea modelo berri bat diseinatzean. Gaur egun, aerodinamikak ere eragin dezake ibilgailuaren prestazioetan eta segurtasunean; gainera, kontuan hartu behar da erosotasuna, haizeak eragindako zaratak desatseginak izan baitaitezke bidaiarientzat.



2.31. irudia.

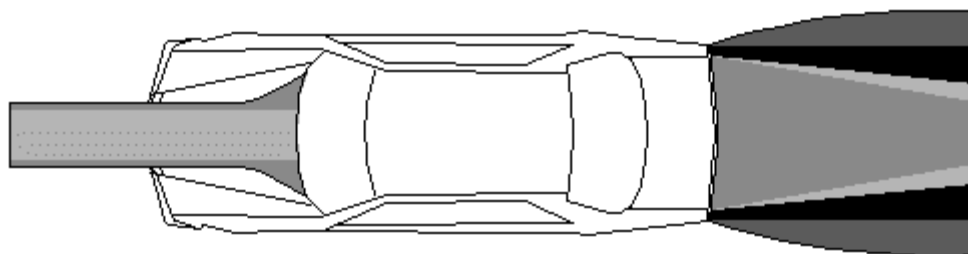
Aire-fluxuak

Ibilgailuaren eta airearen arteko kontaktuan mota biko aire-fluxuak bereiz daitezke:

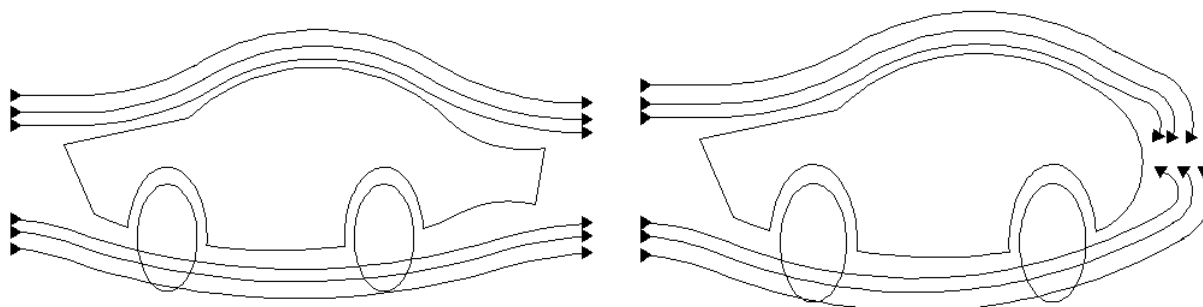
- ✓ *Barne-fluxua* (2.32 irudia). Bidaiari-lekua aireztatzean eta motorraren sarreran eta hozte-sisteman erabilitakoa biltzen ditu. Erresistentzia aerodinamiko osoaren % 20 da gutxi gora behera, eta bidaiarien erosotasun klimatikoa zein motorraren errendimendu termikoa baldintzatzen ditu. Aireztapenaren ikuspuntutik, karrozeria baten barne-aerodinamikak gai izan behar du:
 - Barne-tenperatura egonkor mantentzeko, kanpoko tenperatura eta ibilgailuaren abiadura gorabehera.
 - Airea berritzatzeko, giroa pobretu ez dadin (aire-korrente garrantzitsurik sortu gabe).
 - Barneko hezetasuna ez aldatzeko.
 - Tenperatura-maila aldakorrek onartzeko, kanpoko tenperatura eta eguzki-erradiazioa orekatzeko.
- ✓ *Kanpo-fluxua*. Karrozeriaren gainean zein horren eta zoruaren artean mugitzen den airea hartzen ditu. Erresistentzia aerodinamikoko faktore nagusia da.

Fluxu aerodinamikoak bidaiarien erosotasunari eragiten die soinuaren bitartez ere. Zarata aerodinamikoaren iturriak turbulentziak sortzen dituztenekin bat egiten dute; hortaz, koefiziente aerodinamiko onak ibilgailua isila izatea eragiten du. Erosotasun akustikoa, ordea, ez da soinu-mailan oinarritzen soilik, baizik eta anplitudean eta frekuentzian ere. Izan ere, barne-aerodinamikaren helburuetako bat da zarata aerodinamikoaren frekuentzia-tarte estua eta uniforme lortzea, beste frekuentzietatik nabarmentzen den bat egon ez dadin.

Ibilgailuaren mugimendu osoaren aurkako erresistentzia aerodinamiko baldintzatzen duten faktoreak dira karrozeriaren tamaina eta forma, ibilgailuaren abiadura erlatiboa airearekiko eta airearen dentsitatea (2.33 eta 2.34 irudiak).



2.32. irudia.



2.33. irudia.

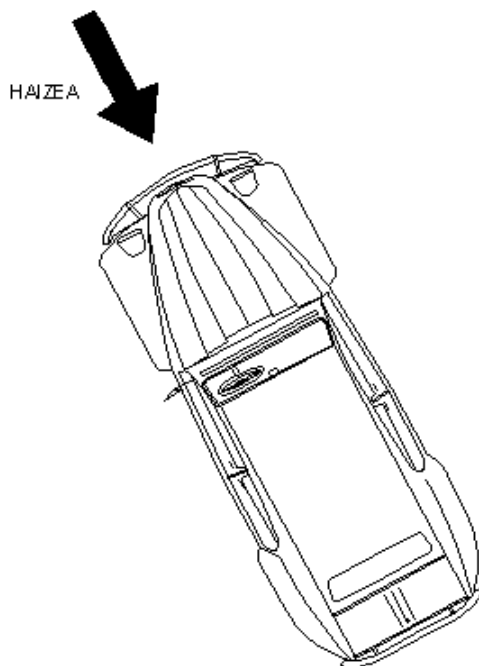
2.34. irudia.

Karrozeriaren gainazal-mota ere faktore garrantzitsua da, harekin kontaktuan dagoen aire-geruzaren marruskadura baldintzatzen baitu. Hala, airea bi eratan higi daiteke:

- ✓ Era uniformean. Aire-partikula bakoitza inguruko gainerakoen norabide eta abiadura berean mugitzen da karrozeriarekiko. Desplazamendu arin horri fluxu laminar deritzo. Fluxu laminarra handiagoa den heinean, txikiagoa da erresistentzia aerodinamiko.
- ✓ Turbulentziekin. Geruza laminarraren ostean airea zurrunbilotsu bihurtzen da, airean dauden partikula batzuek abiadura galtzen dutelako bestetik, eta baita norabidea aldatzen dutelako ere.

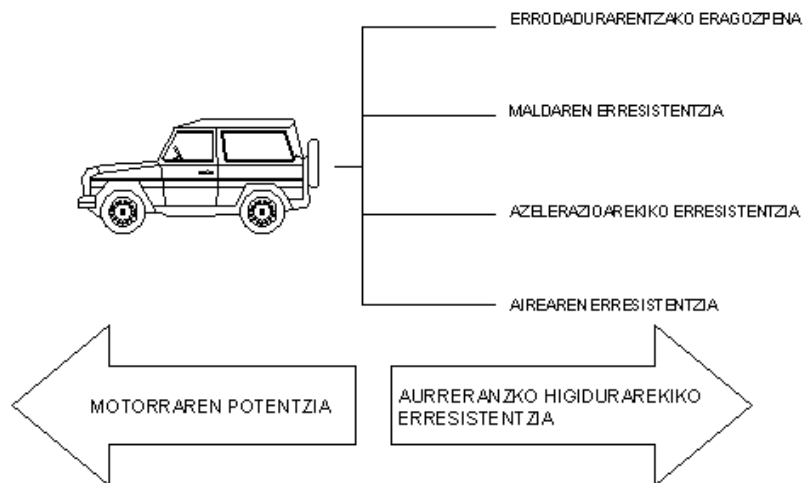
■ Koefiziente aerodinamikoak

Ibilgailuaren desplazamenduan sortzen diren erresistentziak eta indar aerodinamikoek eragiten dute nagusiki karrozeriaren portaera dinamikoan. Ibilgailuaren portaera aztertzeko, hainbat parametro definitu dira, esate baterako koefiziente aerodinamikoak; ibilgailu bakoitzaren ezaugarriak eta portaera aztertzen dituzte, aurretiaz ezarritako erreferentzia-balio batzuk erabiliz. Koefiziente horiek honako hauek dira:



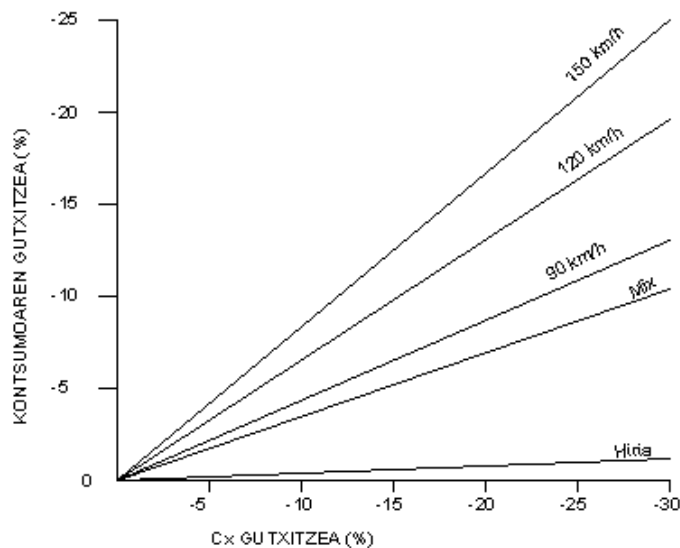
2.35. irudia.

C_x (luzetarako ardatzeko barneratze aerodinamikoaren koefiziente). Mugitzen ari den gorputz batek bere potentziaren parte bat erabili behar du inguruan duen airea zeharkatzeko (2.35 irudia). Erabiltzen den potentziak erlazio zuzena du gorputzaren bolumenarekin. Hortaz, zenbat eta forma aerodinamikoagoa izan, hainbat eta hobea izango da barneratze aerodinamikoko gaitasuna, eta ondorioz, txikiagoa izango da desplazamenduan airearen erresistentziari aurre egiteko erabili beharreko potentzia. Testuinguru horretan, C_x sigla teknikoak forma jakin batek aurrerantz mugitzean duen erresistentzia-maila erakusten du; balioa zenbat eta txikiagoa izan, hainbat eta handiagoa da formaren barneratze aerodinamikoko gaitasuna. Airearekiko erresistentzia ibilgailuaren mugimenduari aurka egiten dioten erresistentzietako bat (gainerakoak: errodadurarentzako eragozpena, bideko malden erresistentzia, azelerazioarekiko erresistentzia, eta abar) baino ez bada ere, garrantzi handia dauka ibilgailuaren martxan, aurrealdean sortzen den presio dinamikoa abiadura baino askoz azkarrago hazten baita. Hala, potentziaren formularen abiaduraren kuboan agertzen da (esate baterako, abiadura bikoizten duen ibilgailu batek zortzi aldiz handitu behar du potentzia airearekiko erresistentzia gainditzeko, edo 40 km/h-tik 160 km/h-ra pasatzen bada, 64 aldiz potentzia handiagoa beharko du). Hori guztia dela eta, aerodinamikak gero eta zeregin garrantzitsuagoa du automobilgileen diseinu- eta fabrikazio-departamenduetan.



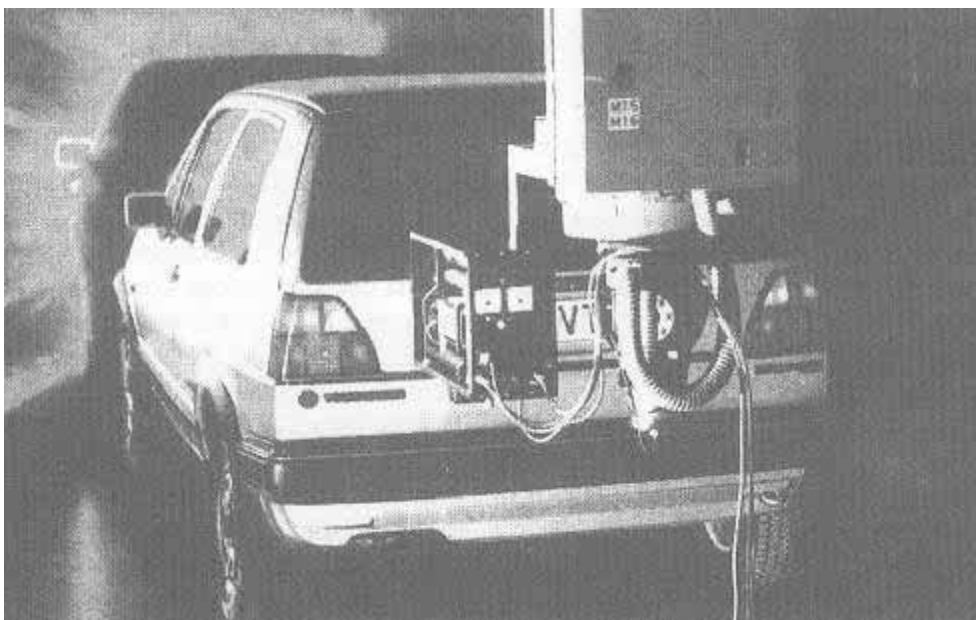
2.36. irudia.

C_x -ren balio ona lortzeko, hainbat faktore hartu behar dira kontuan, ez aurrealdearen forma zorrotza izatea soilik; faktore horietako batzuk ez dira begi bistaz atzematen: azpien forma, airearen zirkulazioaren ezaugarriak zorua eta karrozeriaren artean, atzealdeko turbulentiak, eta abar. Oro har, barneratze aerodinamikoko koefiziente ona lortzeko, oso garrantzitsua da ibilgailuaren inguruan dagoen aire-fluxua homogeneoa eta marruskadura txikikoa izatea. Horretarako, dagoeneko existitzen diren formak optimizatzen saiatzen dira egileak, zehetasunetan eraginez. Kontuan hartu beharra dago forma desegokia dutelako edo gainazalean marruskadura handia dagoelako presio-desberdintasun handiak sortzen diren puntuek aire-fluxua eten dezaketela eta karrozeriari "tira" egiten dioten turbulentiak sor daitezkeela; eta horiek desplazamenduarekiko erresistentzia handitzen dute. Erresistentzia aerodinamikoaren menpekoak dira ibilgailuak martxan dagoenean sortzen duen zarata, ibilgailuaren ezaugarriak eta erregai-kontsumoa (2.37 irudia). Gaur egun, balio ontzat hartzen dira 0,30 ingurukoak. Emaiza horiek haize-tuneletan egindako lanari esker lortzen dira; horietan, eskala txikiagoko ibilgailuetan eta tamaina errealeko serie-aurreko prototipoekin aztertzen da aerodinamika.



2.37. irudia.

C_xA. C_x ez da nahikoa ibilgailuaren erresistentzia aerodinamiko osoa ezagutzeko, gorputzaren forma baino ez baitu hartzen kontuan, tamaina kontuan hartu gabe. Esate baterako, ibilgailu bik C_x bera badute, erresistentzia handiagoa izango du tamaina handiagokoak (normalean aurrealdea zabalagoa izango du). Bestela esanda, ibilgailu bik aurrealde-zabalera bera badute, erresistentzia txikiagoa izango du C_x txikiagoa duenak. Guzti horregatik, ibilgailuak airearekiko erresistentziari aurre egiteko erabili behar duen potentziak, barneratze aerodinamikoaren koefizientearen (C_x) menpekoa izateaz gain, harreman zuzena du ibilgailuaren eraso-azalarekin (A) –m²-tan neurtua–. C_x-ren eta A-ren arteko biderkadurak baino ez digu ibilgailuaren airearekiko erresistentziaren erreferentzia argia ematen; izan ere, C_x karrozeriaren formaren kalitatea definitzen duen dimentsio gabeko magnitudea dela esan daiteke. Eraso-azalera (A) ibilgailua argi paralelo batez luzetara argitzen denean sortzen den itzalaren proiektzioaren azalera da; azalera hori definitzeko, laserraren aplikazioan oinarritutako metodo optikoak erabili ohi dira (2.38 irudia).



2.38. irudia.

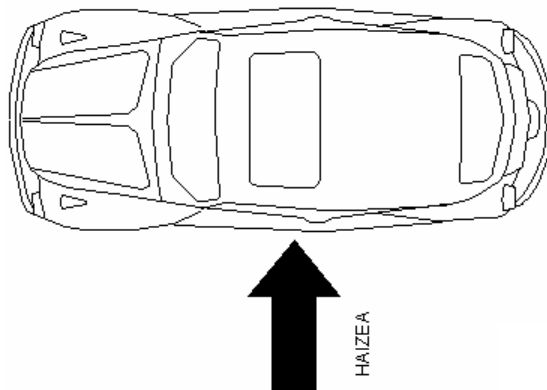
Airearekiko erresistentziaren balio osoan beste faktore batzuek ere eragiten dute, hala nola ibilgailuaren abiadura (erresistentzia, gutxi gorabehera airearekiko abiaduraren karratuarekiko proportzionalki handitzen da) eta airearen dentsitateak (aire “dentsoak” “dentsitate gutxiko” aireak baino gehiago balaztatzen du). Aurretiaz aipatutako beste parametroekiko erlazioa erakusten du ondoko formulak:

$$W = C_x \cdot A \cdot (\rho / 2 \cdot V_F^2)$$

non: **C_x** Barneratze aerodinamikoaren koefizientea
A Eraso-azalera (m²)
ρ Airearen dentsitatea
V_F Ibilgailuaren abiadura

Praktikan, abiaduraren karratuaren eta airearen dentsitatearen erdiaren biderkadurak presio dinamikoa adierazten du, eta konstantetzat hartzen da ibilgailuen erresistentzia konparatzean.

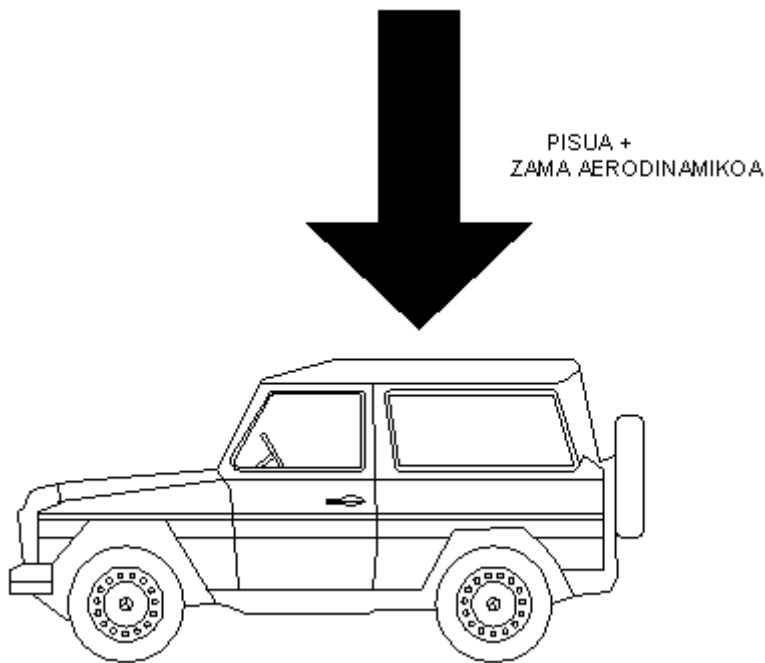
C_y (zeharkako erresistentzia aerodinamikoko koefizientea). Ibilgailuari albotik eragiten dion airearen efektua, egonkortasunari erasaten diona, neurtzen duen deriba-koefizientea adierazten du (2.39 irudia). Karrozeriarekiko zut ez diren haize-boladek gidatzea eta egonkortasuna kaltetu dezakete, eta ibilgailuaren traiektoriari eragin era erabakigarrian eragin diezaiokete, pneumatikoetan nolabaiteko deriba eragitean bat-batean aldaraz baitezake traiektoria. Alboko haizeak era desberdinean eragiten du ibilgailuaren portaeran aldagai askoren arabera, adibidez: karrozeriaren forma eta azalera, pisu osoa, masen banaketa, gurpilen itsaspena, ardatz eta gurpilen arteko distantzia (bataila eta bidea), presio-zentroa, eta abar. Duela hainbat urte, pentsatzen zen ibilgailu aerodinamikoak (barneratze-koefizientearen arabera) oso sentikorak zirela alboko haizearekiko; baina gaur egun faktore biak integratzen dira, batez ere erradio adierazgarrienen forma kontuan hartuz, adibidez aurrealdeko ertzak, aurreko eta atzeko habeak edo muntagak, eta abar. Ibilgailuaren angeluek eta hegalen tamaina-erlazioek ere eragiten dute alboko indarretan eta kulunkada-momentuan.



2.39. irudia.

C_z (igotze-koefizientea). Balio honek karrozeriaren gainean bertikalki eragiten duten indar aerodinami-koak adierazten ditu (2.40 irudia). Euste-koefizientea da, eta lau gurpilen lurreko bermea eta haizearen edo masa esekien lekualdatzearen eraginez izan dezaketen "arintzea" neurtzen du. Indarrak gorantz eragiten badu, goranzko bultzada deritza, eta, kontrako noranzkoan eragiten badu, finkatzea. Indar biek eragin handia dute gidatzearen egonkortasunean. Gorputz asimetrico bat haizeak desplazatzen duenean, goialdeko fluxuak behealdekoak baino distantzia handiagoa bete behar izatearen eraginez, depresio bat sortzen da goiko aldean, eta goranzko bultzada eragiten du. Aipagarria da abiadura altuan goranzko indarrek ibilgailua "arindu" dezaketela, eta horrek eragin negatiboa izango du direkzio-ardatzaren alboko egonkortasunean. Errealitatean, ibilgailu guztiak daude magnitude aldakorreko goranzko bultzadaren eraginpean; bultzada horrek pisua- ren kontra eragiten du. Hori dela eta, abiadura handiz ibiltzen diren ibilgailuek konponbide egokiak behar dituzte beharrezko egonkortasuna emango duen finkatze handiagoa lortzeko. Betiere kontuan hartzen da karrozeriaren eta zoruaren arteko distantzia, ibilgailu baten forma eta lerro aerodinamiko egokia bilatzean; izan ere, distantzia horrek ibilgailuaren portaeran eragiten du karrozeriaren azpietako presio dinamikoaren edo muga-geruzaren efektua dela eta. Goranzko bultzadaren magnitudean beste faktore batzuek ere dute eragina, adibidez, aurrealdearen formak, azpien formak eta konfigurazioak, maletategiko zamak, eta abar.

Esate baterako, Formula 1eko ibilgailuen (2.41 irudia) egitura oso hurbil dago zoruarengandik, airea abiadura handiz pasatu dadin zoruaren eta karrozeriaren arteko tarte txikitik. Horrek presioa gutxitzen du ibilgailuaren azpian eta beherantz bultzatzen du gogor; horri esker, nabarmen hobetzen du itsaspena. Efektu hori (“zoru-efektua”) osatzeko, ibilgailu mota horretan hegala alderantzizkatu forma duen atzeko plano aerodinamikoa (aleroia) eranstean da, zoruarekiko itsaspen-indarra handitzeko. C_z egokiena zehazteko, kontuan hartu behar da euste aerodinamiko handiaren ondorioz C_x - eskasagoa dela, ibilgailua lurrerantz bultzatzen duen indarra ibilgailuaren beraren aurreranzko higiduraren emaitza baita. Formula 1eko autoetan, adibidez, aleroiek 1000 kg baino gehiagoko indarra eragin dezakete zoruaren kontra, baina aurreranzko higidurarekiko erresistentzia handitzen dute nabarmen, dezelerazio garrantzitsua eraginez (kasu horietan, zuzenean galtzen dena kurbetan irabazten da, eta, beraz, elementu horien geometria zirkuitu bakoitzerako egokitu behar da).



2.40. irudia.

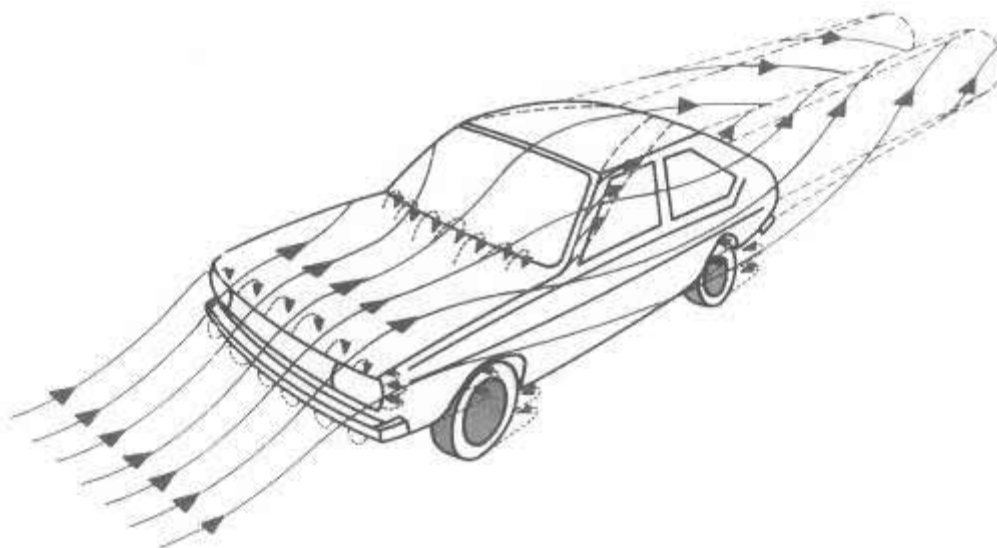


2.41. irudia.

■ Diseinu-kondizioak

Azaldutako kontzeptuak ahalik eta egokiena bateratuko dituen lerro aerodinamikoaren bilaketan, langarriak dira karrozeriaren eraikuntzan erabiltzen diren material berriak, horiekin gero eta talde orekatuagoak lortzen baitira (kolpe-leungailuak, beirak, talde optikoak, eta abar). Hala ere, diseinugileak hainbat baldintzatzaille hartu behar ditu kontuan, besteak beste: egitura-erresistentziari dagozkion beharrak, aire-fluxuak izateko beharra (bidaiari-lekuaren klimatizaziorako, motorra, galgak eta ihesa hozteko, eta abar), barne-bizigarritasunaren maila, gero eta pneumatiko zabalagoen erabilera, produkzio-kostuak, estetika, eta abar.

Karrozeriaren gainazal egokiena da azalera osoan fluxu laminarra mantentzeko gai dena, eta turbulenzia saihesten dituen. Horretarako, aire-fluxuan aldaketak eragin ditzaketen elementuak karrozeriarekin berdinduta egon daitezzen saiatzen dira diseinu-fasean (2.42 irudia).



2.42. irudia.

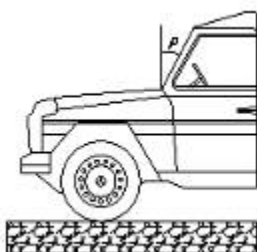
C_x -ren balio ona lortzeko lehen kondizioak aurrealdeari forma ematean ezartzen dira, hor erabakitzen baita aire-korrontearen banaketa puntu dinamikoan (2.43 irudia). Puntu dinamiko baxua lortzen bada, aire asko pasatuko da sabaitik, eta horrek eragin positiboa du aurreranzko higidurarekiko erresistentzian. Aurrealdeari forma jakin bat emanez ibilgailuaren alboetatik aire asko ez pasatzea lortzen bada, haizearen alboko egonkortasuna hobetzen da. Oro har, eta azterketa aerodinamikoari dagokionez, honako hauek dira diseinu-fasean gehien zaintzen diren elementu edo guneak:

- ✓ *Aurrealdea*. Gune honetan, oso garrantzitsua da forma angelutsuak saihestea, aire-korronteak turbulenziazirik eragin gabe ukitu ahal izateko autoa. Airearekiko erresistentzian eragin handia dute presio-aldaketek eta fluxu-etenen ondorioz sortutako turbulenziek.

- ✓ *Haizetakoaren inklinazioa* (2.44 irudia). Inklinazio-angelu handiak, nolabaiteko berotegi-efektua sortzeko arriskua izan arren, Cx-ren hobekuntza nabarmena eragiten du.



2.43. irudia.



ρ	Cx	ΔCx %
65°	0,340	-1,4
55°	0,343	-0,8
50°	0,346	—
40°	0,347	+1,1
30°	0,349	+1,2
0°	0,370	+7,0

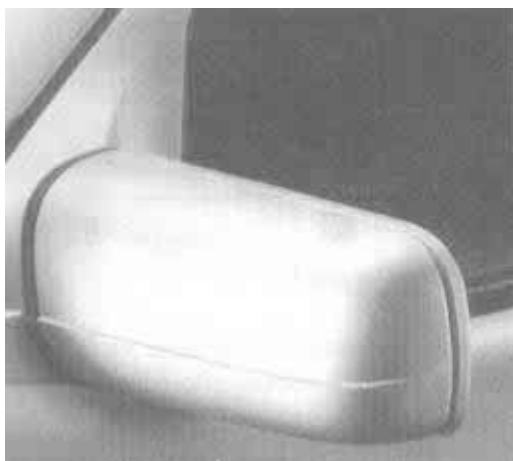
2.44. irudia. Haizetakoaren ρ inklinazio-angeluaren eragina Cx koefizientearen balioan (txartzea -, hobetzea +).

- ✓ *Atzeko lunetaren inklinazioa*. Faktore hau aurrekoa baino garrantzitsuagoa da. Izan ere, fluxua berlina-modelo baten atzeko goi-ertzean eteten bada, luneta gehiago zikintzeaz gain, airearekiko erresistentziaren eta goranzko bultzadaren balio txarragoak lortuko dira.
- ✓ *Atzealdea*. Gune honetan aire-korrontearen eten nabarmena dago, eta horrek eragin positiboa du ibilgailuaren ezaugarri aerodinamikoetan. Alde batetik, leundu egiten da atzeko lunetan zeharreko presio-aldaketa (2.45 irudia), eta bestetik, barneratze- eta finkatze-koefiziente hobekuntza lortzen dira eten definitu eta nabarmenaren bidez.



2.45. irudia.

- ✓ *Aurreko eta atzeko muntagen inklinazioa eta iragaiteko erradioak.* Elementu hauen formak eta kokapenak eragin handia dute airearekiko erresistentzian eta alboko haizearekiko sentikortasunean. Esate baterako, aurreko muntagari forma borobildua emanez soilik, C_x ehunen batean gutxitu daiteke. Edozein modutan, horrelako neurriak ez dira desorekatu behar alboko lunetetarako argitasun gutxiko pausuekin edo leiho-isurki desegokiekin.
- ✓ *Karrozeriaren lerro orokorra.* Aerodinamikari dagokionez, karrozeria berritzaileen oinarritzko ezaugarria da alboetan biribildutako forma, aurrealdean eta atzealdean sartuneak dituen. Horren bidez, lerro aerodinamikoa optimizatu nahi da, barneko espazioaren erabilgarritasuna kaltetu gabe.
- ✓ *Beste elementu batzuk,* kasurako, haizetako-garbigailuak edo kanpoko atzerako ispiluak (2.46 irudia), karrozeriaren osotasunean diseinatu eta integratu behar dira aire-fluxua ahalik eta gutxiena oztopatzeko.



2.46. irudia.

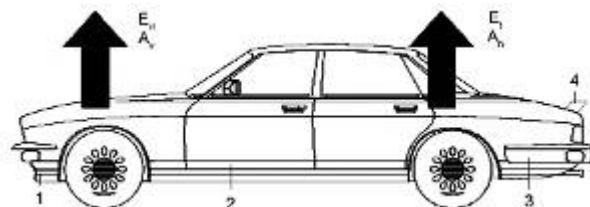
Aerodinamika aktiboa

Ibilgailu baten presio aerodinamikoko zentroa da haizeak, ibilgailuaren aurreranzko higiduraren eta airearen noranzkoaren eta abiaduraren funtzioan, karrozerian eragiten duen indarra adierazten den aplikazio-puntua. Presio-zentroaren eta grabitate-zentroaren arteko erlazioa da aldagai garrantzitsuenetako bat. Egokiena biak leku berean egotea litzateke, baina hori arraroa denez, presio-zentroa grabitate-zentroaren atzean egotea lortu nahi da, haizearen eragina txikiagoa izan dadin aurreko gurpiletan. Kontuan hartuz presio-zentroa tokiz aldatzen dela airearen eraso-angeluaren arabera eta ibilgailuaren kondizio dinamikoak aldatzen direnean (batez ere balaztatzeetan eta abiadura jakin batzuetan hartutako kurbetan), ibilgailu batzuetan abiaduraren mende geometria aldatzen duten aleroi eta *spoiler* moduko elementuak gehitzen dira. Horrek egonkortasun gehiago ematen duten aldaketa garrantzitsuak dakartza ibilgailuaren portaera aerodinamikoan (normalean presio-zentroa atzeratuz balaztatzeetan eta kurbetan).

Eranskin aerodinamikoak

Karrozeria modernoek airearekiko erresistentzia txikia izan behar dute, eta ardatzetan ez dute sortu behar ibiltze zuzenaren egonkortasunean eta alboko haizearekiko sentikortasunean eragiten duen goranzko indarririk. Helburu horiek betetzeko, besteak beste, eranskin aerodinamikoak erabiltzen dira. Karrozeriaren kanpoaldeko elementuak dira, ibilgailuaren estetika hobetzeaz gain (“kirol-itxura” ematen dute), ezaugarrietan ere hainbat hobekuntza ekartzen dutenak: itsaspen hobe, balazten aireztatze hobe, eta abar. Normalean, haien eragina ez da nabarmena abiadura handian ibili ezik.

Haize-tuneletan egindako esperimentuek erakusten dutenez, abiadura handitan sortzen den airearekiko erresistentzia eta aurreko zein atzeko ardatzetako goranzko bultzada gutxitu daiteke ibilgailuaren aurrealdean eta atzealdean hegal edo deflektore osagarriak jarrita eta alboko estaldurak, atzeko hegatsak eta atzeko aleroiak jarrita (2.47. irudia). Horrek guztiak asko laguntzen dio gidatzeari. Era berean, turbulenzia sortzeko joerarik ez duten azpi lauek ere eraginkorrak direla erakutsi dute aerodinamikari dagokionez.



- 1. Aurreko deflektorea
- 2. Alboko estaldura
- 3. Aterko deflektorea
- 4. Aterko aleroia

2.47. irudia.

Ondoko taulak hainbat osagaik edo aldaketak C_x koefiziente aerodinamikoan duten eraginaren balioak erakusten ditu:

<i>Eragina duen elementua:</i>	$\Delta C_x \%$
Maila 30 mm jaistea	-5 gutxi gorabehera
Abatz-estalki lauak	-1.....-3
Pneumatiko zabalak	+2.....+4
Leihatilak arrasean	-1 gutxi gorabehera
Zirrikitu hermetikotasuna	-2.....-5
Azpien estaldura	-1.....-7
Argi eraisgarriak	+3.....+10
Kanpoko atzerako ispiluak	+2.....+5
Aire-fluxua erradiadorean eta motor-baoan	+4.....+14
Balazten hoztea	+2.....+5
Bidaiari-lekuaren aireztatzea	+1 gutxi gorabehera
Leihatila irekiak	+5 gutxi gorabehera
Sabai irekigarri irekia	+2 gutxi gorabehera
Surf-taula bat eramatea parrillan	+40 gutxi gorabehera

3. koadroa.

Ondoren, elementu horien ezaugarri nagusiak azaltzen dira (2.48 irudia):



2.48. irudia.

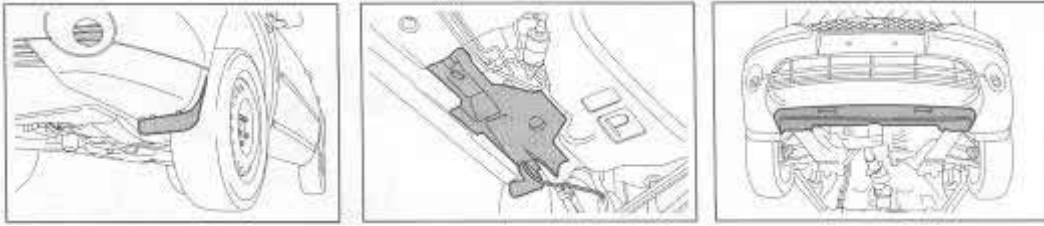
✓ *Deflektore edo spoilerrak.* Honako mota hauek bereizten dira kokapenaren arabera:

- Atzeko deflektoreak. Maletategiaren, sabaiaren edo atzeko beiraren goiko partearen ertzean jarri ohi dira, airea bideratu eta C_x gutxitu dezaten (2.49. irudia). Aire-fluxua aske ibiltzea eragozten dute, eta ibilgailuaren atzealdea altxatzen duen euste positiboaren bidez itsaspen orokorra hobetzen dute.



2.49. irudia.

- Azprietako deflektoreak. Aurreko eta atzeko gurpilen ondoan daude (2.50. irudia). Gurpilek sortzen dituzten aire-turbulentsiak (zarata aerodinamikoak) gutxitzea da haien lana. Batzuetan, da kolpe-leungailuaren behealdean jartzen diren deflektore batzuekin osatzen dira. Estalki aerodinamiko horiek ibilgailuaren azprietan eragiten diren aire-turbulentsiak ere gutxitzen dituzte, eta, era berean, ibilgailuaren azpiko aire-sarrera mugatzen dute. Aurretiaz azaldu bezala, era horretan bi helburu betetzen dira; alde batetik, barneratze-koefizientea zertxobait hobetzea (aurrealdeko gainazala handituz), eta bestetik, karrozeriaren behealdeko presioa gutxitzea, abiadura handian euste aerodinamikoa handitzeko



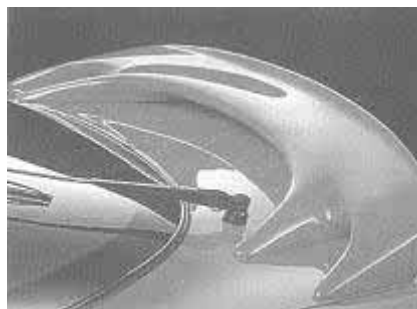
2.50. irudia.

- ✓ *Alboko hegala eta ertz-babesak* (2.48 irudia). Haien lana aire-korronteak era egokian bideratzea da, zuzenean atzeko gurpiletan eragin dezaten saihesteko; turbulentsiak murrizten dituzte, eta, horren ondorioz, airearekiko erresistentzia gutxitzen da. Aurreko hegala batekin batera egiten dute lan ibilgailuaren azpiak zigilatuz, hala, sortzen den presio baxuko gunea hobeto mantentzeko.



2.51. irudia.

- ✓ *Aurreko hegala*. Honen helburua da ibilgailuaren azpitik pasatzen den aire-kantitatea gutxitzea (2.51 irudia). Horren bitartez, ibilgailuaren aerodinamika zertxobait hobetzen da eta, batez ere, haren azpian itsaspena handitzen duen presio baxuko gunea sortzen da. Zenbat eta zorutik hurbilago, orduan eta handiagoa da hegala efektua; hala ere, konponbide hau ez da praktikoa serie-ibilgailuetarako. Galgak aireztatze diseinatutako aire-sarrerak izan ohi dituzte.
- ✓ *Atzeko hegala* (2.52 irudia). Deflektoreekin alderatuz, aleroiak karrozeria baino plano altuagoan daude kokatuta, elementu bien artean tartea dagoela. Haien funtzioa ere airearen irteera bideratzea da, ibilgailuaren aurreranzko higidura gera dezakeen turbulentsiarik sor ez dezan aire-korronteak. Haien diseinua hegazkinen hegala antzekoa da, baina forma alderantzikatuak kokatuta. Hala, presio baxuko gunea sortzen dute; horrek atzeko ardatza beherantz bultzatzen du, eta itsaspena handitzen da.

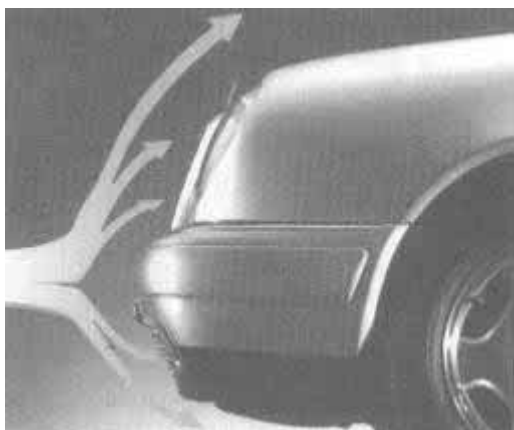


2.52. irudia.

Era berean, esekidura aktibo sistema berritzaileenek ahalbidetzen dute karrozeriaren maila automatikoki erregulatzea abiaduraren arabera. Hala, barneratzearekiko erresistentzia aerodinamiko eta gorazko indarrak txikiagoak dira, gutxitu egiten baita aire-zirkulazioa ibilgailuaren azpian. Horren ondorioz, autodirekzio-portaera hobetzen da abiadura handietan.

Gaur egun, ibilgailuetan erabiltzen diren konponbide aerodinamikoaren artean, honako hauek ditugu:

- ✓ Karrozeriaren forma aerodinamiko (maiz "ziri"-formakoa, altuagoa atzealdean).
- ✓ Erradiadorearen sareta okertuta jartzea; aurreko kolpe-leungailuaren diseinuarekin batera (hegala barnean hartu ohi duena), askatzerik gabeko aire-fluxua ziurtatzen du karrozeriaren gainean eta inguruan (2.53 irudia).
- ✓ Gurpil-paseen aurrealdean azpietako deflektoreak gehitzea, goranzko indarrak, pneumatikoen aurrean sortzen den presio dinamiko eta galgen tenperatura gutxitzeko.
- ✓ Airearen irristatze ona bermatzen duen ibilgailuaren profila, aldi berean ikuspena eta funtzionalitate ona mantentzen dituen.



2.53. irudia.

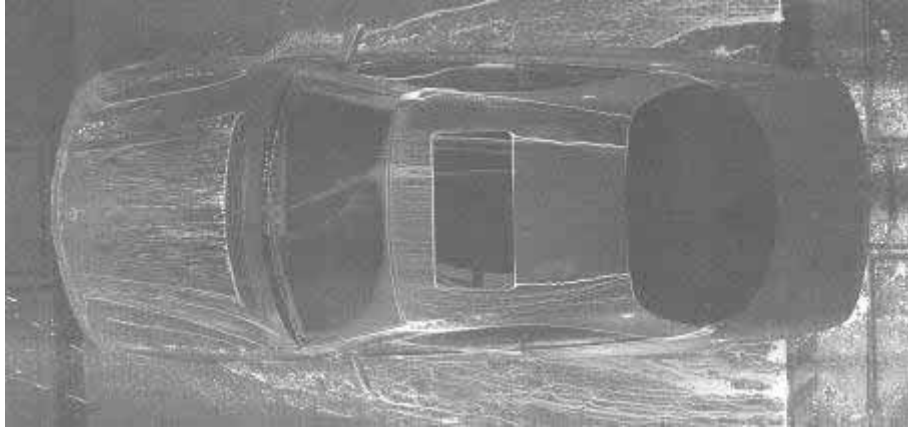


2.54. irudia.

- ✓ Aurreko zutabearen gainean pantaila-funtzioa betetzen duten elementuak jartzea alboko leihoak ez zikintzeko, euri-ura sabairantz desbideratuz (2.54 irudia).

Edozein modutan, hobetze aerodinamiko lortzeko neurriek ez dituzte kaltetu behar beste martxa-kondizio batzuk, adibidez:

- ✓ Lurrarekiko distantzia egokia ziurtatzea.
- ✓ Alboko leihoak eta atzeko luneta zikintzea eragozteko. Horretarako, euri-uraren ebakuazio-proba egiten zaio karrozeriari, beste proba batzuen artean (2.55 irudia).



2.55. irudia.

- ✓ Erradiadorearen saretaren neurria behar bezain handia izatea ziurtatzea, aire-fluxu egokia izateko (hozterako eta klimatizaziorako batik bat).
- ✓ Galgak eta antzeko osagaiak aireztatzeko aire-fluxuak izatea.
- ✓ Tamaina baliagarria duten kanpoko atzerako ispiluak izatea.

Haize-tunelak

Lehenago adierazi bezala, diseinu aerodinamiko egokia lortzeko, aldez aurretiko ikerketez eta kalkuluez gain, beharrezkoa da esperimentazio-proba praktikoa egitea ibilgailuaren prototipo edo eskalazko modelo oinarrituta (2.56 irudia).

Proba horiek haize-tuneletan egiten dira. Instalazio horietan, ibilgailuaren hainbat ibiltze-kondizio simula daitezke, eta karrozeriaren erreakzioa neur daiteke gurpil bakoitzaren azpian kokatutako dinamometroak erabiliz.

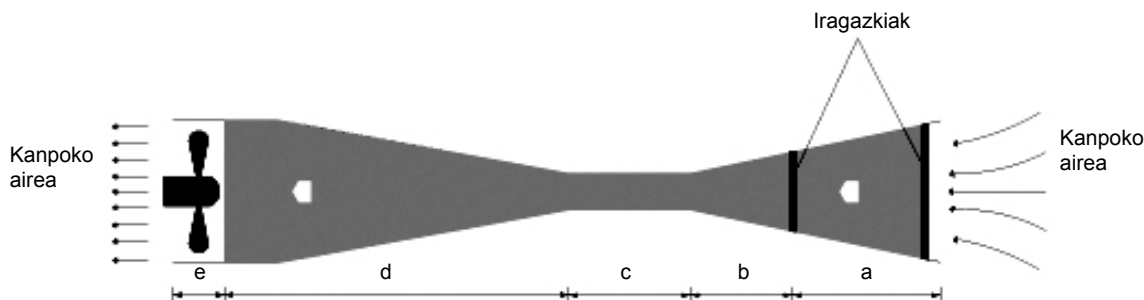
Gaur egun ez dago C_x -ren balioa lortzeko prozedura normalizaturik, desberdintasun txikiak baitaude proba-instalazioetan egiten diren neurketen emaitzetan. Hori gertatzen da haize-tunelak ez daudelako fluxu-kondizio, ibilbide eta neurketa-instalazio berdinekin normalizatuta.



2.56. irudia.

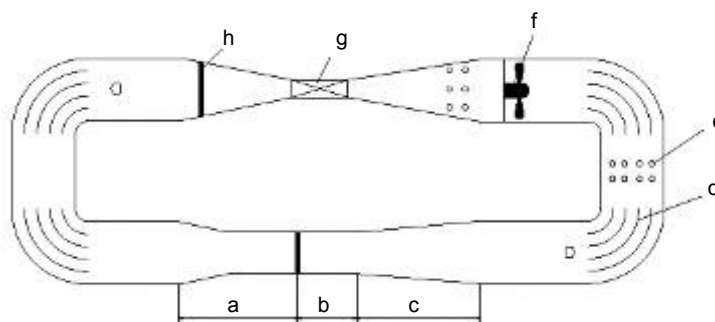
Oinarrizko bi instalazio mota daude:

- ✓ Eiffel-sistema, airea xurgatu eta beste muturretik berriz kanporatzen duen tutu ireki baten printzipioan oinarritua.



2.57. irudia. Zirkuitu irekiko tunel aerodinamiko. a. Hodi biltzailea. b. Baretze-ganbera. c. Kontrolgunea. d. Barreiatzailea. e. Haizagailua.

- ✓ Göttinger-sistema; sistema honetan, airea zirkuitu itxi batean mugitzen da. Aire-masa martxan jarrita, zirkulazioan mantendu baino ez da egin behar, eta horregatik aurreko sisteman baino energia gutxiago behar da.

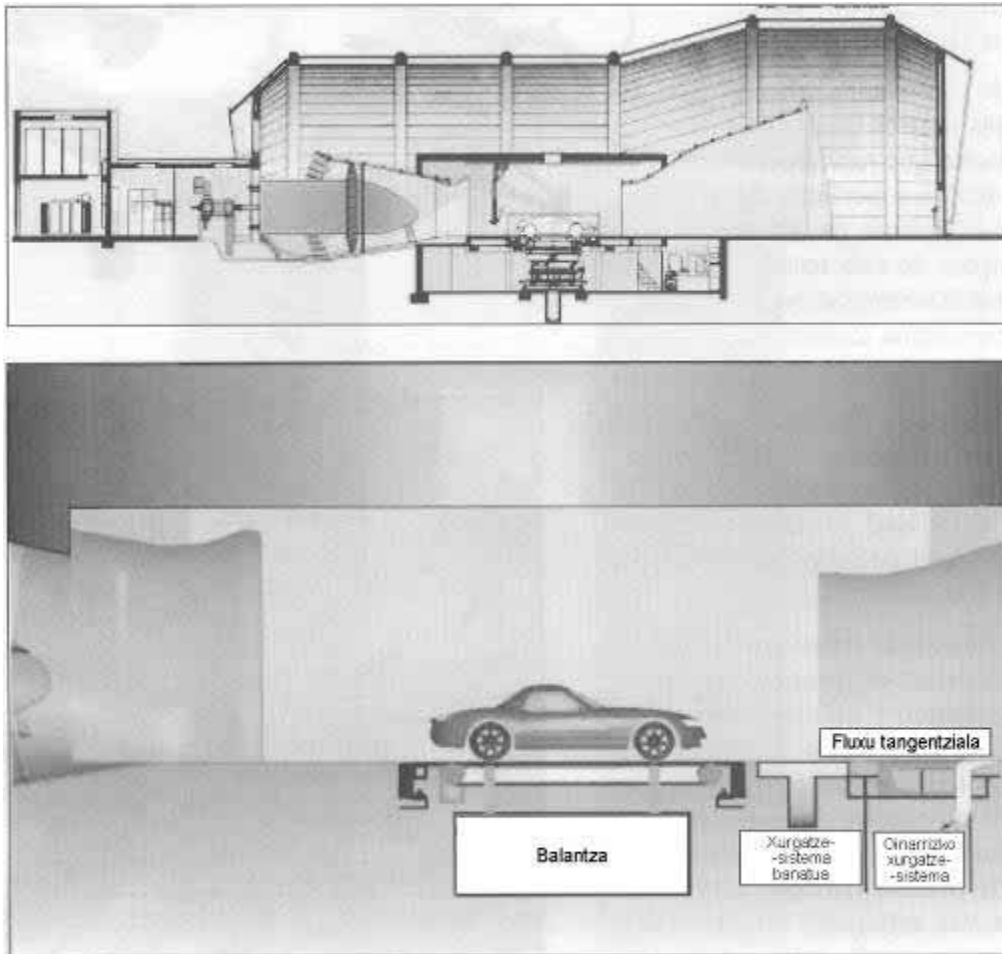


2.58. irudia. Zirkuitu itxiko tunel aerodinamiko. a) Hodi biltzailea. b) Proba- eta kontrol-gunea. c) Barreiatzailea. d) Besoak. e) Aire-sarrera. f) Haizagailua. g) Hozte-ganbera. h) Iragazkiak.

Tunel itxiak, energia-gastu txikiagoa izateaz gain, luzera erabilgarri gehiago du, baina sentikortasun handia du buxadura-efektuarekiko. Izan ere, mugimenduan dagoen aire-masa batek oztopo baten (ibilgailua) kontra egiten duenean talka, desbideratzeko gai izan behar du, baina tunel itxi batean higitzen denez oztopoaren inguruan, airea hormen eta autoaren artean konprimitzen da. Horren ondorioz, presioa handitu egiten da eta korronea neurtu beharreko objektu osoan zehar azeleratzen da, eta horrek neurketa-errore txikiak eragiten ditu; izan ere abiadura faktore erabakigarria da erresistentzia dinamikoaren kalkuluan (airearen erresistentziaren formula). Tunel irekian, aldiz, alboko hormak neurtu beharreko objektuan zehar mugitzen dira (atzeratu egiten dira); hori dela eta, zenbat eta handiagoa izan neurtu beharreko objektua, orduan eta handiagoak izan behar dute tunelaren sekzioek.

Azaldutakoez gain, konpromiso-konponbideak ere badaude, esate baterako, luzetarako zuloak dituzten mugatze-hormak dituzten neurketa-tarteak jartzea.

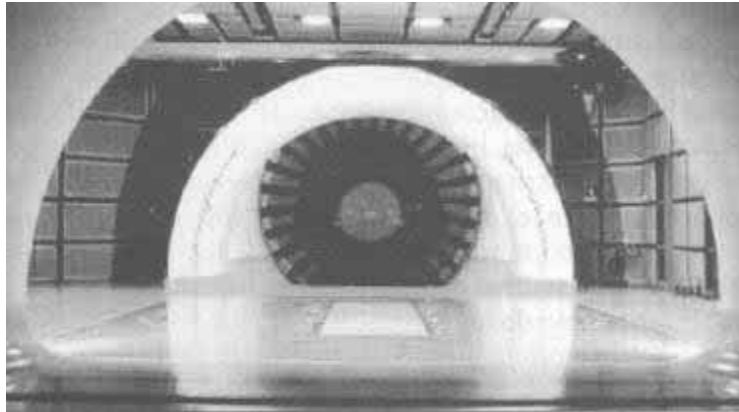
Gaur egungo haize-tunelak oro har egitura itxi batez eratuta daude, eta bi proba-ganbera handi ditu: bata abiadura altuetarako eta aire-korronte estuetarako, eta bestea abiadura txikiagoetarako eta proba klimatikoetarako (2.59. irudia).



2.59. irudia.

Airea paladun helize handiekin mugiarazten da (2.60. irudia), eta haren ibilbidean abiadura handitu eta gutxitu egiten da, pasatzen den sekzioen arabera.

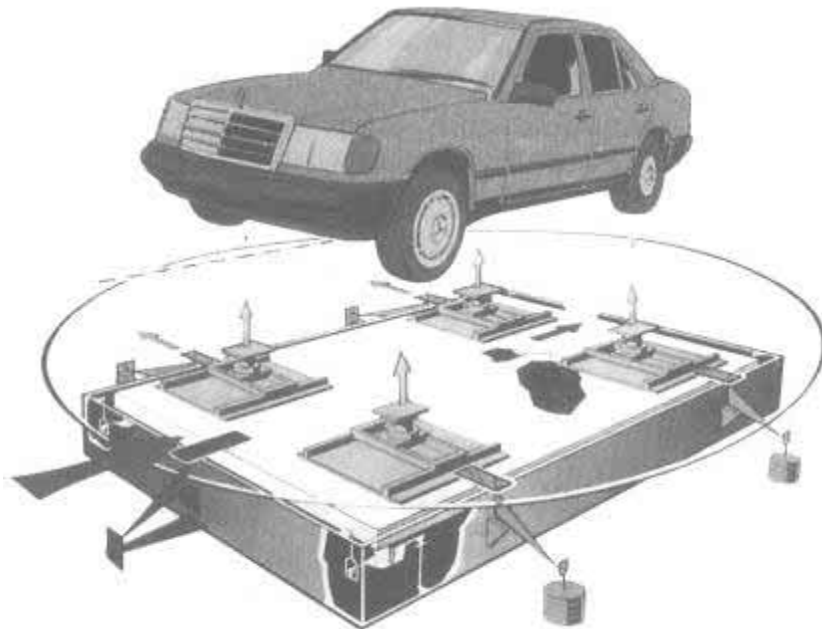
Hasiera batean, aire-fluxua autoaren gainean aztertzeko hariak itsasten ziren karrozerian. Arrunta da koloreztatutako kea karrozeriaren gainera proiektatzea ere, aireak nola jokatzen duen ikusteko. Teknika berriek aparra eta argi ultramorea erabiltzen dituzte.



2.60. irudia.

Koefiziente aerodinamikoak zehazteko, beharrezkoa da ibilgailuaren hiru ardatzen arabera sortzen diren indarrak eta momentuak ezagutzea. Horretarako, abiadura handiko gunean doitasunezko plater birakariko baskula dinamometrikoa dago, 24.000 newton bitarteko indar aerodinamikoak ebaluatzea ahalbidetzen duten zazpi sentsore trukagarri dituena (2.61).

Haize-tunelak eguzki-zamak simulatzeko gai dira, 30° C arteko giroan errepide-gainazalek askatzen duten beroaren parekoa sortzen duten lanparak sabaian muntatuz. Instalazio horren erabilera tipiko bat auto-ilaretan pilatzen den beroa simulatzea da.



2.61. irudia.

Tunelak, gainera, erregistro-ekipamendu berrienekin eta abiadura neurtzeko teknologia ez-intrusi- boekin daude hornituta (Laser Doppler anemotria, partikulen irudien abiadura-neurtzea eta infragorri bi- dezko termografia).



2.62. irudia.

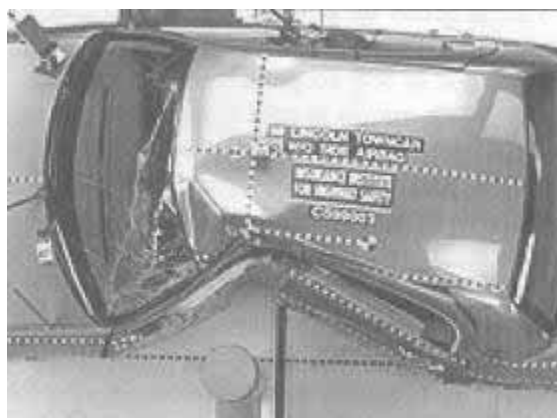
Instalazio berritzaileenek bi proba-unitate dituzte: haize-tunel aeroakustikoa eta haize-tunel termikoa. Haize-tunel aeroakustikoaren helburua da ibilgailuaren inguruko airearen fluxua aztertzea, zarata-iturriekin batera. Hala ere, proba-unitateak barne hartzen ditu haize-tunel arruntekin lotzen diren lanak ere, esate baterako, koefiziente aerodinamiko hobetzea edo zama aerodinamiko positibo edo negatiboa aztertzea. Proba-unitate aeroakustikoak 300 km/h-ko haizeak sor ditzake. Zailtasun handiena operazioen zarata-maila oso baxu mantentzean datza, errendimendu-potentzial handia izanda ere, probatutako ibilgailuak sortutako haize-zarata modu argian zehazteko. Era berean, gaur egungo tuneletan, ezinbestekoa da lehenengo haize-tunelek sortzen zituztenak baino euste-gainazalaren simulazio erreala sortzea proba-unitateak. Hori aurrerapen handia da, lehen ibilgailuak gurpilak geldi zituztela baino ezin baitziren probatu, eta faktore horrek amaierako emaitzen zehaztasuna mugatzen zuen. Bidaiarien ibilgailu baten karga aerodinamikoaren % 50 xasisaren menpekoa da; hori dela eta, tunel berrienen gainazalaren simulazio-efektua bereziki eraginkorra da koefiziente aerodinamiko gutxitzeko. Era berean, teknikariek haize-zarata ikertzen dute, irizpide psikoakustikoak kontuan hartuta, zarata horretan eragin ahal izateko. Bestela esanda, garrantzia ematen zaio pertsonen pertzepzioari, eta ez, adibidez, erabat fisikoa den informazioari. Hala, akustika-adituek baieztatu dute, haizeak sortutako zarataren pertzepzioari dagokionez, garrantzitsua goa dela soinuaren "tinbrea" zarata-maila baino. Haize-tunel termikoan, bestalde, motorrean zeharreko aire-fluxua eta hozte-sisteman duen eragina aztertzen dute teknikariek, eta horrek sistema bi sortzen ditu: bata, bero-gestioari dagokiona, berotze-, aireztatze- eta aire girotu -ekipamenduen ikerketarako diseinatua, hau da, bidaiariaren erosotasunerako osagaiak; bestea, motorraren gestioari dagokiona, motorraren errendimenduari eragin diezaioketen parametroez eta haien kontrol-sistemez arduratzen da.

Erabilitako tunel-sistema alde batera utzita, tunelaren arkitekturak ahalik eta aire-korronte laminarrena sortu behar du (turbulentziarik gabekoa). Kondizio horietan baino ezin dira mugatu aztertu beharreko objektuak eragiten dituen turbulentziak. Haizebide-efektua lortzen laguntzen dute kanalaren alboetako norabide-aldaketaren profilek, airearen noranzkoa fokatzeko panelek eta inbutu-formako estutzeek, azkenean ondo zuzendutako aire-korrontea heltzeko ibilgailura.

2.6 Crash-test-ak

Automobilgintza-industriak sona handiko espezialisten zerbitzuak dituzte istripu-azterketak egiteko. Medikuek eta zirkulazio-adituek kasu-mota bakoitzaren lesio tipikoak eta kalte materialak aztertzen dituzte. Istripuen larritasunari eta istripu-motei buruzko estatistikek arriskuak bereiztea ahalbidetzen dute.

Ibilgailuak jakineko talka batean izango duen portaera ikertzeko (istripuen ondorioak gutxituta, segurtasuna hobetzeko), automobilgileek garrantzi handia ematen diete talka-probei. Proba horiek *crash-test* izenez dira ezagunak (laborategian egindako istripu-simulazioak); izan ere, lan horiek lagundu dute gehien bidaiarien babesa hobetzen. Hala, talka batean parte hartzen duten fenomeno tekniko eta fisikoak eta talka izanez gero karrozeriaren portaera zein den zehazten dute, *dummy*-ek (maniki antropomorfoak) jasaten dituzten esfortzuak eta bidaiari-lekuaren dimentsioak neurtuz (2.63 irudia).



2.63. irudia.

Duela hainbat urtetik hona, ordenagailu bidezko simulazioa ezinbesteko baliabide bihurtu da automobilen segurtasuna hobetzeko. Ordenagailu bidezko simulazioak esperimendu praktikoak ordezkatzeko ez dituzten arren, saiakuntza horietako oinarritzko kondizioak asko garatu dira, orain, eraikuntza-konponbide optimizatuekin lan egin daiteke eta (2.64 irudia).



2.64. irudia.

Crash-test probek ibilgailuaren segurtasun aktiborako sistemen eraginkortasun orokorra neurtzen dute, eta horrek eragin zuzena izan du sistema horien eboluzio handian. Proba horien emaitzetatik ere ondorio baliagarriak lortzen dira (batez ere aseguru-konpainientzat) karrozeriaren konpongarritasunari buruz, talkaren magnitude eta orientazioaren arabera.





















Talka-probak partzialak (xasisaren elementu batzuenak) edo prototipo osoenak izan daitezke.

Horietan, frogatu da egitura zurrinak oso kaltegarriak direla giza gorputzarentzat talka gertatuz gero, dezelerazio altuegia sortuko litzateke eta. Errazegi deformatzen den karrozeriak, aldiz, ibilgailuaren barruan harrapatuko lituzke bidaiariak.

Proba horietan lortutako datuen azterketaren bidez, lortu nahi da talkan sortutako energiaren parterik handiena xurga dezakeen egitura, gehiegizko dezelerazioa eragozteko, eta,aldi berean, bidaiari-lekua osorik mantentzeko bezain zurrina. Horren guztiaren helburua da ahal den neurrian bermatzea gehieneko babesa, ez ibilgailuan bertan doazen bidaiariei soilik, baizik eta talkan nahasitako beste ibilgailuetako bidaiariei edo oinezkoei ere, ahalik eta ondorio txikienak izan ditzaten.

Talka-proba motak

Ibilgailu baten talka-probak diseinu-prozesuaren eta ondorengo homologazioaren oinarritzko zati dira. Izan ere, fabrikatzen diren ibilgailu guztiek legeak ezarritako estandarrak bete behar dituzte merkaturatzeko homologazioa lortzeko. Ahalik eta emaitzarik osoena izateko, kontuan hartu behar da gerta daitezkeen istripu mota ugariak; istripu horiek abiadurak, izan daitezkeen oztopoek (finkoak, mugikorak eta nolabaiteko deformagarritasuna dutenak) eta ibilgailuko bidaiarien ezaugarri fisikoen menpe daude. Konplexutasun hori ikusita, automobil baten segurtasun pasiboa proba ugari eginez (100 proba baino gehiago) baino ezin da ezarri. Automobilgileek 40 talka mota baino gehiago probatzen dituzte modelo bat gaitzeko. Proba horietako bakoitza ez da behin bakarrik egiten; errepikatu egiten da ibilgailuaren garapen-fase bakoitzean, prototipoetatik serie-modeloetara. Era berean, produkzioa hasi ondoren, ibilgailu guztien laginketak egin ohi dira diseinuaren espezifikazioekin bat datoze la ziurtatzeko. Proba horien adierazgarritasunaren (kasuistikan) adibide gisa, 50 km/h-ko abiaduran deformagarria ez den oztopo finko baten kontrako talka auto biren (berdinak eta pisu berekoak) talkaren parekoa da gutxi gora behera, bata bestearen kontra 50 km/h-ko abiaduran jaurtitzen badira. Sortutako energia 100 km/h-ko abiaduran doan auto batek geldo dagoen beste baten kontra talka egiten duenean sortzen denaren baliokidea da ia.

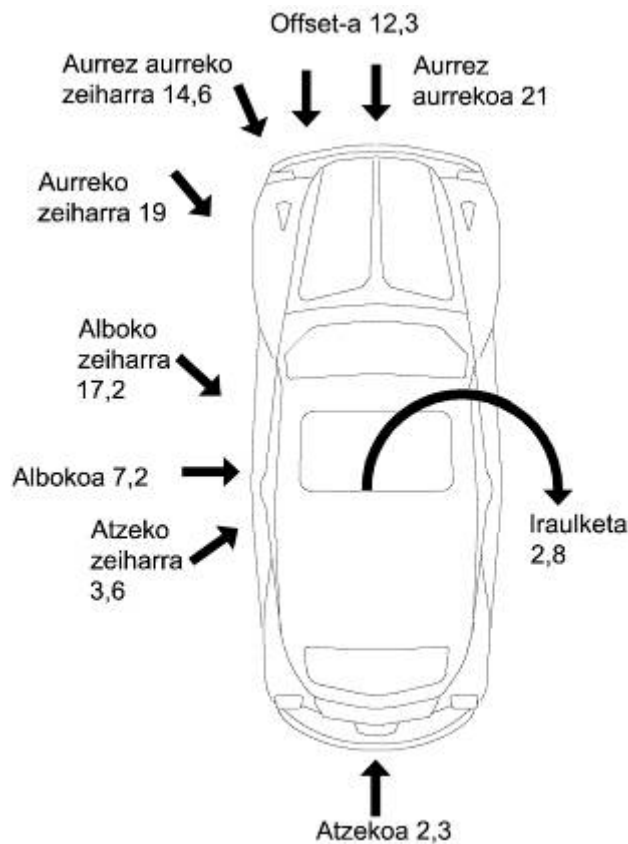
<p>Auzer autoko tala</p>		
 <p>Abitadua (km/h): 0-8 Zama: plaza hutsian eta barne-errotan giza ibilak Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p>	 <p>Abitadua (km/h): 0-3-6-2 Zama: plaza hutsian Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p>	 <p>Abitadua (km/h): 48,3-90,3 Zama: 2 pertsona + zama Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p>
 <p>% 20 azelerazioa / % 25 azelerazioa Abitadua (km/h): 40,3-58,3 Zama: 2 pertsona + zama Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p>	 <p>% 00ko gertarantz 17' ez ibarizteko sistemak Abitadua (km/h): 55 Zama: 2 pertsona Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p>	 <p>% 40ko gertarantz Abitadua (km/h): 10 Zama: pertsona 1 Probaketa gailu: - bitarteko esortza</p>
<p>Aiboko tala</p>		
 <p>Abitadua (km/h): 0-5-2 Zama: pertsona 1 + zama Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p> <p>esortza esortza esortza</p>	 <p>Abitadua (km/h): 54 Zama: 2 pertsona + zama Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p> <p>esortza esortza esortza</p>	 <p>Abitadua (km/h): 32-35 Zama: pertsona 1 + zama Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p> <p>esortza esortza esortza</p>
<p>Aitzeko tala</p>		
 <p>Abitadua (km/h): 4 - 8 Zama: plaza hutsian eta barne-errotan giza ibilak Probaketa gailu: - bitarteko esortza</p>	 <p>Abitadua (km/h): 30 - 50 Zama: plaza hutsian Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p> <p>1100 kg</p>	 <p>Abitadua (km/h): 60,3 Zama: 2 pertsona + zama Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p> <p>1800 kg</p>
 <p>% 40ko gertarantz Abitadua (km/h): 50 Zama: 2 pertsona + zama Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p>	 <p>% 40ko gertarantz Abitadua (km/h): 55 Zama: 2 pertsona + zama Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p>	 <p>% 30 azelerazioa/azelerazioa ez ibarizteko sistemak Abitadua (km/h): 48,3-58,3 Zama: 2 pertsona + zama Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p>
 <p>Abitadua (km/h): 32-50 Zama: 2 pertsona Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p>	 <p>% 00ko gertarantz Abitadua (km/h): 50-54 Zama: 2 pertsona + zama Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p>	
 <p>Abitadua (km/h): 58 - 56 Zama: pertsona 1 + zama Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p>	 <p>Rolavara</p>	<p>Isulaketa</p> <p>Abitadua (km/h): 50 Zama: pertsona 1 Probaketa gailu: - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza - bitarteko esortza</p>
 <p>% 40ko gertarantz Abitadua (km/h): 15 Zama: pertsona 1 Probaketa gailu: - bitarteko esortza</p>		

2.65. irudia.

Talka-proben diseinua talka mota ohikoenen estatistiken ikerketan oinarritzen da (2.66 irudia). Azterketa horretatik ondoriozta daiteke istripuen bi heren baino gehiagotan aurrez aurre edo zeiharka erasaten zaiola ibilgailuaren aurrealdeari (zabalera osoan edo parte batean izango dira ondorioak, hurrenez hurren). Talka horiek guztiak hainbat tamainatako ibilgailuen artean eta hainbat abiaduratan gertatzen dira.

Proba mota ugari dagoen arren, indarrean dagoen Europako legediak homologatutako bakarrak dira aurrez aurreko eta alboko talken probetan lortutako biomekanika- eta egitura-emaitez aztertzen dituztenak. Oro har, hauek dira talka-proben helburuak:

- ✓ Aurrez aurreko talketan egitura sostengagarriaren errefortzuak optimizatzea eta eustebaliabide egokiak lortzea.
- ✓ Alboko talketan, intrusioa eragozteko bidaiari-lekuan.
- ✓ Iraulketetan, deformazioen ondorioz bidaiari-lekua zapaltzea saihestu nahi da.
- ✓ Atzeko talketan, buru-euskarrien eta erregai-tangaren eta haren kanalizazioen portaera ikertzen da.

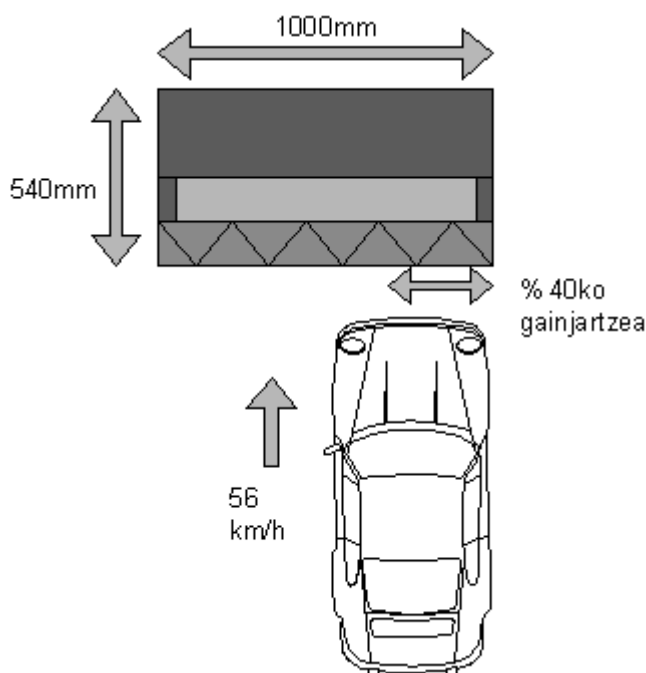


2.66. irudia.

■ Aurrez aurreko talka

Istripu-estatistikek erakusten dutenez, ia talken bi heren aurrez aurrekoak dira, eta horietatik erdiek aurrealdeko azaleraren % 30-50i eragiten diete.

Talka mota horren ondorioak aztertzeko, 96/79 arteztarauko ECE R94 arauak zehaztutako proba egiten da: lerrokatu gabeko aurrez aurreko talka bat aztertzen da, 56 km/h-ko abiaduran abaraska-forma duen egitura deformagarri baten kontra gertatzen dena (beste ibilgailu bat simulatzen du); ibilgailuaren aurrealdearen % 40ri eragiten dio gidariaren aldean (*offset*) (gidariak bolantea biratzeko astia izan balu bezala, erabateko aurrez aurreko talka saihesteko) (2.67 irudia).



2.67. irudia.

Talka mota horretan, aurreko eserlekuetan dagozkien euste-sistemak lotuta jartzen diren maniki edo *dummy* birekin egiten da proba (proba homologatuz gain, badaude beste proba osagarri batzuk: hiru urteko ume baten tamainako maniki bat jartzen da gidariaren atzean eta 18 hilabeteko beste baten tamainakoa kopilotuaren atzean, biak haien adinari dagozkien aulki berezietan; batzuetan ez dituzte izaten "helduek" dituzten sentsoreak, baina talkaren grabazioak haien portaera aztertzea ahalbidetzen du). Manikiek zenbait sentsore dituzte talkaren ondoriozko indarrak eta azelerazioak neurtzeko haien anatomiaren hainbat partetan, adibidez, toraxean, buruan, lepoan, tibian eta femurrean.

Talkaren ondorioz, aurreko kolpe-leungailuaren, ibilgailuaren aurreko partearen eta, kasu larrietan, bidaiari-lekuaren aurrealdearen (aginte-mahaiaren hormaren gunea) deformazioak xurgatzen du energia zinetikoa. Aurreko aldearen luzera 40 eta 70 cm bitartean konprimitzen da (ibilgailuaren diseinuaren arabera: karrozeriaren forma, trakzio mota, motorraren kokapena, masa eta neurriak) (2.68 irudia). Motorrak, ardatzek eta gurpilek ere xurgatzen dute energia. Direkzio-zutabea, bestalde, tolestu egin behar da, bolantea zentimetro apur batzuk baino mugitu ez dadin (gehienez 10 cm) gidariaren tokirantz. Deformazio handia gertatuz gero, pedalak igo egin behar dira eta aginte-mahaiaren kontra jarri, haien kokapena ondo diseinatuta badago behintzat.

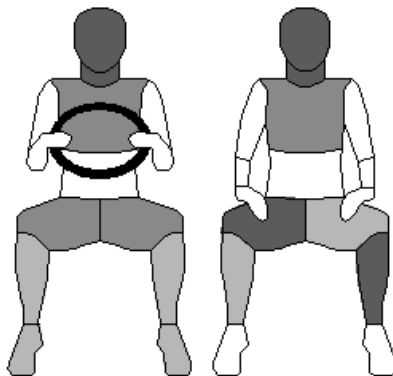


2.68. irudia.

Ondoren era laburtuan azalduko ditugu ibilgailuak gainditu behar dituen segurtasun-kontuak talka-mota horretan:

- ✓ Proban zehar, atek ez dira ireki behar eta aurreko ateen blokeo-sistemak ez du ezustean aktibatu behar.
- ✓ Talkaren ostean, gutxienez aurreko ate bat eta atzeko beste bat ireki behar dira (tresnarik erabiltzea beharrezkoa izan gabe), manikiak ibilgailutik atera ahal izateko euste-sistemetatik askatu eta gero; horretarako, beharrezkoa da 60 N-eko indar maximoa ezartzea irekigailuan. Era berean, behar izanez gero, eserlekuen bizkarraldeak (edo eserlekuak) etzateko moduan egon beharko dute, bidaiari guztiak ateratzeko.
- ✓ Bolanteak gorantz ez du desplazatu behar 80 mm baino gehiago, ez eta atzerantz 100 mm baino gehiago ere.
- ✓ Talkan ez da askatu behar manikia jotzean kalte-arriskua handitu dezakeen barneko pieza edo osagairik.
- ✓ Erregai-ihes txikiak baino ez dira onartuko, 0,5 g/s ingurukoak.

Manikiek erregistratzen dituzten datuei dagokienez, honako hauek dira talka-mota horretan arrisku handiena duten guneak (2.69 irudia): burua, lepoa, toraxa eta hankak. Talka mota horien probetan, lepoaren flexio-mugimenduak, toraxaren, femurraren eta tibiaren gaineko konpresioek eta belauaren artikulazioaren desplazamenduak ez dituzte ezarritako neurriak gainditu behar. Oro har, parametro hauek neurtzen dira aurrez aurreko talka baten ondorioak balioztatzeko:



2.69. irudia.

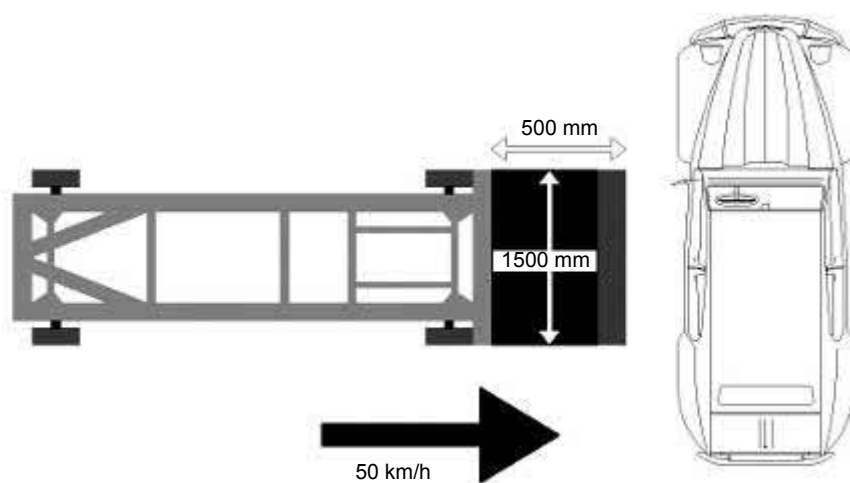
- ✓ Burua: HIC 36 irizpidearen arabera.
- ✓ Lepoa: tentsioa, hedapena eta indar ebakitzaila.
- ✓ Toraxa: konpresioa eta ehun bigunen irizpidea.
- ✓ Zangoaren goiko partea: indarra femurrean eta belauetan.
- ✓ Zangoaren beheko partea: tibiaren konpresioa.
- ✓ Oina eta orkatila: oinen azpiko plataformaren intrusioa eta galga-pedalaren desplazamendua. Talkaren ondoren, bidaiari-lekua osorik mantendu behar da. Hori honako gune hauei dagokie bereziki:
 - Aurreko hormaren aldea (direkzio-instalazioaren, tresneria-panelaren, pedalen desplazamendua eta oinentzako tartearen kontrakzioa).
 - Zorua (eserlekuak hondoratzea edo makurtzea).
 - Alboko horma (ateak irekitzea istripuaren ondoren).

■ Alboko talka

Estatistika-ikerketen arabera, alboko talkak dira istripu guztien % 25. Horrelako talketan, askoz zailagoa da ibilgailuko bidaiariak babestea. Alboko talkek lesio-arrisku handia dute, egituraren piezen eta estalduren xurgatze-gaitasun mugatuaren ondorioz bidaiari-lekua asko deformatzen da eta. Bolumen deformagarri txikia dago talka horietan. Ateak erabakigarriak dira, eta babes egokia emateko, beharrezkoa da zutabeei lotuta mantentzea itxiera-mekanismo eta banda sendoen bidez. Ateen zurruntasunak, horiek lotzen dituzten luzetarako habeek eta sabaiko luzetarako habeek mugatzen dute bidaiari-zelularen erresistentzia.

Eserlekuen diseinuak ere garrantzi handia duela ikusi da. Gaur egun, segurtasun-maila handiena segurtasun-uhale integratuak dituzten eserlekuek (eserleku integralak) ematen dute. Eserleku horiek oso lotura sendoa dute zoruarekin, eta gune horren segurtasuna hobetzeko errefortzuak sakon ikertzen dituzte. Eserlekuan integratuta dagoen segurtasun-uhalean beharrezkoa da egitura-zurruntasun hori. Azken finean, segurtasun-uhalean eragiten duten indar guztiek eserlekuaren eta zoruaren eraikuntzan eragiten dute.

Alboko talken proba estatikoetan –Europako 96/27/CE arteztarauko ECE R95 arauak erregulatzen ditu–, ibilgailuak inpaktu perpendikularra jasotzen du bidaiariaren aldetik. Kolpea eskorga mugikor deformatagarri batekin ematen da (30 cm luze da, 950 kg ditu eta 50 km/h-ko abiadura mugitzen da)(2.70 irudia). Hala, ateen edo segurtasun-uhalen ainguraketen erresistentzia eta beste alderdi batzuk aztertzen dira.



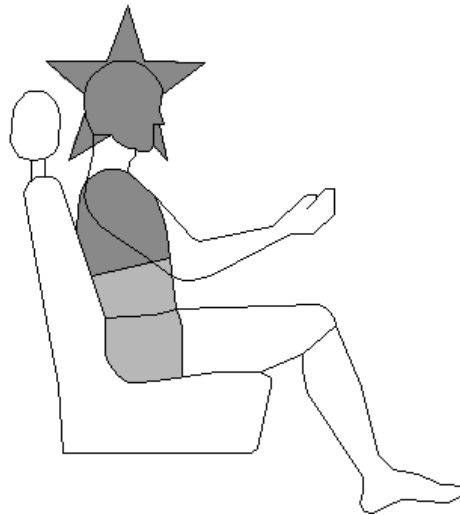
2.70. irudia.

Probari berari dagokionez, ibilgailuak gaintitu behar dituen kondizioak aurrez aurreko probakoetakoen oso antzekoak dira.

Manikiek erregistratuko datuez ari garela, alboko talkak gune hauei eragiten die gehien: burua, toraxa, abdomena eta pelbisa (2.71 irudia); atal horiek ez dute jasan behar ezarritako mugak gaintitzen dituen indarrik.

Alboko talka baten ondorioak balioztatzeko, parametro hauek neurtzen dira:

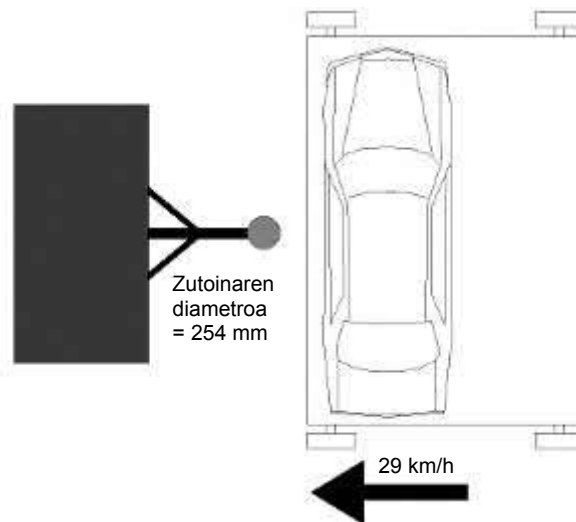
- ✓ Burua: HIC 36 irizpidearen arabera.
- ✓ Lepoa: tentsioa, luzatzea eta indar ebakitzaila.
- ✓ Toraxa: konpresioa eta ehun bigunen irizpidea.
- ✓ Abdomena: indar abdominal osoa.
- ✓ Pelvisa: pubiseko indarra.



2.71. irudia.

Egitura-puntu erresistenteak, kasu honetan, alboko hormaren egituraren erresistentziaz (muntagen goiko eta beheko loturak, eta ateen muntagetarako finkatzea), zoruko eta eserlekuko zeharkako habeen gaitasunaz eta atearen barnealdeko estaldura-motaz arduratzen dira bereziki.

Azaldutako alboko talkaren probaz gain, horren aldaera estatiko bat egin ohi da, zutoin baten kontrako alboko talkan oinarritua (2.72 irudia).



2.72. irudia.

Proba horrekin, alboko aire-poltsen eraginkortasuna eta kapotaren portaera egiaztatzeaz gain, ateez ez ematea eta esfortzuak egiturara ahalik eta zurrunena transmititzea da helburu nagusia. Proba 29 km/h-ko abiaduran egiten da poste estu baten kontra, barneratze gehiago egon dadin bidaiari-lekuaren barnealderantz. Aire-poltsa gabeko talkan, gidariaren buruak lesio oso garrantzitsua sortzeko besteko indarrarekin jo lezake postea.

Karrozeriaren portaera sakon aztertzeko, talka-proba osagarri gehiago egiten dira, eta horien artean honako hauek aipa daitezke:

■ Atzeko talka

Atzeko talken proba estatikoei dagokienez –ECE 32/34 arauak erregulatzen ditu–, ibilgailuak eskorga mugikor baten bitartez jasotzen du inpaktua 35/38 km/h-ko abiaduran (2.73 irudia). Bidaiari-lekuak ia ez du deformatu behar, atea ireki ahal behar dira, maletategiaren atea ez da bidaiari-lekuan sartu behar atzeko lunetatik, eta erregai-tangak “iragazgaitz” mantendu behar du. Era berean, buru-euskarriak bidaiarien lepoa gehiegi luzatzea eragotzi behar du.



2.73. irudia.



2.74. irudia.

Proba horren aldaera bat poste zurrun baten kontrako talka da (2.74 irudia); proba horretan, batez ere elementu hauen erresistentzia aztertzen da: kolpe-leungarriak, zeharkako habea, luzetarako habea eta kapota edo atzeko atea.

■ Iraulteta

Iraulteta-probek (*roll-over test*) sabaiaren egituraren zurruntasuna aztertzen dute. Talka-mota hau fase bitan egin ohi da (2.75 irudia): lehenengoan, 50 km/h-ko abiaduran bultzatzen den eskorga okertu batean jartzen da ibilgailua; ondoren, eskorga bat-batean blokeatzen da eta ibilgailua airean ateratzen da biraka, gelditu arte.



2.75. irudia.

Beste batzuetan, ibilgailua erorketa librean erortzen uzten da 50 cm-ko altueratik sabaiaren aurreko ezkerreko izkinaren gainean. Kasu horretan ere bidaiari-lekuak ez du asko deformatu behar.

Lesio-arriskua gutxitzeko, beharrezkoa da sabaiak eta muntagek zurruntasun egokia izatea. Sabaiaren zurruntasuna hobetzeko zapalketa-proba estatikoa ere egiten da. Proba horretan, zenbait konpresio-efortzu eragiten dira muntagetan, haien erresistentzia eta deformatagarritasun-maila aztertzeko (2.76 irudia).



2.76. irudia.

■ Sute-arriskuaren kontrako prebentzioa

Gaur egun, gailu elektriko/elektronikoen kopuru handiaren eta erregaiak zirkulatzen duen presioaren ondorioz, ezinbestekoa da diseinu-fasean azterketa sakona egitea, ibilgailuak su hartzeko arriskuak gutxitzeko. Hori dela eta, automobilgile batzuek, Fiatekoek kasu, iraulketa estatikoko proba bat egiten diete talka-proba egin zaien ibilgailuei, balizko erregai-galerak identifikatu eta ezabatzeko (2.77 irudia).



2.77. irudia.

Ibilgailugileez gain, badaude talka-probak egiten dituzten beste entitate eta elkarte batzuk, baina bestelako erreferentzia-balioak erabili ohi dituzte, normalean altuagoak. Horien artean daude EURO NCAP (European New Cars Assessment Program); Britainia Handiko Garraio Ministerioaren ekimenez sortu zen, eta gero haren homologo suediarrek eta holandarrak elkartu zitzaizkion, baita *International Testing* ere (Europako hainbat kontsumitzaile-elkarteren erakunde komuna). Ekimen horretan parte hartzen dute Europako Batzordeak eta FIA/AITk (Europako hainbat automobil-elkarte biltzen dituena) ere hartzen dute parte. Euro NCAPn egiten diren probak automobilaren arrisku-egoeren aukera zabalena aztertzeko garatu dira; ez dira kontuan hartzen ez motorizazioak ezta ekipamendu-maila bera (erosotasunarena), eta emaitzak publikoak eta lortzen errazak dira.

Euro NCAPren probak era anonimoan egiten dira (ibilgailuak ausaz aukeratzen dira, egileei aurretiaz jakinarazi gabe), eta hiru funtzionamendu-irizpide jarraitzen dira. Lehengoan, aurrez aurreko talka egiten da 64 km/h-ko abiaduran metro bat zabal eta 540 mm luze den oztopo baten kontra autoaren zabalera zehar, % 40ko desplazamendurekin. Alboko talka langa mugikor batekin egiten da gidariaren eta bidaiariaren ateen kontra. Barrera horrek metro bateko zabalera eta 510 mm-ko altuera du, 64 km/h-ko abiaduran mugitzen da eta tamaina ertaineko gizon baten irudiaren 95² perzentilean kokatuta dagoen R puntuan jotzen du (gutxi gorabehera eserita dagoen gizonezko heldu baten mokorra baino 10 cm gorago).

² Frekuentzia bereko ehun partetan zatitzean lortzen diren laurogeita hemeretzi balioetako bakoitza adierazten duen hitza. Esate baterako, ibilgailu baten ergonomia eta bizigarritasuna aztertzen denean (populazioa aintzat

Azkenik, oinezkoen probak heldu- eta ume-itxurako manikiekin egiten dira. Autoek 40 km/h-ko abia-
duran jotzen dituzte, eta kasu bakoitzean ibilgailuaren kanpoko profilek eragindako lesioak aztertzen dira.

■ Manikiak (*dummy*-ak)

Segurtasun-arloan hartzen diren neurri guztietan, pertsonak izan behar dute segurtasun pasiboaren azken jomuga. Horretarako, maniki “biozehatzak” erabiltzen dira, istripu-kasuetan giza gorputzaren erreakzioak simulatzeko (2.78 irudia). Haien funtzioa proba-gidariaren antzekoa da, eta ibilgailu-modelo bati egitura eta euste-sistemak hobetzeko talka-probak egiten zaizkion bakoitzean erabiltzen dira. Maniki horiek guztiek familia handi bat osatzen dute, hau da, giza gorputzaren antzeko ezaugarriak dituzte eta elkarrekiko desberdintasunak dituzte sexuari eta adinari dagokionez (2.79 irudia). Haien egitekoa da egitura sostengagarria eta euste-sistemen egitura etengabe hobetzeko informazioa ematea teknikariei.



2.78. irudia.



2.79. irudia.

Informazio hori guztia lortzeko, ezinbestekoa da talka batean giza gorputzaren ataletan eragiten diren azelerazioen indarren eta zapaltzeen muturreko balioak ezarritako mugen barruan mantentzen direla neurtzea ahalbidetzen duten tresnak izatea. Horretarako, manikiei hainbat sentso jartzen zaizkie, talka-probetan datuak neurtu eta erregistro-tresnetara bidaltzen dituztenak.

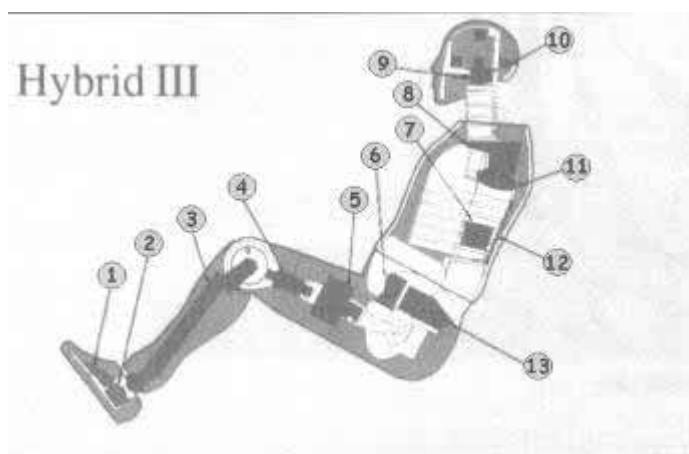
Hibrid III modeloa aztertuko dugu adibidetzat. Eskeletoa altzairuz (aluminiozko, letoizko eta burdinur-tuzko piezekin) egin ohi da batik bat, eta gomaz (biniloa eta material harrotuak) haren inguruko guztia. Burua aluminiozkoa da, eta giza haragiaren antzeko malgutasuna eta gogortasuna duen gomaz estaltzen da. Gainera masa esekiak ditu, eta giza erraien antzeko portaera inertziala dute talka-kasuetan.

hartuz eta batezbesteko altuera hartuta datutzat), eta jarrera egokia 2,5etik 95 pertzentilera ziurtatzen bada, 148 cm-tik beherako gizabanakoak (populazioaren % 2,49) eta 191 cm-tik gorakoak (populazioaren % 4,99) kanpoan uzten direla esan nahi du.



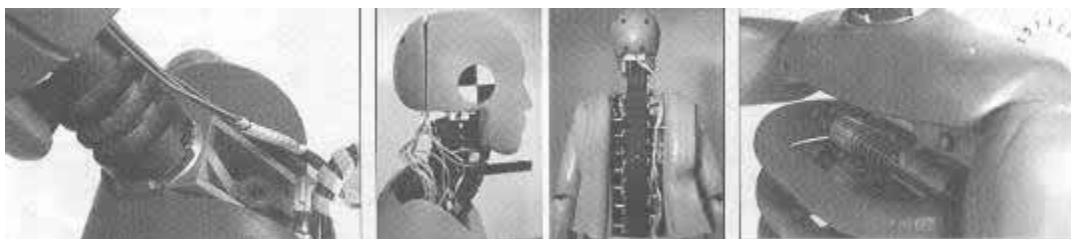
2.80. irudia.

Manikiaren barnean (2.81 irudia) 3 azelerometro jartzen dira, 3 askatasun-ardatz espazioetan; horietako bakoitzak indarrari eta azelerazioari buruzko informazioa ematen du, eta laguntza handikoak dira talkek garunean dituzten ondorioak zehazteko. Lepoari dagokionez (2.82 irudia), nola tolesten den, egiten duen indarra eta tentsioa eta talka gertatzen denean burua aurrerantz edo atzerantz mugitzen den neurtzeko elementuak ditu. Besoek ez dute tresnarik izaten normalean, talka-kasuetan ez baitute babes-aukera handirik. Toraxari dagokionez, altzairuzko saihets-hezurrez osatuta dago; aurrez aurreko talkan gertatzen dena erregistratzeko datu-grabaziorako ekipamendua dute haien barrunbean. Alboko talketarako erabiltzen diren manikien toraxek (“Eurosid”) besteek ez bezalako forma dute, grabazio-ekipamendua era desberdinean ezartzen baitan bularrean alboko aldean gertatzen den guztia jasotzeko. Abdomenean, alboko lesioak sortzen dituen indarra erregistratzen duten sentsoreak daude. Pelbisak aldaka-hausturak eta –dislokazioak sortzakeen alboko indarra grabatzen duten tresnak ditu. Zangoaren goiko aldeak pelbisa, femurra eta belauna hartzen ditu; femurrean, sekzio guztietako aurrez aurreko talkak erregistratzen dituen tresna bat dago. Hantzen beheko aldean tolesten edo zanpatzen diren edo tentsioa sortzen den erregistratzen duten hainbat tresna daude, batez ere tibian eta femurrean. Oinei dagokienez, distortsioa eta mugikortasuna galtzeko arriskua ere neurtzen dute manikiak.



2.81. irudia.

1. Behatzaren zama-zelula.
2. Orkatilaren zama-zelula.
3. Zangoaren beheko aldeko tresnak.
4. Femurraren zama-zelula.
5. Femurraren goiko partearen zama-zelula.
6. Aurreko goiko apofisi iliakoaren zama-zelula.
7. Apofisi torazikoaren zama-zelula.
8. Lepoaren barnealdearen zama-zelula.
9. Lepoaren goiko aldearen zama-zelula.
10. Buruko azelerometro-multzoa.
11. Klabikularen zama-zelula.
12. Saihets-hezurren zama-zelula.
13. Bizkar-hezurraren zama-zelula.



2.82. irudia.

Sentsore elektronikoez gain, talken lauki-sare itsasgarrizko ikuste-erreferentziak (*target-ak*) ere badi-tuzte maniek aurpegian eta gorputzaren hainbat ataletan (2.83 irudia). Talka filmatzean, baliagarriak dira puntu horietan desplazamendua nolakoa izan den zehazteko (proba-ibilgailuaren karrozerian ere erabiltzen dira). Beste batzuetan, pintura bereziz margotutako guneak erabiltzen dira (2.84 irudia), behaketa bidez jakiteko gune jakin horretan inpakturik egon den eta ibilgailuaren zein parterekin egin duen talka.

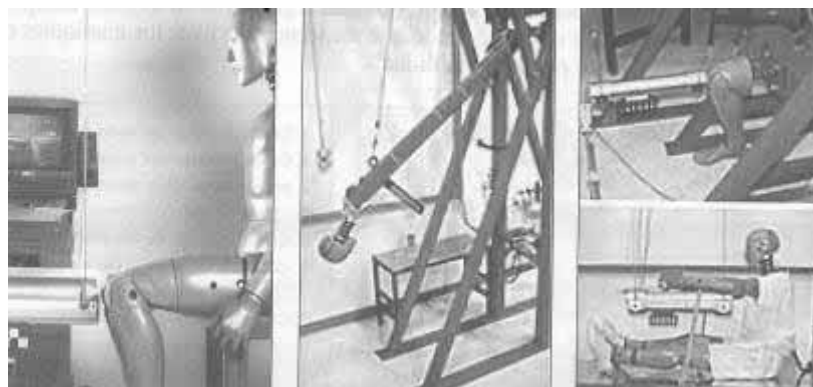


2.83. irudia.



2.84. irudia.

Manikien sofistikazio-maila proben araberakoa da. Izan ere, maniki bakoitza proba jakin batean datu zehatzak eman ditzan diseinatuta dago, eta horietako batzuek 30 neurketa-kanal baino gehiago dituzte. Hori dela eta, manikiak sarritan kalibratu behar dira ondo hornitutako proba-laborategietan (2.85 irudia), informazioaren zehaztasuna mantentzeko. Kalibraketa-probetan “anatomia-aren” parte bakoitza aztertzen da (burua, lepoa, gorputz-enborra, zangoak, eta abar) talkarekiko erreakzioa gizabanakoenaren baliokidea dela ziurtatzeko.



2.85. irudia.

Thor modeloak (2.86 irudia) bitarteko horien eboluzioa erakusten du, haren aurreko maniekieko sofistikazio-maila handitzea lortzen baitu honako arloetan, besteak beste: tresneria gehiago du (azelerometroak bizkar-hezurreen, bularreen, abdomenean...) eta buruaren eta lepoaren mugimenduak hobetzen ditu. Batzuetan, probak benetako gidariekin osatzen dira (2.87 irudia), eta horiek ere neurketa-sistemez hornitzen dira. Sistema horiek azelerazio- eta dezelerazio-indar handien aurreko portaera eta erreakzioak erregistratzen dituzte, baita inertzien ondorioz gertatzen diren desplazamenduak ere.



2.86. irudia.



2.87. irudia.

Segurtasunaren inguruan garatzen ari den azterketa-arlo berritzaileenetako bat giza gorputzaren digitalizazioa da (2.88 irudia).



2.88. irudia.

Orain arte, talka-probak (*crash-test*-ak) tresneriaz hornitutako maniekiekin baino ez ziren egiten, baina superordenagailuen erabilerarekin simulazio numerikoak ere egiten dira (istripu digitalak) (2.89 irudia).



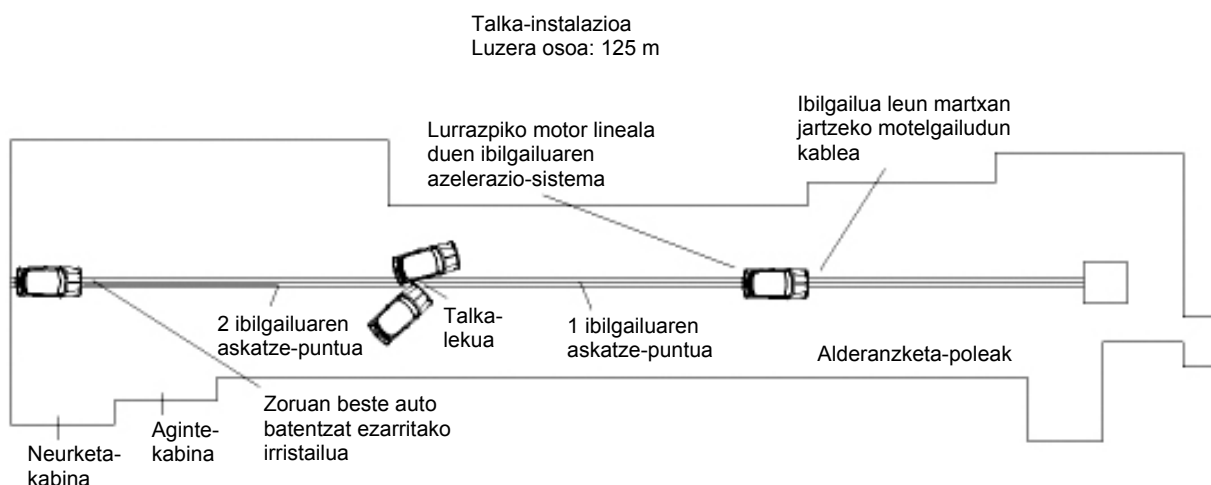
2.89. irudia.

Erabateko bat-etortzea lortzeko, beharrezkoa da ordenagailuz simulatutako istripuetan “giza gorputzaren” portaeraren datuak integratzea ahalbidetzen duen *num* maniki birtuala erabiltzea.

Num manikia erabiliz egindako probek erakutsi dute modelo digitala orain arte erabilitako manikiak baino egokiagoa dela “biomekanikaren” aldetik eta giza gorputzak istripuetan duen portaerari buruzko informazio hobea ematen duela. Izan ere, *num* manikia *crash-test* errealetan erabiltzen diren *dummy*-ak baino askoz konplexuagoa da.

Instalazioak

Talka-probak instalazio berezietan (laborategietan) egiten dira. Besteak beste, honako baliabideak dituztenak (2.90 eta 2.91 irudiak):

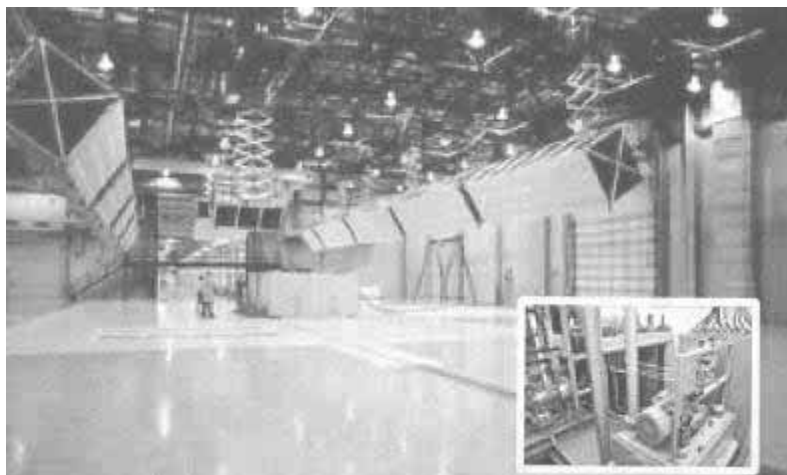


2.90. irudia.

- ✓ Ibilgailuaren gidatze-ekipamendua.
- ✓ Bideo-/argazki-ekipamendua.
- ✓ Argiztapen-ekipamendua.
- ✓ Talka-ekipamenduak: hormak, talka-eskorgak, iraulketa-plataforma eta abar.
- ✓ Aginte-kabina.
- ✓ Neurketa-kabina.

Fase hauek osatzen dute talka-proba baten ohiko segida:

1. Proba-manikiak (*dummy*-ak) kalibratzea eta haien tresneria prestatzea.
2. Manikiari target-ak jartzea (edo margotzea) toki jakinetan egin beharreko azterketen arabera.
3. Ibilgailuan neurketa- eta erregistro-elementuak jartzea.



2.91. irudia.

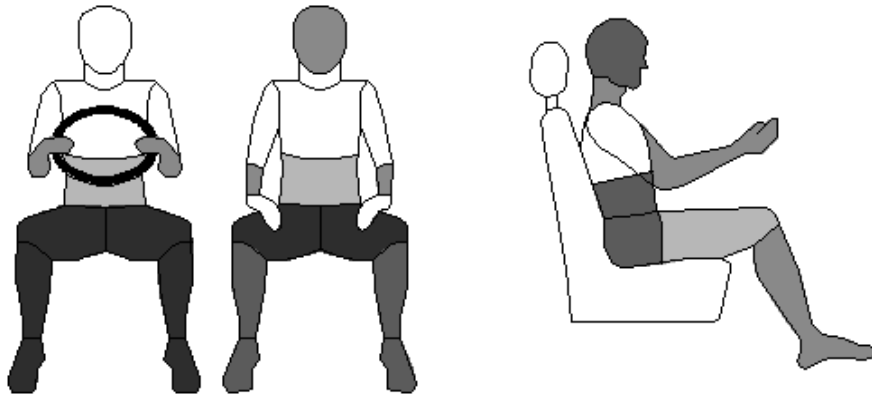
4. Manikiak dagokien eserlekuetan jartzea eta haien kokapena zehaztasunez jasotzea, proban izandako mugimenduak ondo erregistratu ahal izateko.
5. Argiztapen-ekipamendu indartsua konektatzea eta filmazio-ekipamenduaren kamera azkarrak leku egokian kokatzea talka-motaren arabera.
6. Ibilgailua jaurtiketa-katapultan edo talka-eremuan ezartzea (egin beharreko probaren arabera).
7. Talka-fasea (2.92 irudia).



2.92. irudia.

Talkak segundo bat baino gutxiago irauten du, eta denbora labur horretan, maniek gorputz-ataletan pairatzen dituzten kalte guztiak erregistratzen dituzte; batez ere buruaren eta bularraren azelerazioen eta izterretan eragiten diren indarren datuetan oinarrituko dira (2.93 irudia). Proban zehar gertatutako guztia argitasun handiz grabatzen da bideoan eta argazki-pelikulan (segundoko 1.000 irudi hartzen duten abiadura handiko kamerak erabilia). Talkaren ostean, adituek zehaztasun handiz neurtzen eta aztertzen dute ibilgailuaren egoera; azelerazioen neurketek, grabatutako informazioaren irakurketak eta pelikulen kamara geldoko (irudiz irudi) behaketak deformazioarekiko portaera zehatz aztertzea ahalbidetzen dute.

Europako arauen arabera, ibilgailu bat segurutzat hartzen da % 50 baino gehiago direnean aurrez aurreko talka batean saihests-hezurrik apurtu gabe eta barne-lesiorik gabe gidariak bizirik ateratzeko aukerak.



2.93. irudia.

Autoebaluazioa

- ✓ Zein abantaila dute tortsio- eta flexio-zurruntasun balio altuek karrozeriaren portaeran?
- ✓ Zertan datza karrozeria eta xaxis bananduaren fabrikazioa eta zein ibilgailuk erabiltzen dute?
- ✓ Zein dira xaxis-mota bakoitzaren ezaugarriak?
- ✓ Zein abantaila ditu karrozeria autosostengagarriak?
- ✓ Zerrendatu koefiziente aerodinamiko baxua duen ibilgailu baten abantailak.
- ✓ Deskribatu koefiziente aerodinamikoak.
- ✓ Zerrendatu irudiak C_x -ren arabera txikienetik handienara.
- ✓ Aipatu indarreko arautegian homologatutako talka-probak.
- ✓ Markatu irudiaren gainean proba-manikiek erantsita duten tresneria garrantzitsuena.

Proposatutako ariketak

- ✓ Aipatu ibilgailu-mota batzuen C_x -k. Erabili aldizkariak, egilearen datu teknikoak eta abar. Konparatu duela hainbat urteko antzeko ibilgailuekin.
- ✓ Identifikatu eta idatzi gaur egungo ibilgailuek duela hainbat urtekoekiko dituzten hiru eraikuntza-desberdintasun, aerodinamika hobetzen dutenak.
- ✓ Aztertu nola eragiten duten hainbat ibilgailutan karrozeriaren kanpoko elementuek, aerodinamikari dagokionez.

3 SEGURTASUNA AUTOMOBILEAN

Edukiak

Sarrera

- 3.1. Segurtasun pasiboa
- 3.2. Segurtasun aktiboa
- 3.3. Prebentzio-segurtasuna

Helburuak

- ✓ Segurtasunaren kontzeptu orokorrean eragiten duten alderdiak aztertzea.
- ✓ Automobilean segurtasun pasiboa hobetzeko gehien erabiltzen diren teknologia eta tresnak ezagutzea.
- ✓ Ibilgailuaren portaera dinamikoan eragiten duten sistemak eta osagaiak zein diren zehaztea.
- ✓ Segurtasunaren kontzeptu orokorrean segurtasunerako prebentzio-elementuek duten eragina ezagutzea.

Sarrera

Automobilgintzan aritzen direnen helburu nagusienetako bat da gidatze-kondizio ezin hobeak sortzeko, istripuak eragozten laguntzeko, talka baten ondorioak ahalik eta gehiena gutxitzeko eta ibilgailuaren bortxazintasuna lortzeko baliabide teknikoak garatzea.

Ibilgailuaren portaera segurua bermatzeko, beharrezkoa da gurpilek kontrol gabeko norabide-mugimendurik ez egiteko eta gidaria muturreko egoeretan ere autoa kontrolatzeko gai izateko moduan diseinatzea ardatzen osagaiak. Ikuspegi horretatik, segurtasuna hobetzen dute, adibidez, elektronikoki kontrolatutako errendimendu handiko galga-ekipamenduak eta trakzio-sistema berriak, esate baterako ETS, ASR eta ESP.

Era berean, hiri berrietako zirkulazio dentsoan arreta handia behar du gidariak. Eraikuntza-neurri jakin batzuek gidariaren forma fisikoa mantentzen lagun dezakete, haren kontzentrazioa gutxitu ez dadin. Horren adibide dira, esate baterako, bibraziorik gabeko karrozeria zurruna, eserleku ergonomikoekin hornitua, bidaiari-lekuaren klimatizazio atsegina eta intsonorizazio egokia.

Segurtasunez gidatzeko, beharrezkoa da ikustea eta ikusia izatea. Hori dela eta, beharrezkoak dira segurtasuna hobetzen duten elkar atzemateko sistemak, adibidez: errepidea ondo argizatzen duten argiak, ikus-eremu zabala ematen duten garbiketa-azalera handiko haizetako-garbigailuak, abiadura handitan altxatzen ez diren besodun haizetako-garbigailuak, atzeko kristal termikoa, berogailudun eta ikus-eremu handiko kanpoko atzerako ispiluak, eta atzerako ispiluak eta alboko leihatilak zikintzea eragozten duten neurriak.

Garrantzitsua da, era berean, gidaria eroso egotea ibilgailuaren barruan eta etengabe aginteen bila aritzeko edo haien erabilera aztertzeko beharrik ez izatea.

Oro har, segurtasun-kontzeptuak, automobilari dagokionez, hainbat sistema, gailu eta abangoardiako konponbide biltzen ditu; horiek aztertzeko, honela taldekatu daitezke:

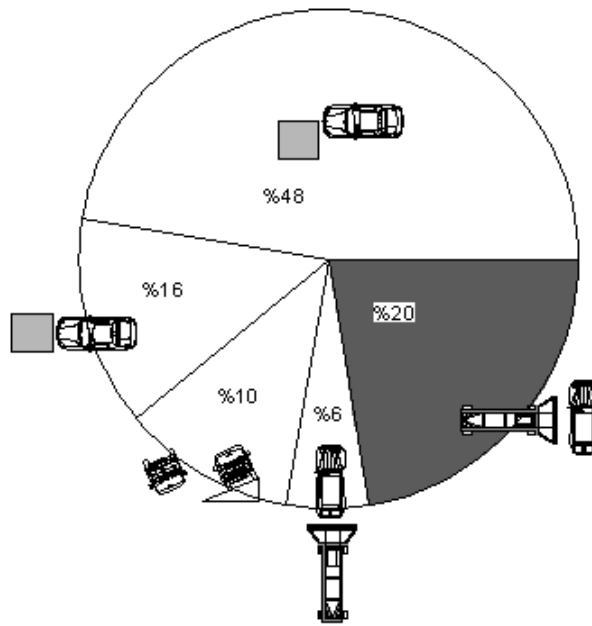
- ✓ Segurtasun pasiboa. Segurtasun pasiborako neurriek talken eraginak gutxitzen dituzte.
- ✓ Segurtasun aktiboa. Segurtasun aktiborako neurriek arriskutsu izan litezken egoerak saihesten dituzte eta, hortaz, istripuak eragozten laguntzen dute.
- ✓ Prebentzio-segurtasuna. Prebentzio-segurtasunerako neurriek balizko arrisku-egoerak gutxitzen dituzte.
- ✓ Erabilera-segurtasuna. Neurri hauen helburua da ibilgailua lapurtzeko aukerak gutxitzea.

3.1 Segurtasun pasiboa

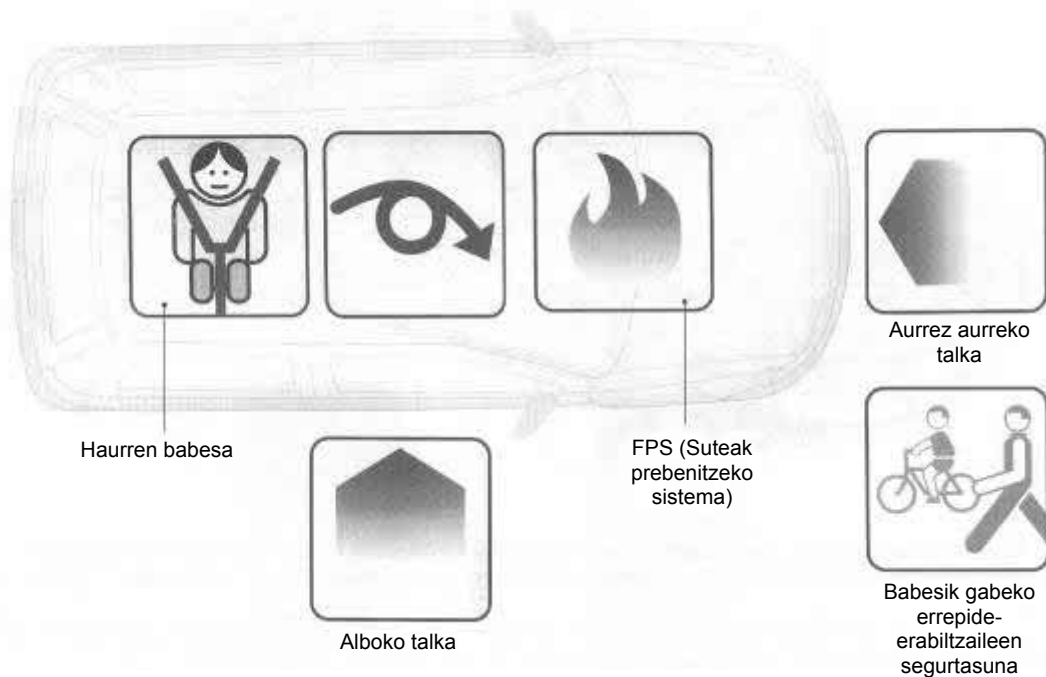
Talka batek bidaiariengan dituen ondorioak gutxitzeko edo eragozteko elkarrekin aritzen diren ezau-garri eta gailuen multzoa biltzen du segurtasun pasiboak. Ibilgailuek istripuak izateko aukerari buruzko ikerketa estatistikoak aztertuz, honako ondorio hauek atera daitezke (3.1 irudia):

- ✓ Aurrez aurreko talkak talka guztien %64 dira (erabatekoa, eta ezkerreko aldearen estaldurarekin).
- ✓ Alboko talkak % 20 dira.

Atzeko talka ia garrantzirik gabekoa da ehunekoan, eta ez du ia inoiz arriskuan jartzen bidaiarien segurtasuna. Bestelako istripu adierazgarrienak iraultzea (gutxitan gertatzen da, baina oso arriskutsua da) eta istripuaren ondorioz autoak su hartzea dira.



3.1. irudia.



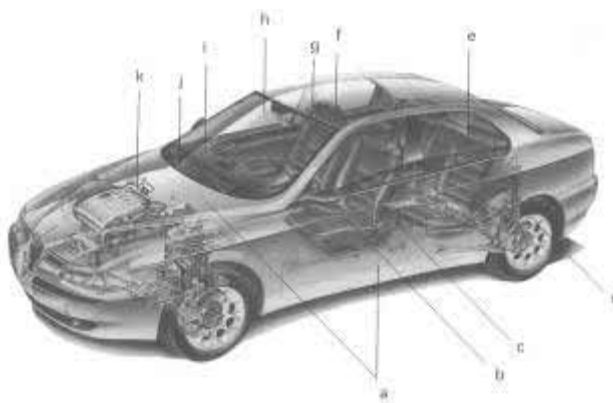
3.2. irudia.

Azterketa horiek oinarritzat hartuta (3.2 irudia), diseinu-ingeniariak bidaiariez arduratu dira, eta atxikitze-sistemak garatu dituzte, kasurako, segurtasun-gerrikoak eta airbagak. Bidaiari-lekuaren konfigurazioari ere garrantzi berezia ematen zaio, eta energia xurgatzen duten materialak erabiltzen dira. Arazoak sor ditzakete halaber direkzio-zutabeak eta bolanteak. Era berean, garrantzi handikoa da ateen diseinua, deformazio larria gertatuta ere (albokoa) itxita mantendu behar baitira, baina aldi berean barrura sartzea erraztu behar dute.

Aurretiaz karrozeriaren aurrealdean eta atzealdean ezarritako deformagarritasunak ekarpen garrantzitsua egin dio bidaiari-zelularen barruko segurtasunari. Talka-energiak bidea libre aurkitu behar du bidaiari-lekua larri kaltetu gabe. Horrela, gutxitu egiten dira talketan bidaiariengan eragiten duten azelerazioa eta indarrak. Erregai-tanga deformaziogunetik kanpo jarrita, suteen aurkako babes-sistemari laguntzen zaio.

Ikerketa honen osagarri, aparteko aipamena merezi dute talketan babesik txikiena duten pertsonen arrisku erlatiboari dagozkien datuak: haurrak eta zirkulazio-bideen babesik gabeko erabiltzaileak (oinezkoak eta txirindulariak). Horiei dagokienez, segurtasun pasiboari ekarpen garrantzitsua egin diezaiekete automobilaren kanpoalderako aukeratutako materialek, formak eta diseinu funtzionalak. Istripuen ondorioen eraikuntza-minimizatzearen adibide dira kanaletak, ezkutuko haizetako-garbigailuak, kolpe-leungailu bigunak eta argi mugigarriak.

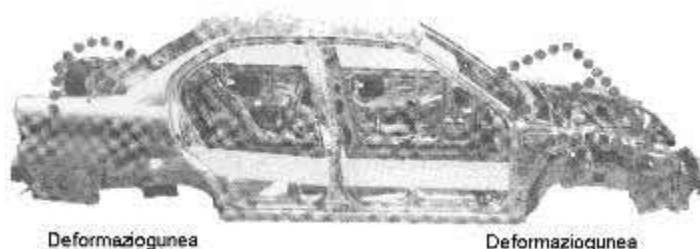
Aurreko guztia dela eta ondoriozta daiteke modelo baten diseinu-aldian eta esperimentazioan alderdi garrantzitsuenetako bat dela istripu-arriskuak gutxitzeko segurtasun pasiboari dagokion neurri-multzoa. Neurri horiek, ibilgailuaren gamaren eta ekipamendu-mailaren arabera, hauek izan daitezke (3.3 irudia):



3.3. irudia. a) Ateak eta kapota. b) Bolantea eta direkzio-zutabea. c) Aurreko eserlekuak. d) Erregai-tanga. e) Atzeko eserlekuak. f) Buru-euskarria. g) Segurtasun-gerrikoak. h) Haizetako kristala. i) Aginte-mahaia. j) Haizetako-garbigailua. k) Kable-sarea eta beste elementu elektriko batzuk.

- ✓ Segurtasun-elementuak eta -gailuak, adibidez, xaflakako haizetakoa, direkzio-zutabe erretraktila edo kolapsagarria, bolantearen fabrikazio-materiala, pedalen egitura, eta abar.
- ✓ Bidaiari-lekuaren konfigurazioa. Barnealdean diseinuari dagokionez, bidaiariak istripuan eserlektutik mugitzekotan (inertziaren eraginez), ahalegina egin behar da ertz edo gailuen kontra topo egitean kalteak izateko aukera gutxitzeko. Alderdi horiek aztertzeke, simulazio numerikoetan aztertu behar dira barneko taula borobilduak, aurreko eserlekuen bizkarraldeak, bolantea, martxa aldatzeko palanka, esku-balazta, eragingailuen kokapena eta forma, eta abar; horrez gain, konparatu maniekiekin egindako proba errealekin konparatu behar dira. Era berean, barneko estaldurek sukoitasunaren inguruko nazioarteko arauak bete behar dituzte (bereziki, ez dute su hartu behar suarekiko nahigabeko kontaktuen ondorioz, eta haien errekuntza eragingo duen berotze handia gertatzen bada ez dute su hartu behar; aitzitik, kasu gehienetan ke gogor eta dentsoa askatuko duen errekuntza izan behar dute).

- ✓ Atxikitze-sistemak, adibidez, eserlekuen erresistentzia, ainguraketa eta forma, buru-euskarriak, segurtasun-gerrikoak (aurretenkatzaileak) eta airbagak. Kontuan hartu beharra dago talka-kasuetan gidariaren gorputzak denboran zehar eragiten den indarraren ondoriozko inertzia pairatzen duela, bultzadaren formularen adierazten den eran ($f \cdot t = m \cdot v$). Bidaariaren gorputza (aurrez aurreko talkan), ibilbidearen noranzkoan aterako da haren masarekiko alderantziz proportzionala den abiaduran. Esandakoaz ondoriozta daiteke, esate baterako, ume baten gorputza, istripu-kasuan, autobus baten indarra duen jaurtigai bihurtzen dela.
- ✓ Egitura asmatzea. Karrozeria erresistentzia bereziarekin diseinatzen da; bizigarritasun-zelula ahalik eta zurrunena ezartzen da, eta era programatuan deforma daitezken aurrealde eta atzealdeak, talkaren energia pixkanaka-pixkanaka xurgatu ahal izateko (3.4 irudia).



3.4. irudia.

Segurtasun pasiboko neurrien multzoa bi multzo handitan banatu daiteke ikertzeko:

- ✓ Karrozeria autosostengagarriaren segurtasun pasiborako plana.
- ✓ Segurtasun pasiborako gailuak.

Karrozeria autosostengagarriaren segurtasun pasiborako plana

Segurtasun pasiboaren arloan egitura autosostengagarria hobetzeko, automobilgileek hainbat eraikuntza-konponbide erabiltzen dituzte, helburuen menpeko irizpideen arabera: karrozeriaren zurruntza handiagotzea (3.5 irudia), pisua gutxitzea (egitura-segurtasuna kaltetu gabe), deformazio programatuaren plana hobetzea, konpontze-sistema hobetzea hobekuntza, ibilgailuaren ibiltze-ezaugarriak hobetzea eta abar.



3.5. irudia.

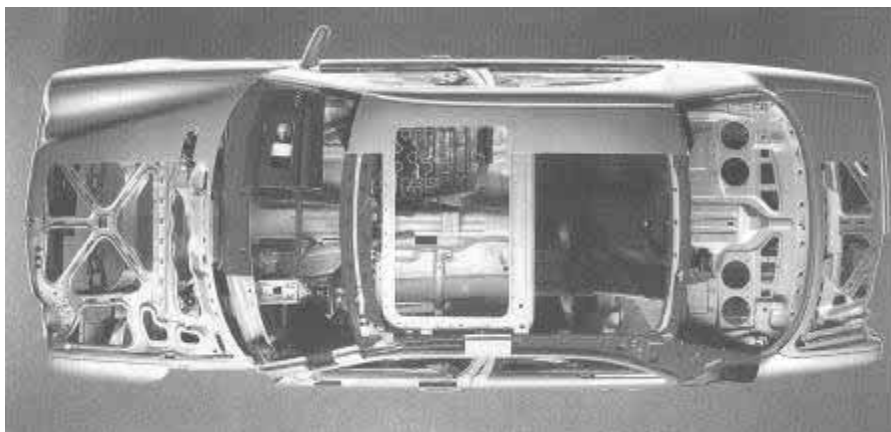
Segurtasun pasiborako planak garrantzi berezia ematen die oinarritzko hainbat alderdiri:

- ✓ Eraikuntza ezaugarriak
- ✓ Deformazio programatua
- ✓ Alboko babesak
- ✓ Iraulketaren aurkako babesak
- ✓ Kolpe-leungailu xurgatzaileak
- ✓ Ekipo mekanikoa sartzeko eragozpenak
- ✓ Bidaiari-lekua

▶ Eraikuntza-ezaugarriak

Egituraren erresistentzia-maila egokiak lortzeko, lodiera anitzeko txapak edo errefortzu bereziak erabili ohi dira. Lehen kasuan, hainbat lodieratako xafiak laser bidez soldatzen dira, eta, ondoren, metodo tradizionalak erabiliz (*tailored blank*) moldatzen dira. Era horretan, erresistentzia handiko gunek lortzen dira errefortzu-elementuak gehitzeko beharrik gabe, eta aldi berean multzoaren pisua mugatzen da. Egituraren alderik kritikoena erresistentzia handiko altzairuzko barrekin indartzen dira, talka gertatzekotan segurtasun egokia bermatzeko.

Erresistentzia hobetzeko karrozeria bati aplika dakizkioken errefortzuei dagokienez (3.6 irudia), aipatu beharrekoak dira bidaiari-lekuaren aurrealdeko behealdean kokatutakoak ere. Alde horretan ainguratu ohi dira esekiduren azpisis eramaileak, erreakzio-tiranteak, diferentzialak eta transmisio-ardatzak. Azpisisek nolabaiteko elastikotasuna dute karrozeriarekiko loturan, metaletan ahokatutako gomazko euskarriak (*silentblock*) erabiltzen baitira haiek eusteko, karrozeriarekiko lotura-puntuak pairatzen duen esfortzua dela eta. Errefortzuak erabiltzea ezinbestekoa da, eta lodiera handiko xafia osagarriekin ezartzen dira soldadura-loturen bitartez.



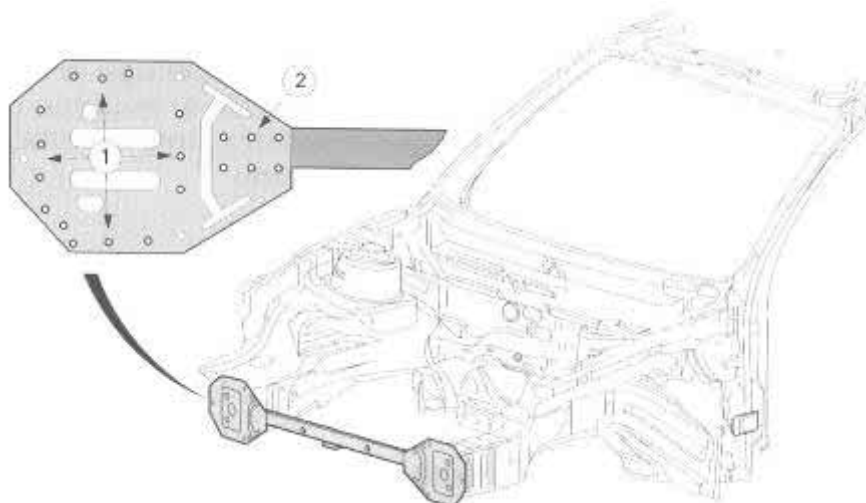
3.6. irudia.

Ibilgailu utilitario askotan, azpizasisen ainguraketa-guneei eranstean zaizkien errefortzu horiek bat egiten dute esekidura-dorretxotan jartzen direnekin. Azken horiek esfortzu eta torsio handiak jasan behar dituzte, esekiduraren goialdea torlojutzen baita pieza horietan. Errefortzu berdina eranstean zaie era independentean automobil handiagoei, eta bereziki gairaindimentsionatuta dago errefortzu hori *McPherson* motako esekidura independentea duten ibilgailuetan.

Berlina motako ibilgailuetan, atzeko ardatzen karrozeriari ere eranstean zaizkio errefortzuak ainguraketan, aurreko trakziokoak zein atzeko propulsiokoak izan. Lehenengoetan, karrozeriaren ardatzen loturetan jartzen dira, erabiltzen duten sistema edozein izanda ere: ardatz zurruna, erdi-zurruna edo esekidura independentea; eta bigarrenetan, zubiari eta multzoari eusteko.

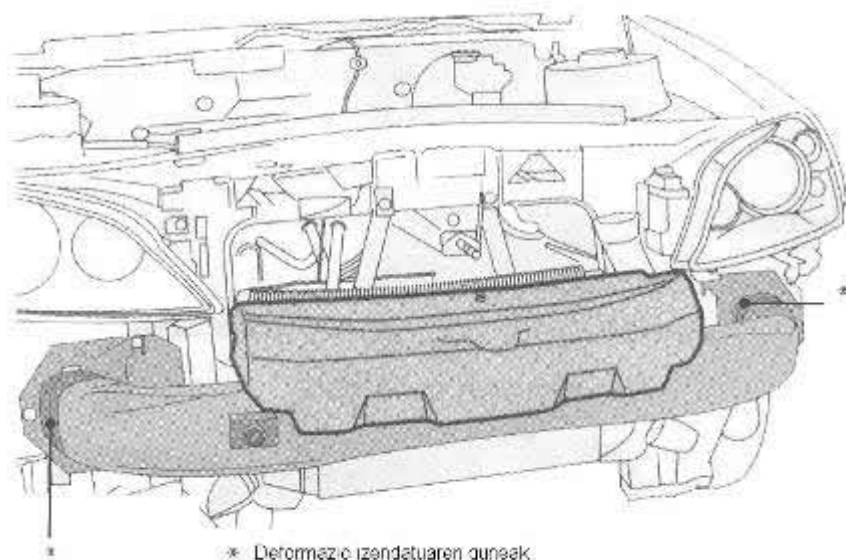
Egileek, gainera, beste errefortzu puntual batzuk erantsi ohi dituzte egituran:

- ✓ Alboko ateen arkuak, erdiko muntagak eta sabaiko zeharkako habeak, bidaiari-lekuaren segurtasuna hobetzeko iraulketa gertatzen denerako.
- ✓ Eserlekuen eta segurtasun-gerrikoen ainguraketa-puntuen errefortzua.
- ✓ Hainbat kasutan, hainbat materialekin fabrikatu ohi da zeharkako habeak, eta lodiera desberdina izaten dute sekzioaren arabera. Luzetarako habeekiko loturak altzairuzkoak izan ohi dira, eta erresistentzia-puntuetan soldatze bitartez elkartzen dira. Lau angeluko sekzioko erdiko tutua *pressjoining* presiozko mihiztadura-sistemaren bitartez finkatzen da (material beraren hotzezko konformazio bidezko lotura) (3.7 irudia).



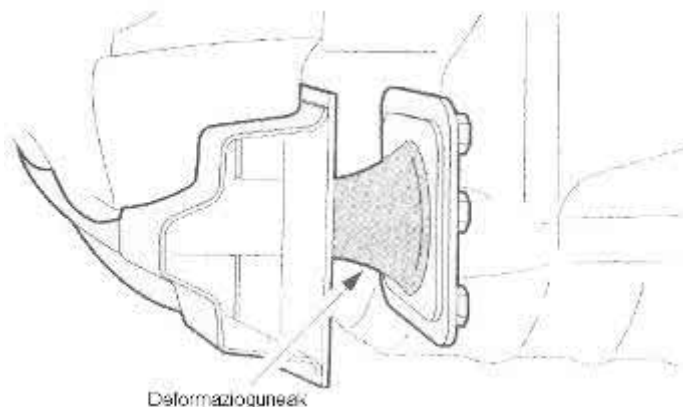
3.7. irudia. 1. Puntuzko soldadura. 2. Presio-loturak.

- ✓ Aurreko azpexasisa. Aurreko talken ondorioak gutxitzeko.
- ✓ Aurreko kolpe-leungailua. Elementu horietan oso arrunta da “talken aurkako” pieza bat jartzea kolpe-leungailuaren kanpoko panelaren azpian (3.8 irudia).



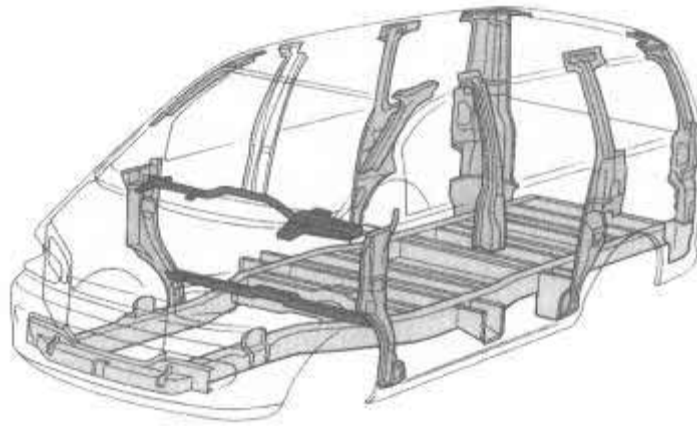
3.8. irudia.

- ✓ Atzeko kolpe-leungailua. Kasu honetan ere, kolpeak leuntzeko sistemak bi deformazio-elementu bi ditu, (3.9 irudia) altzairuzko zeharkako habe bati lotuak.



3.9. irudia.

Xasisa duten ibilgailuei dagokienez, aipatzekoa da, karrozerien segurtasuna hobetzeko xasisa krosko-bakarreko egituran integratzen dela, hala, zurruntasuna handitzeko. Bestalde, kutxa-sekzioko zeharkako luzetarako habe lodidun eskailera bastidoreak erabiltzen dira (3.10 irudia).

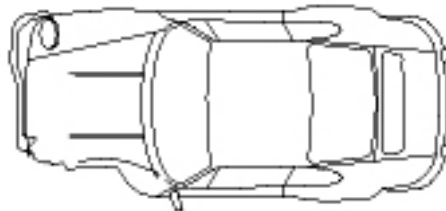


3.10. irudia.

► **Deformazio programatua**

Segurtasun pasiboari dagokionez, karrozeriaren funtzio nagusia, talketan, bidaiari-lekuaren dezelazio leuna ahalbidetzea da, betiere haren osotasuna ahalik eta gehiena mantenduta (3.11 irudia). Talka abiadura txikian gertatuta ere, egiturek era mailakatuan deformatu behar dute, talkaren energia xurgatzeko.

A.
Aurrez aurreko talkarako ondo diseinatutako ibilgailua. Ibilgailuaren erabateko mantentzea. Aginte-taularen eta direkzioaren gutxieneko desplazamendua. Aurreko hormaren gutxieneko barneratzea. Ate guztiak erraz zabaltzen dira.



B.
Aurrez aurreko talkarako gaizki diseinatutako ibilgailua. Biziraupen tokirik ez. Gidaria bolanteak eta aginte-aulak zanpatu dute. Gurrupila aurreko horman barneratzea. Alboko horma suntsituta. Gidariaren atea blokeatuta.



3.11. irudia.

Programatutako deformazioak talkan sortutako energiaren zati handi bat xurgatzen du, bidaiari-lekuaren inguruko karrozeria-osagaiak sakrifikatuz. Horren bitartez, askatutako energia mailakatuta atxiki nahi da, muturreko zamak ibilgailuan dauden bidaiariei transmititzea eragozteko (3.12 irudia).



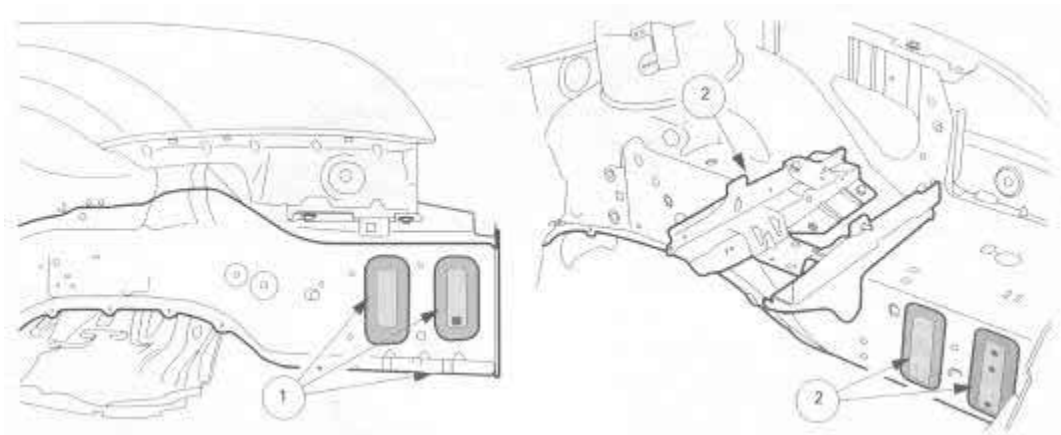
3.12. irudia.

Deformazioa programatuta izan ohi duten piezak gune erresistenteak osatzen dituzten egitura elementuak izan ohi dira, eta esfortzu gehienak jasaten dituzte. Segurtasunaren ikuspuntutik, puntu galdagarrien geometrian eta kokapenean oinarritzen da haien diseinua. Pieza garrantzitsuenak, besteak beste (3.13 irudia):

1. *Aurreko luzetarako habeak.* Aurreko zeharkako habetik ateratzen diren bi habe paralelo dira. Pieza horietan, talkan sortzen den energiaren parterik handiena xurgatzen da luzetarako habeen aurreko muturretan dauden deformazio mailakatuko guneetan, luzetarako habeak bere baitan tolesteko moduan. Gune horiek dira lehen deformatzen direnak baldin kalteen tamainak elementu horren xurgatze-gaitasuna gainditzen badu. 3.14 irudian ikus daitezke deformazioguneak luzetarako habearen kanpoaldean (1) eta barnealdean (2).
2. *Goiko luzetarako habeak.* Txikiak izan ohi dira eta, aurreko hegatsen finkapen-oinarri izanik, gurpil-paseen gainean daude kokatuta. Aurreko muntagen errefortzuen kontra jarri ohi dira, eta luzetarako habeak bere baitan konprimitzen da; hala, muntaga horien finkapen-oinarrian presioa eragitean, energia xurgatzen da. Era berean, bidaiari-lekua hainbat deformaziotatik babesten dute muntaga horiek, erresistentzia handiari esker.



3.13. irudia.



3.14. irudia.

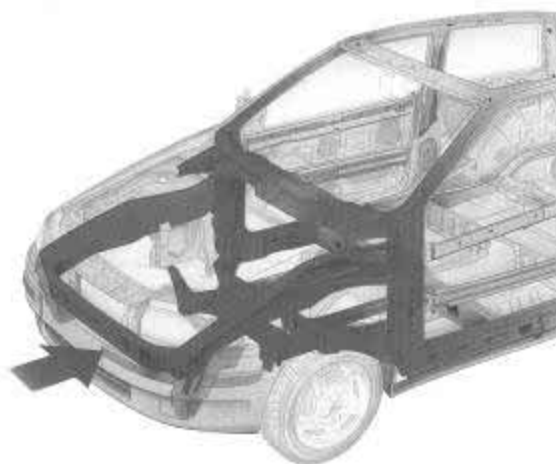
3. *Aurreko zeharkako habea.* Aurreko luzetarako habeen lotura-elementua da, eta oso zurruna izan ohi da (flexioarekiko erresistentea). Haren helburua zamak banatzea da, deformazioa uniformeak izan dadin egitura osoan. Izan ere, deformazio asimetrikoak gertatzekotan, zeharkako habe horren errefortzuaren ondorioz, talkatik urrunen dagoen aldeak ere deformazio-prozesuan eta energia-xurgatzean parte hartzen du.
4. *Zutabeak.* Alboetan indartzen dute egitura, eta bidaiari-lekua eratzen duen arku osatzen dute sabaiko luzetarako habeekin batera.
5. *Atzeko luzetarako habeak.* Energia xurgatzen dute atzeko talketan, egitura indartuari esker. Erregai-tangaren osorik mantentzen dute gainera.
6. *Beheko luzetarako habeak.* Karrozeriari zurruntasun handia ematen dioten tamaina handiko pieza dira, haien egitura konpresio bidezko soldadurazko loturak dituzten txapek osatzen baitute. Pixkanaka handitzen den lodierako egiturari (lodiera anitzeko txapak) eta karrozeriaren behealdeko errefortzuetan duen ainguraketari esker, zurruntasuna handitzen da egitura osoan; izan ere, zurruntasuna mantentzen da gune kritikoetan eta programaturako deformazioko guneak mantentzen dira. Ateen azpian ostikoak daude; zeregin handia dute bidaiari-lekuaren osotasuna mantentzeko errefortzuen aplikazioan. Errefortzu horiek zurruntasuna ematen diote bidaiari-lekuaren konfigurazioari agente-taularen azpian dagoen segurtasunezko zeharkako habearekin, aurreko eserlekuaren azpiko zeharkako habearekin eta ateen barnealdeko babesekin batera; era berean, talka gertatuz gero, atea irekitzea ahalbidetzen dute.
7. *Zeharkako habexka* (aginte-mahaikoa). Zurruntasuna ematen dio bidaiari-lekuari, eta haizetakoa eta aurreko airbag-ak eusten ditu.

8. *Sabaia*. Segurtasun-espazioa segurtatzen du iraulketetan. Kasu horietan, bidaiari-lekuaren osotasuna mantentzen laguntzen dute karrozeriaren muntagen errefortzuek, egitura osagarri legez). Goiko zeharragek nerbio multzo bat dute, eta zurruntasun handiagoa ematen diete.
9. *Alboko barrak*. Alboko kolpeen ondorioak eragotzi edo gutxitzen dituzte. Batzuetan, errefortzudun ate-egiturekin ordezkatzeko dira.

► Aurreko egituraren portaera

Egiturari dagokionez, zurruntasun bereiziko aurreko partea deformatzeko eta sakrifikatzen diseinatuta dago. Ezkutu-lana egiten du, hainbat errefortzuren bitartez, babes-zelula oso zurruna eta deformaezina osatzen duen bidaiari-lekuarentzat. Aipatu bezala, sarritan ohikoa da aurreko luzetarako habeak aurretiaz ezarritako eran tolestea eta talkaren energia leuntzea eta xurgatzea. Luzetarako habeak zeharkako habe bat edo biren bidez lotu ohi dira; horien bidez, talka alde bakarrean gertatzen denean, energia aurreko alde osori banatzen da. Aurreko konfigurazio horri kapotaren eta gurgil-paseen diseinu aztertua gehituta, lortzen diren egiturek barrera finko perpendikular baten (poste) kontrako talketan energia xurgatzen dute eta, gainera, emaitza ezin hobek lortzen dituzte oztopo zurrunen, hormen, zutoinen eta objektu deformatzarrien –adibidez beste ibilgailu batzuk– kontrako talketan; izan ere, babes-zelulara heltzen diren indarrak eta azelerazioak ahalik eta gehiena mugatzen dituzte.

Talkaren indarrak (dagoeneko nabarmen leundu da aurreko parteak eman eta gero) (3.15 irudia), aurrera egitean, topo egiten du bidea mozten dion babes-zelularekin. Hori deformaegin egiteko, aurreko luzetarako habeak ibilgailuaren alboan ainguratu ohi dira lotura-elementu espezifikoekin; horiek energia egituraren beste alde batzuetara banatzen dute, eta esekiduraren azpizaxisak egoki artekatutako puntuan deskargatzen ditu indarrak. Era berean, atearen azpian kokatutako luzetarako habeen luzetarako errefortzuek, barne-trenkada indartuta, gurgilen euste sendoa bermatzen dute.

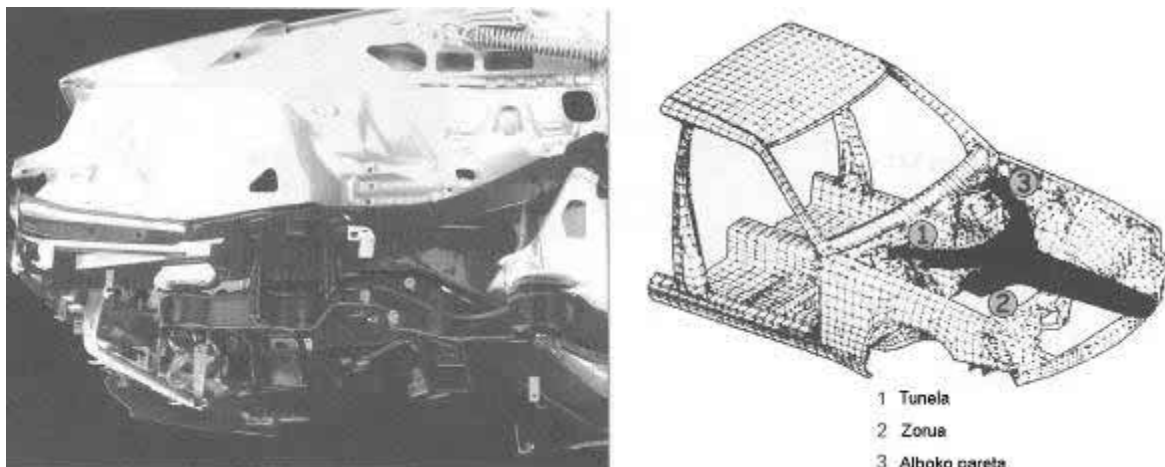


3.15. irudia.

Bidaiari-lekuaren egitura ere oso zurruna da. Ateen errefortzuek eta muntagetako akoplamenduek zapalketarekiko erresistentziaren balio altuak bermatzen dituzte; zeharkako eta luzetarako zeharkako habeek zurruntasun handiagoa ematen diote zoruari, eta ahalik eta gehiena mugatzen dituzte pedalier multzoaren deformazioak. Haizetakoaren azpiko hutsuneen eta tresna-panelaren ainguraketaren oinarriak (zeharkako habexka) bidaiari-lekuaren zeharkako errefortzua segurtatzen dute, eta alboak guztiz bat egiten dituzten segurtasun-gerrikoen parean. Azkenik, aurreko eta erdiko muntagak eta sabaiko zeharkako habeak oso sendoak dira, eta bidaiari-lekua osorik mantentzen laguntzen dute.

Laburpen gisa, talka-kasuan aurreko aldean nahi den portaera lortzeko automobilgileek erabiltzen dituzten konponbideen artean, honako hauek aipa daitezke:

- ✓ Urkila-formako aurreko luzetarako habeak erabiltzea; talkaren energia zuzen banatzen dute bidaiari-lekuaren osagai sostengatzaileetara, batez ere zorura, ostikoetara eta tunelera (atzeko propultsiodun edo 4x4 ibilgailuetan) (3.16 irudia). Ibilgailuaren inguruko xaxisaren urkila-formako diseinuak, gainera, talkaren ostean bidaiari-lekuaren osotasuna eta ateen eraginkortasuna mantentzen laguntzen du.



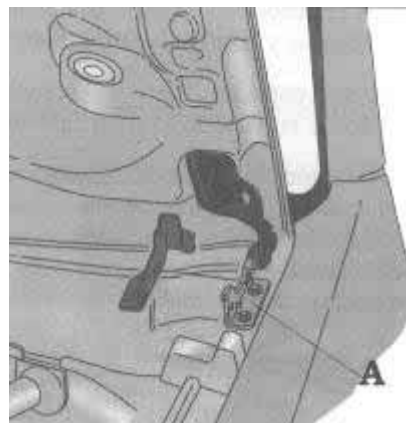
3.16. irudia.

- ✓ Beheko zeharragaren, luzetarako habeen eta azpisaxisen eite egokiari esker, aurrez aurreko *offset* talketan (zentratuta ez daudenak) beste aldeko zoruak ere parte hartzen du energia-xurgatzen.
- ✓ Luzetarako habeetako eta alboko muntagetako errefortzuek, haizetakoaren azpian kokatutako egiturazko zeharkako habe huts baten bidez konektatuta, ibilgailuaren zeharkako zurruntasuna bermatzen dute, gerri-lerroaren altueran alboek bat egitea eragiten baitute.
- ✓ Zoruaren azpian eta martxa aldatzeko palankaren oinarrian errefortzuak erabiliz, zoruaren sendotasuna eta zurruntasuna hobetzen dira eta deformazioak ahalik eta gehiena mugatzen dira.

- ✓ Motorraren ainguraketen geometria eta kokapena ondo aztertuta, talka gertatuz gero, aurreko egituraren indarrak deskargatzen dira, eta bidaiari-lekuak gehiegizko zamak jasatea saihesten da.
- ✓ Luzetarako habeen sekzioan forma koniko edo piramidalak lortu egingo du horiek era mailakatuan xurgatzea energia autoenbutizioaren bitartez. Luzetarako habe oktagonalak erabiltzen direnean "mailatuen tolestatze" printzipioaren bitartez deformatzen dira, eta ondorioz talka-energiaren gutxitzea ekartzen dute.
- ✓ Egituraren elementu jakin batzuek (batez ere luzetarako habeak, zeharragak eta gurpil-paseen errefortzuak) puntu galdagarriak dituzte (luzetarako artekak, zulagailuak, alde kurboak, hozkak edo tolestaketak); horien bidez, era kontrolatua deformatzea lortzen da. Puntu galdagarri horiek estanzazio-prozesuan eransten zaizkio piezari (3.17 irudia).
- ✓ Aurreko kapoten errefortzuek puntu galdagarriak izan ohi dituzte, aurrez aurreko talka-kasuetan kapotak erditik tolesteko, hala, atzerantz desplazatzea eta haizetakoaren kristalean sartzea eragozteko. Ibilgailu batzuetan bandek (3.18) autoatxikitze-sistema bat (kakoa) dute, eta haren funtzioa da talketan bandak banatu daitezkeen saihestea den.



3.17. irudia.



3.18. irudia.

► Atzeko egituraren portaera

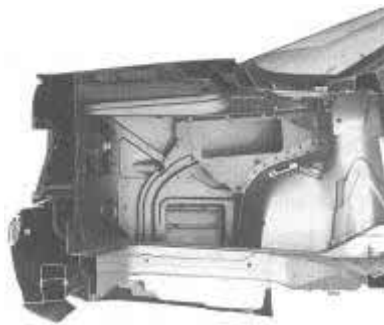
Egitura honek aurreko kasuarekin dituen antzekotasunak direla eta, haren portaera *Seat Córdoba Vario* (3.19 irudia) ibilgailua erreferentziatzat hartuta aztertu daiteke. Atzeko talketan, atzeko kolpe-leungailuaren kontrako talkarekin hasten da deformazioa. Kolpe-leungailuak energia banatzen du atzeko luzetarako habeetara, horiek barnerantz deformatzen hasten dira eta deformazio uniforme eta mailakatua lortzen dute. Aldi berean, erdiko eta goiko segurtasun-eraztunak deformatzen hasten dira; ateen gerrialdean eta D zutabe sendotuetan (atzekoak) ixten dira. Zoruaren oinarria ere deformatu egiten da deformazio programaturako tolesturak dituzten guneetatik. C eta D zutabeen artean ere tolesten diren gune batzuk daude. Atzeko talketan lortu behar da erregai-tanga osorik mantentzea eta atea erraz ireki ahal izatea talkaren ostean.



3.19. irudia.

Oro har, eta batez ere berlina edo sedan motako ibilgailuetan, hainbat prozeduren bitartez hobetu daiteke segurtasuna:

- ✓ Deformazio-gaitasuna eta energia-xurgatzea handitzeko, atzeko luzetarako habeen profil irekiak txapa lodiagoa duten profil itxiekin (kutxa formakoak) ordezkatzeko dira (3.20 irudia).
- ✓ Atezko zeharkako habearen eta muntagaren arteko loturak indartzen dira.
- ✓ Alboen eta atzeko gurpil-paseen egiturak indartzen dira.
- ✓ Ordezko gurpila erdian kokatu ohi da (maletategiaren zoruaren azpian) segurtasuna hobetzeko, indarra –banatzen baitu. Motorrak aurreko partean duen funtzioaren antzekoa dauka.
- ✓ Erregai-tanga ahalik eta babestuena dago, eta atzeko kolpe-leungailutik urrun (dagokionean, atzeko ardatzaren gainean).

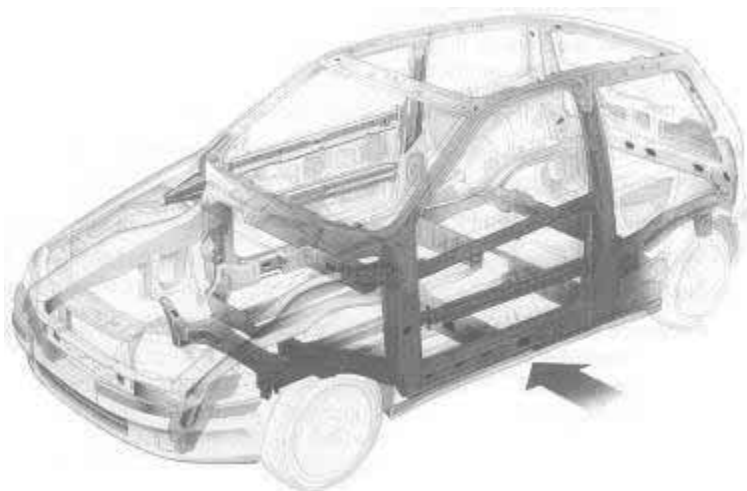


3.20. irudia.

- ✓ Maletategiaren tapako banden kokapenak tapa bera bidaiari-lekuan sartzea eragotzi behar du.
- ✓ Atezko luzetarako habeak flexioarekiko zurrunda den zeharkako habe batez lotu ohi dira, ibilgailuaren aurrealdean egiten den moduan, indarrak banatu ahal izateko.
- ✓ Hiru bolumeneko karrozerietan (ekoizleen arabera), lunetaren azpian kokatutako zeharkako habearekin, atzeko erretiluekin eta bizkarraldearen atzeko trenkadarekin osatzen da babesa. Atezko trenkada horrek, bestalde, talkan babes-funtzioa du maletategiko zamaren mugimenduaren aurka.

► **Alboko babesak**

Aurrez aurreko edo atzeko talka batean, karrozeria era kontrolatuan deformatu daiteke talkaren energia xurgatzeko eta xahutzeko. Hori ez da posible, aldiz, alboko talketan, batez ere alboak gune ahulak direlako, gutxi indartutako hutsune zabalak dituztelako, eta ateen eta bidaiarien arteko distantzia, gainera, txikia delako. Mota horretako talketan, karrozeriaren egonkortasunak deformazioak saihestu eta bidaiarientzako arriskutsuak izan daitezken sartzak eragotzi behar ditu, babes-aukerak mugatuago daude eta.



3.21. irudia.

Talka mota horretan (3.21 irudia), egiturak erraz ukitzen ditu bidaiariak. Hori dela eta, babesaren helburu nagusia da egitura hori indartzea, atek zantpatzea saihesteko eta bidaiariak talkagunetik urruntzeko.

Alboko babes-maila egokia lortzeko har daitezken konponbide nagusiak honako ideia orokor hauetan laburtu daitezke (3.22 irudia):

- ✓ Ate azpiko luzetarako habe handi eta indartuak jartzea.
- ✓ Trantsizio zabalak izatea zutabe edo muntagetatik sabaia ren markora eta alboko luzetarako habeetara, eraginkor banatu ahal izateko talkan sortzen diren indarrak.
- ✓ Aurreko muntagak zeharkako zurruntasun-maila altua izatea.
- ✓ Erdiko eta atzeko muntagak indartzea luzetarako habeen ainguraketa-puntuetan, segurtasun-gerrikoen krokadura-puntuetan eta malguki-sarrailen zonetan.
- ✓ Erdiko muntagen diseinu berezia, alboko talken ondorioak leuntzeko. Erdiko zutabe indartuari esker (4,3 mm lodi izatera hel daitezke), sabaiko zeharkako habeari eta zoruko zeharragari zurruntasuna ematen zaio, energia hobeto banatzeko. Era berean, erdiko gunea ahalik eta zurruntasun handiena izateko diseinatzen da, deforma ez dadin eta barnealderantz mugi ez dadin.



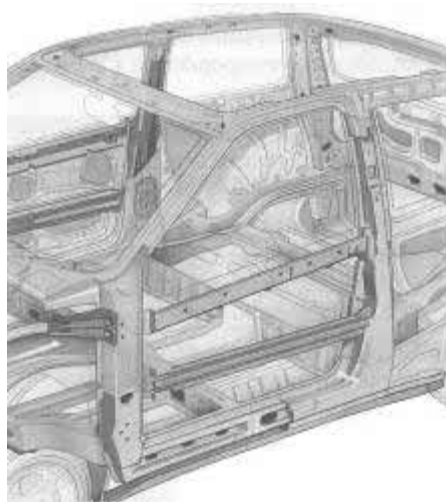
3.22. irudia.

- ✓ Erresistentzia handiko zeharkako habeak jartzea eserlekuen azpian.
- ✓ Bidaiari-zelula zeharraga oso zurruneekin indartzea, talka jasaten duen aldearen kontrakoak ere parte har dezan bidaiari-lekuaren egituraren erresistentzia osoan.
- ✓ Alboko presioak ere jasan ditzaketen eserleku-euskarriak jartzea.
- ✓ Energia xurgatzen duten edo bereziki ikertutako profila duten tapizatzea erabiltzea ateen barnealdean.
- ✓ Segurtasun-gerrikoen inbertsioak landatuta, etab.
- ✓ Erresistentzia handiko elementuak erabiltzea ateen loturetan (bandak, sarrailak, malgukiak). Horren bitartez, ateen itxita jarraitzea eta indarren transmisioan parte hartzea lortzen da.

Ateen egiturak, alboko talketan, garrantzi handia du bidaiarien segurtasunean eta, hortaz, atearen panelen geometria eta zurruntasuna egokiak izatea lortu behar da diseinuan, hartara, alboko biziraupentarteak mantentzeko eta ahalik eta gehiena gutxitzeko bidaiarien lesioak. Ateen egiturak ahalbidetu behar du ateen ireki ahal izatea aurrez aurreko eta atzeko talken ondoren, araudiek adierazi bezala.

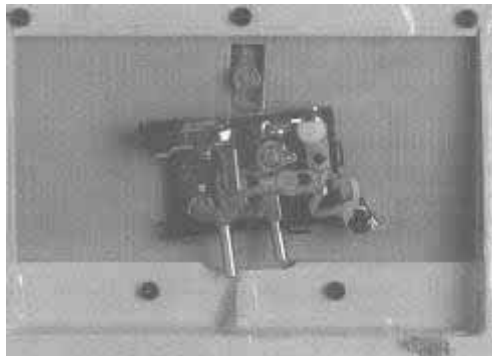
Ateen erresistentzia handitzeko eta barnera sartzeak saihesteko, txapa enbutituko errefortzuak erabiltzen dira bidaiari-lekuan, baita sarrailen eta landen diseinu egokiak eta lotura eta ahokatze ona ateen beheko aldean eta estriboetan. Gainera, ateen gainjarpren zabalak bermatu egiten du alboekin finkapen hobea. Ekoizle batzuek atearen goiko alde diseinatzen dute talka kasuan banda-lana egin dezan eta bere kokapena mantentzeko, eta atearren gainerako parteak barnerantz mugitu dadin pendulu baten eran; horrela, gutxitu egiten da lesio-arriskua anatomiaren alde sentikorrenetan, adibidez toraxean, saihetsetan eta buruan.

Ateen babesaren muina zeharka jarritako errefortzu-barra perfilatuak dira. Erresistentzia handiko altzairuz egin ohi dira kalkulu eta proba esperimental askoren ostean (3.23. irudia), eta horien helburua da zurruntasuna ematea eta deformazioa kontrolatzea karrozeriaren egitura barneratzea eragozteko, eta, horrela, salbamendu-lanak errazteko. Segurtasuna nabarmen hobetzen da ateen barreien *padding*-a (erlategi-formako elementu plastikoekin egindako material xurgatzailea) gehitzen bazaie, eserlekuak luzetarako habeekiko loturan puntu galdagarriak dituzten zeharragen gainean jartzen badira (era horretan, haien deformazio kontrolatuak ahal den neurrian eragotziko du ateen eta zutabeek bidaiariak ukitzea), ate-egitura bereziki zurruna bada eta sendo ainguratuta badago karrozeria irmora, eta bandak eta sarrailak erresistentzia handikoak badira. Era berean, barren muturren konformazioari ere azterketa sakona egiten zaio.



3.23. irudia.

Sarrailek garrantzi handia dute segurtasun pasiboan eta lapurren aurkako sisteman. Oinarrizko zeregina dute talka mota guztietan, ez bakarrik albokoetan. Izan ere, guztiz beharrezkoa da talka baten osteko fase dinamiko guztietan ateeak ondo itxita jarraitzea. Sarrailek homologazio-probak gainditu behar dituzte haien erresistentzia-muga kalkulatzeko (3.24 irudia). Itxita, gutxienez 12 kN-eko luzetarako indarra eta 10 kN-eko zeharkako indarra jasan behar dute (erabateko posizio blokeatuan). Gainera, ez dira ireki behar luzetarako edo zeharkako 30 g-rainoko azelerazioekin.



3.24. irudia.

► Iraultetaren kontrako babesak

Sabaiaren egiturak zurruntasun handiagoa eman behar dio bidaiari-lekuari, bidaiarien segurtasunari laguntzeko alboko talketan zein iraulteta-kasuetan.

Kontuan hartu behar da iraulteta-kasuan burua, lepoa, toraxa eta abdomena direla kalterik larrienak paira ditzaketen gorputz-atalak. Bizkar-hezurraren lesio-arriskuak, gainera, hirukoiztu egiten dira beste istripu mota batzuekin konparatuz.

Lesio horiek eragiten dituzten arrazoiak dira, batez ere, sabaiaren deformazioa (bidaiari-lekua txikia-gotu dezake bidaiarientzako tokirik ez geratu arte) eta segurtasun-gerrikoa jarrita ez izatea, hori baita bidaiaria bere lekuan mantentzeko arduraduna (istripu mota horretan bidaiari asko airean ateratzen dira, eta iraulketen % 66tan gutxienez leiho bat apurtzen da). Bidaiari-lekuaren osotasuna bermatzeko, hainbat konponbide erabiltzen dira, esate baterako:

- ✓ Eratzun deformaezinak eratzten dituzten erresistentzia handiko materialak erabiltzea.
- ✓ Bidaiari-lekuaren erresistentzia hobetzea A, B eta C muntagak indartuz (*break* ibilgailuetan D ere bai) (3.25 irudia).
- ✓ Egitura-zeharragak erabiltzea; alboen artean lotura-tarteak jartzea, haizetakoaren eta male-tategiaren goialdeetara elkartuta.
- ✓ Zenbait txapa-pieza elkarren artean konbinatzea, esfortzuak pairatzekotan euskarri-lana egin dezaten eta erresistentzia handiagoa emateko.
- ✓ Sabaiko luzetarako habeek izan ohi dituzten muntaia-tarteen edo -zuloen kopurua eta kokapena optimizatzea (beharrezkoak dira fabrikazio-arrazoi teknikoak direla eta), ahuldu ez daitezten.
- ✓ Aurreko haizetakoan eta atzeko lunetan lotura itsatsiak erabiltzea, bidaiari-lekuari zurruntasun eta egonkortasun handiagoa ematen baitiote.

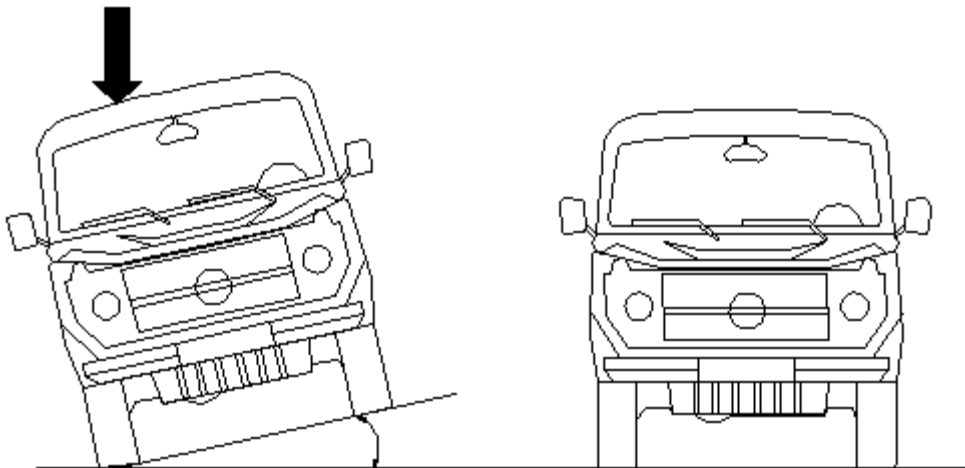
Kabrioleten kasuan, automobilgileek ikerketa ugari egin dute segurtasun-maila handia lortzeko iraulketa gertatzekotan. Modelo horietako gehienek segurtasun-arkuak ditu babes moduan (3.26 irudia). Arku horiek ezkutatu egin daitezke hainbat kasutan, edota biratu egiten dute aurreko eserlekuaren atzean edota atzeko eserlekuen bizkarraldearen atzetik ateratzen dira. Eskuz (etengailu baten bidez) edo egoera kritikoak hautematen dituzten bi sentsorez hornitutako sistema elektronikoaren bitartez jar daitezke martxan. Sentsore batek esekidura-malgukien distentsioa neurtzen du, eta besteak ibilgailuaren inklinazio-angelua. Segurtasun-ataria gainditzen dutenean, arku hiru segundo-hamarrekotan zabaltzen da (3.27 irudia).



3.25. irudia.



3.26. irudia.



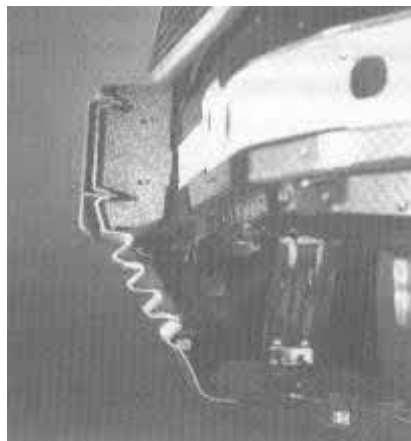
3.27. irudia.

Ibilgailu horien egituraren hainbat puntu indartzen dira, adibidez, haizetakoaren markoa, erdiko muntakak, zorua eta atzeko eserlekuen atzealdea. Ibilgailu mota horretan ohikoa da, gainera, urkila-formako luzetarako habeak egitea, talka-kasuetan sortzen diren indarrak hobeto xurgatzeko azpien erdialderantz desbideratuz.

► Kolpe-leungailu xurgatzaileak

Arintasun handiko plastikozkoak dira, eta material apartuz beteta daude (3.28 irudia); deformatzea eta hasierako egoerara itzultzea ahalbidetzen dute abiadura txikiko talketan (4 km/h inguru). Material horiekin lortzen da:

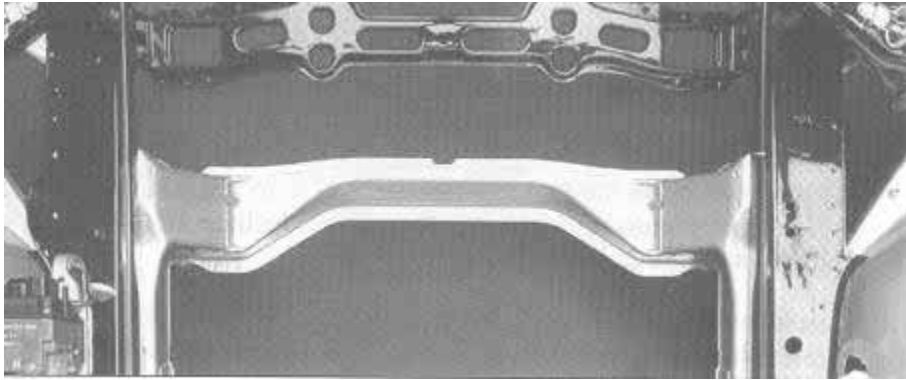
- ✓ Nabarmen gutxitzea ibilgailuaren pisu osoa.
- ✓ Talka txikietan kalteak gutxitzea.
- ✓ Ibilgailuaren estetikari dagokionez, diseinu erakargarriagoak eta atseginagoak.



3.28. irudia.

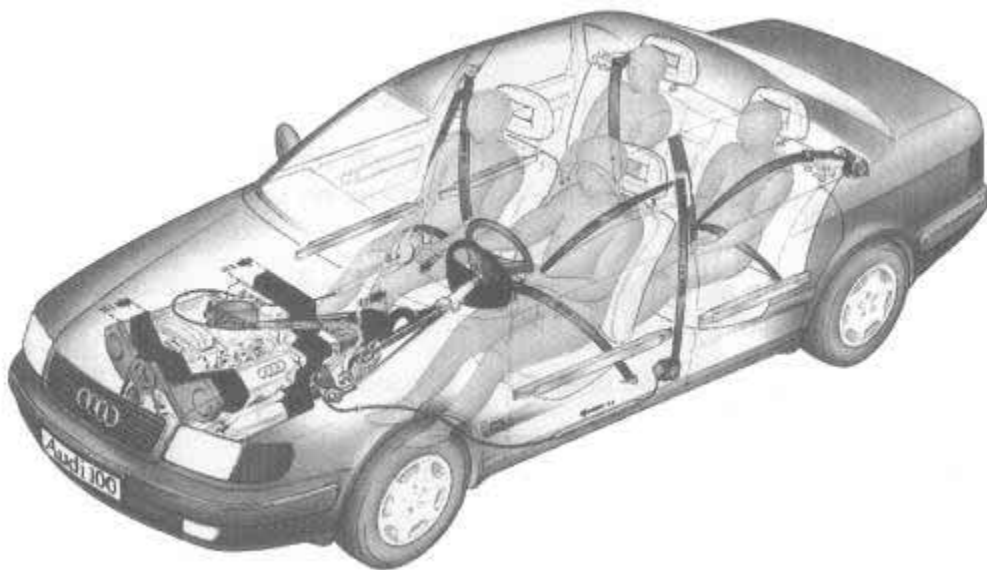
► Ekipo mekanikoa sartzeko eragozpenak

Motorra ibilgailuaren karrozeriaren aurrealdean kokatzeak arrisku berezia dakar aurrez aurreko talketan, aurreko eserlekuetako bidaiariak kalteak izan ditzakete eta talde propulstzailea bidaiari-lekurantz mugitzearen ondorioz. Motorra eta abiadura-kaxa ibilgailuaren barnealderantz sartu beharrean behealdetik pasatzeko eran kokatzen dira, bidaiari-lekuan sartzea saihesteko. Horretarako, luzetarako habeak beheantz desbideratzeko joera izan dezaten diseinatu dira (atzeko luzetarako habeek egiten duten antzera erregaitanga babesteko, atzeko kolpeetan).



3.29. irudia.

Organo mekanikoei azpifixazio batek eusten dien kasuetan (3.29 irudia), organoek lotura torlojotua dute atzealdean. Talka gertatuz gero askatu egiten dira, eta multzo osoa (azpifixazioa, motorra, direkzioa eta abar) beheantz pasatzea ahalbidetzen dute. Hala, aurreko luzetarako habeek bere deformazio-funtzio programatua betetzen dute azpifixazioren egitura zurrunetik askatutakoan.



3.30. irudia.

Audi etxearen “Proconten” dispositiboaren (3.30 irudia) gisako beste sistema batzuetan, motorra atzerantz mugitzean, kable bidezko trakzio-sistema bat martxan jartzen da. Horren bidez, bolanteak atzerantz egiten du eta aurreko segurtasun-gerrikoak tenkatzen dira.

► Bidaiari-lekua

Bidaiari-lekuaren egokitzeak berebiziko garrantzia du ibilgailuan doazen bidaiarien segurtasuna bermatzeko. Ekoizleek bidaiari-lekuaren segurtasun-gaitasuna hobetzeko erabili ohi dituzten neurri teknikoen artean aipa daitezke, aurretiaz aipatutakoez gain, honako hauek:

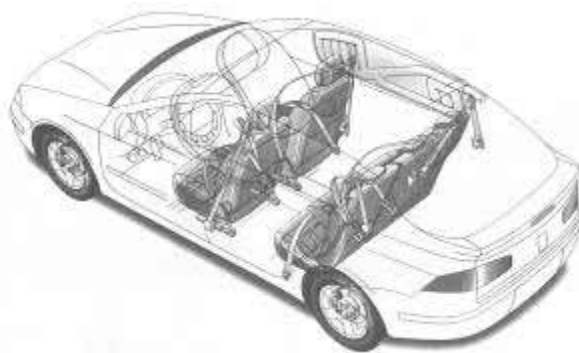
- ✓ Biziraupen-tarte zabala ematen duen egitura (talkan zehar eta ondoren).
- ✓ Bidaiariei eusteko sistema egokiak izatea.
- ✓ Istripuaren ostean bidaiariak askatzeko elementu eta multzoak erabat funtzional izatea.
- ✓ Suteen kontrako babesak.
- ✓ Haizetakoaren finkapen-sistema.
- ✓ Karrozeriaren piezak haizetaketatik eta atzeko lunetatik sartzeko eragozpenak.
- ✓ Pedal multzoaren desplazamendua.
- ✓ Talka moteltzea oinetan. Aurrez aurreko talkan, zoruaren moketan erantsitako (gidariaren aldean) kautxu-aparrezko elementu batek hankaren eta oinaren gaineko zama mugatzen ditu. Diseinu ez-labaingarria du osagai babesle horrek zama handiak murrizten ditu, oinaren talka-abiadura gutxitzen baitu.
- ✓ Bolantearen kokapenaren desplazamendua. Direktzio-zutabearen egitura kolapsagarriak bolantearen atzerantzko desplazamendu txikia ahalbidetu behar du.
- ✓ Tresna-panelaren konfigurazio egokia.
- ✓ Barnealde barrubigunak. Material bigunak eta ertz gabekoak erabili behar dira estalduretan, ateen paneletan eta sabaian, bidaiarien balizko lesioak (kontaktuzkoak) saihesteko. Batzuetan beso-euskarriek kolpeen aurkako babesak dituzte; kontaktu bortitza dagoenean era kontrolatuan deformatzen dira eta lesio-arriskua gutxitzen dute. Ateko portaren konpartimendua elastikotasun handiko material sintetikoaz egin behar da, ezpaltzen ez den materialez.
- ✓ Kristal laminatuak erabiltzea. Mota horretako kristalak erabiltzeak begietako eta aurpegiko lesioen arriskua gutxitzen du, apurtuz gero kristala ez baita zatitzen, osorik mantentzen da eta.

Gainera, asko zaintzen dira beste elementu batzuk, talketan behar bezala kontrolatuta egon daitezen, ahalik eta gehiena mugatzeko gorputz-enborearen eta buruaren desplazamenduak.

Elementu horien artean (geroago deskribatzen dira) daude:

- ✓ Buru-euskarria. Buru-euskarriek, talka gertatuz gero, gidariaren eta bidaiariaren buruak atzerantz mugitzea eta lesio zerbikalak eragitea saihesteko balio dute.
- ✓ Eserlekuak.
- ✓ Erretentzio-sistemak (3.31 irudia). Segurtasun-gerrikoak eta airbag-ak ibilgailuaren gidaria eta bidaiariak eserlekuetara lotuta mantentzeko funtzioa dute, talketan bidaiari-lekuaren egituraren aurka kolpeak hartzea eragozteko.

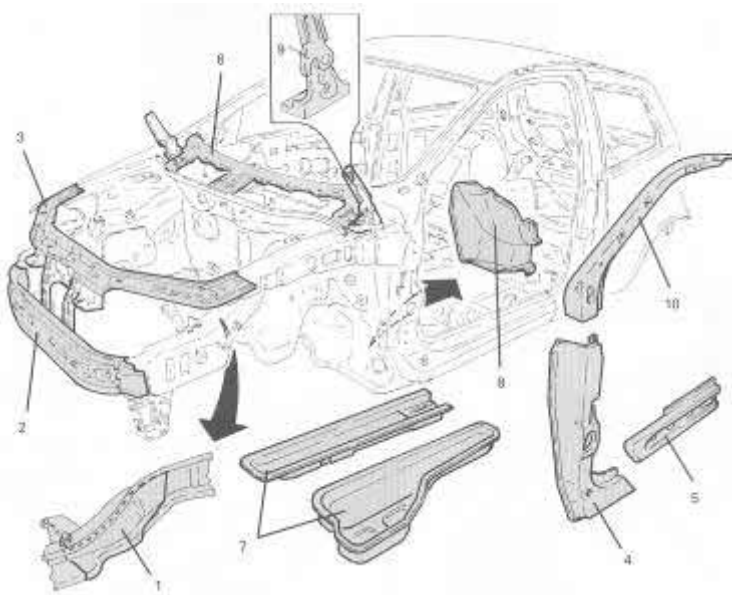
Laburtzeko, eta adibide gisa (automobilgileen kopuru handia dela eta), ondoren Fiaten Punto modeloak dituen segurtasun pasiboko errefortzuak aipatuko dira:



3.31. irudia.

► **Aurrez aurreko talkekiko erresistentzia (3.32 irudia)**

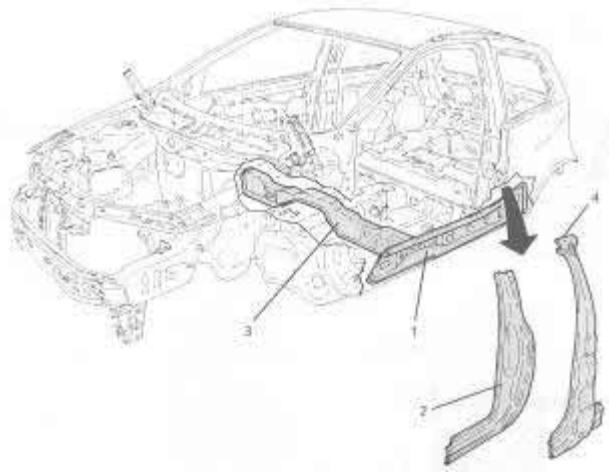
1. Errefortzua zutabeetan.
2. Aurreko zeharkako habea, zutabeak lotzekoa.
3. Aurreko faro-etxea, zeharkako habea.
4. Errefortzuak alboko muntagetan.
5. Errefortzuak luzetarako habeetan.
6. Haizetakoaren azpiko egiturazko zeharkako habe hutsa.
7. Zoruaren azpiko luzetarako errefortzuak.
8. Aginte-mahaiaren azpiko errefortzuak.
9. Kapotaren euste-kakoa.
10. Haizetakoaren muntagaren errefortzua.



3.32. irudia.

► **Alboko talkekiko erresistentzia (3.33. irudia)**

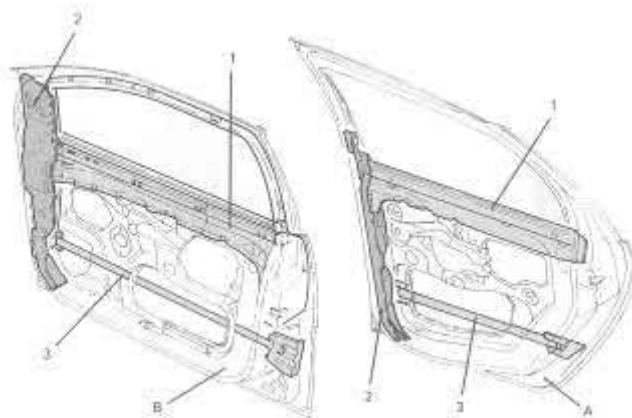
1. Ateen azpiko luzetarako habeen errefortzua.
2. Erdiko muntaga osoaren errefortzua (3 ateko bertsioa).
3. Ateen azpiko luzetarako habeen arteko errefortzuzko zeharkako habea.
4. Erdiko muntaga osoaren errefortzua (5 ateko bertsioa).



3.33. irudia.

► **Ateen egitura (3.34 irudia)**

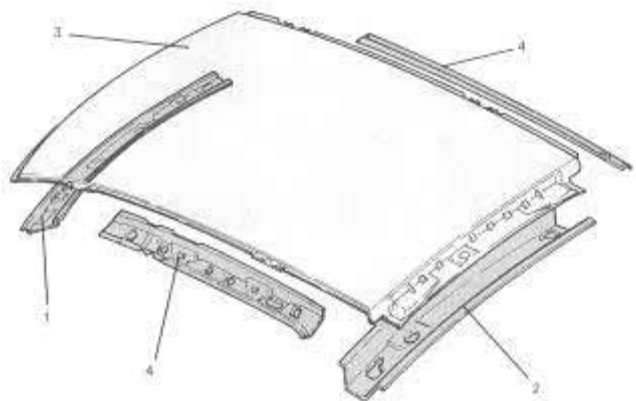
- A. Atzeko atea.
- B. Aurreko atea.
1. Errefortzuak gerraldean.
2. Muntagaren errefortzua.
3. Sartzea eragozteko tutu formako barra.



3.34. irudia.

► **Sabaiaren egitura (3.35 irudia)**

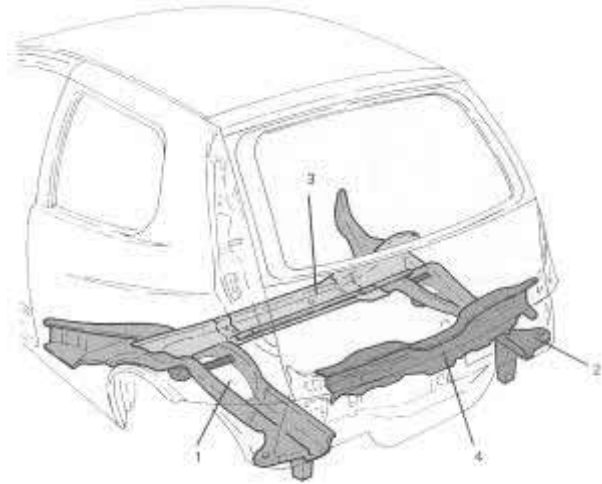
1. Haizetakoaren goiko zeharkako habe huts egiturazkoa.
2. Maletategiaren goiko zeharkako habe huts egiturazkoa.
3. Sabaia.
4. Goiko luzetarako habexka.



3.35. irudia.

► **Atzeko talkekiko erresistentzia (3.36 irudia)**

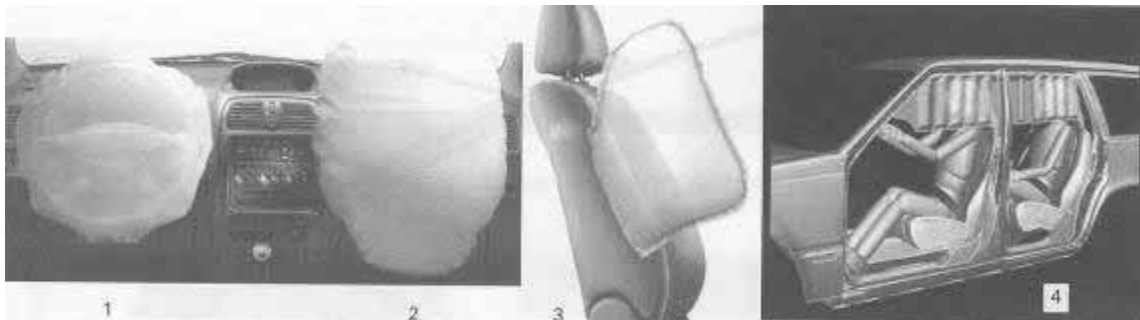
1. Ezkerreko atzeko luzetarako habea.
2. Eskuineko atzeko luzetarako habea.
3. Luzetarako habeak lotzeko zeharkako habea.
4. Atzeko zeharkako habea.



3.36. irudia.

■ **Segurtasun pasiborako gailuak**

► **Airbag-a (STS erretentzio sistema osagarria)**



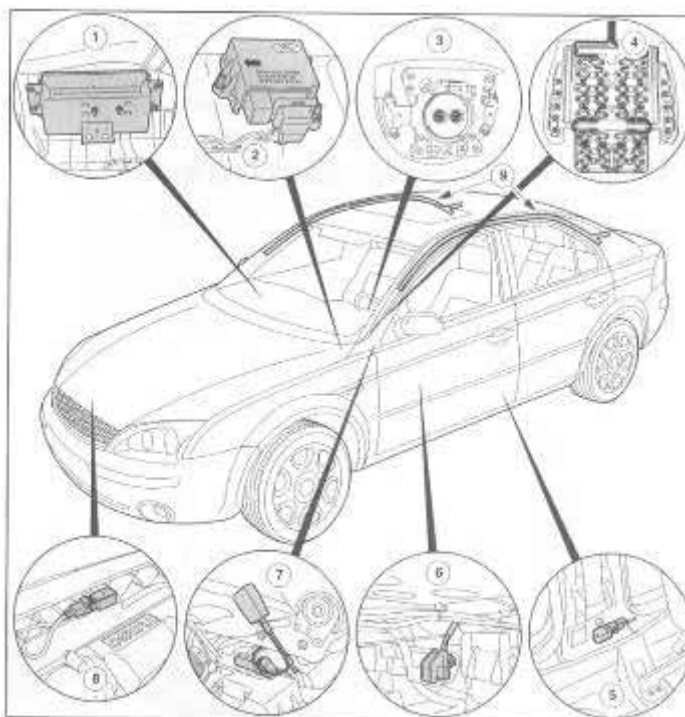
3.37. irudia.

Airbag-a segurtasun pasiborako gailua da, eta haren helburua da gidariaren edo bidaiariaren balizko lesioak saihestea edo mugatzea ibilgailuak izan ditzakeen talketan: aurrez aurrekoa, albokoa eta iraulketa. Hortaz, ondoriozta daiteke hainbat airbag mota daudela: gidariarena (3.37.1 irudia), bidaiariarena (3.37.2 irudia), albokoak (3.37.3 irudia) eta sabaikoa (3.37.4 irudia). Airbag-a automatikoki puzten den kuxin batek eratzen du; bidaiariaren eta ibilgailuaren tartean jartzen da. Airbag-a faktore hauen arabera aktibatzen da:

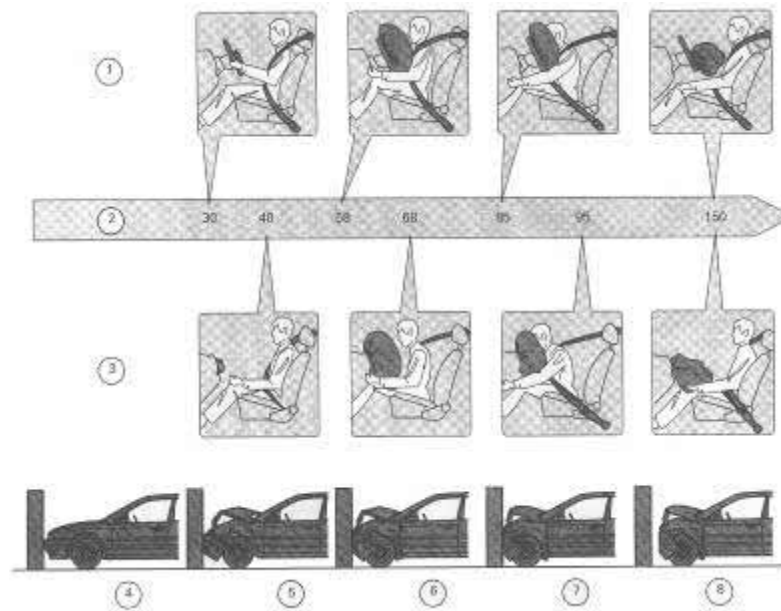
- a) Talkaren tamaina
- b) Gidariaren eserlekuaren kokapena
- c) Bidaiariaren eserlekua beteta izatea
- d) Segurtasun-gerrikoa jartzea

Faktore horien osotasunak mugatzen du istripuaren ezaugarriei buruzko informazio orokorra. Ibilgailuan jarritako sentsoreen bitartez transmititzen da (3.38 irudia). Gidariaren eta bidaiariaren airbag-ak ez dira aktibatzen ibilgailuak izan ditzakeen alboko eta atzeko talketan eta iraulketetan. Gailu horren azken garapenetako bat *airbag adimenduna* da. Kanpoan ez du alderik airbag arrunt batekin, baina eserlekuan kokatutako sentsoreak ditu, aurreko eserlekuko bidaiariaren 450.000 egoera erregulatzeko gai direnak. Hartutako informazioa 50 milisegundotan aztertzen duen ordenagailua dauka sistemak. Automobilak dezelerazio handia pairatzen badu, airbag-a gasez betetzen da 30 milisegundotan (50 km/h-ko abiaduran gertatutako talka batean 150 milisegundo inguru irauten du autoaren deformazio-fase osoak) (3.39 irudia). Sistema horrek airbag-a irteera eragozten du bidaiaria aginte-mahaitik hurbilegi dagoenean, airbag-ak kalteak eragin baitiezazkioke distantzia horretan (airbag-a ez da aterako eserlekuan ume-aulki bat badago (3.40 irudia), eserlekua hutsik badago edo segurtasun-gerrikoa lotu gabe badago). Airbag-a modu erradialean puzten da, eta segurtasun-balbulak ditu, erabat puztutako airbag-ean presio jakin bat eragiten denean pixkanaka husteko. Gogoratu behar da airbag-aren eragina kaltegarria izan daitekeela 50 kg baino gutxiago pisatuz gero edo 1,60 m baino gutxiago neurtuz gero.

1. Bidaiariaren airbag-a
2. Airbag-aren kontrol-modulua
3. Gidariaren airbag-a
4. Eserlekuko zama-sentsorea (bidaiariaren aldekoa)
5. Zeharkako dezelerazio-sentsorea (satelite bidezkoa)
6. Gidariaren eserlekuko kokapen-sentsorea
7. Segurtasun-gerrikoaren itxigailuaren etengailua
8. Talka-sentsorea
9. Bururako airbag-a



3.38. irudia.



Hiru puntuko segurtasun-gerrikodun gidariaren eta bidaiariaren airbag-en babes-efektuaren garapena denboran.

1. Gidaria
2. Denbora milisegundotan
3. Bidaiaria
4. Istripuaren hasiera
5. Airbag-a ateratzea
6. Poltsa zabaltze
7. kontaktu-fasea
8. Istripuaren amaiera

3.39. irudia.



3.40. irudia.

Puzte-abiadura aldatu egin daiteke poltsa bakoitzaren tamainaren arabera (tamaina handikoek kartuxoen eztanda handiagoa behar dute, handiagoa baita eman behar duten gas-kantitatea ere); hori dela eta, ekoizleek gero eta airbag txikiagoak egiteko joera dute.

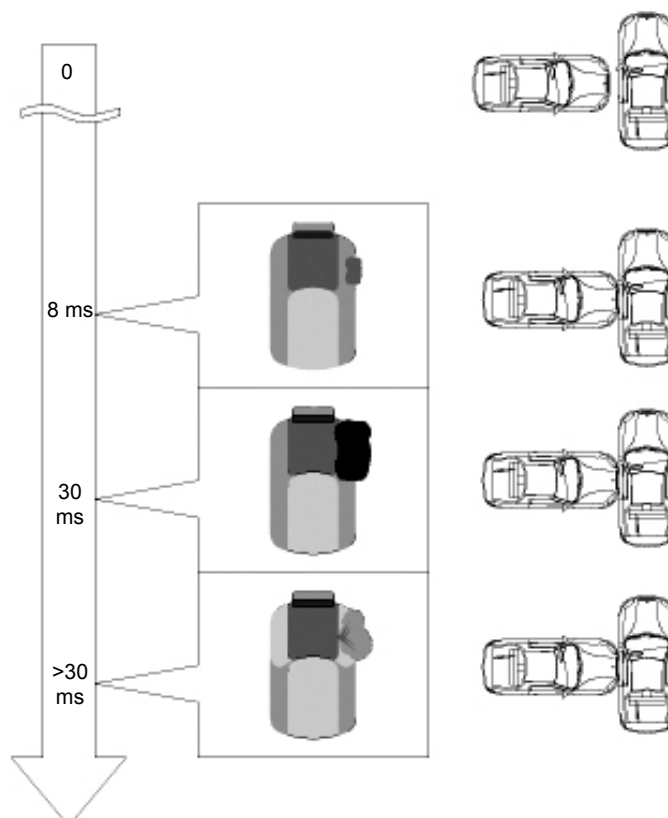
Kokapenari dagokionez, bai gidariaren zein bidaiariaren aurreko airbag-a bolantearen erdian eta guanteran kokatu ohi dira, hurrenez hurren.

Alboko airbag-ek bidaiarien kaxa torazikoa eta burua babesten dute. Funtzionamendua ibilgailuaren aurrealdean kokatutako gailuenaren antzekoa da, baina albokoetan, airbag-ak atean alboko paneletan kokatzen dira (3.41. irudia); bestela, eserlekuari lotuta jartzen da poltsa bakar bat. Hala, gunehorietan talken ondorioz sor litezken kalteak eragozten dira.

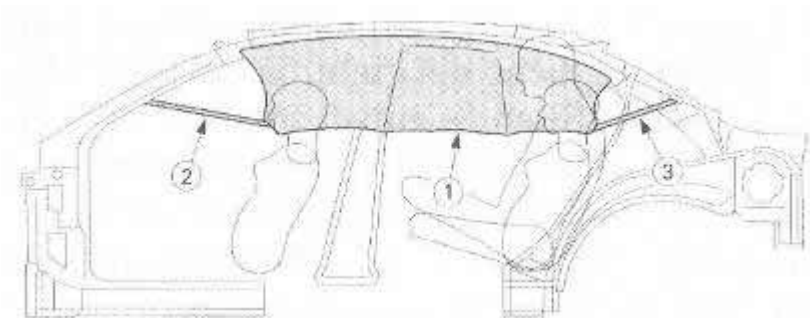
Haien ezaugarri nagusia da oso azkar zabaltzen direla. Izan ere, alboko talketan, bidaiaria oztopotik banatzen duen distantzia oso txikia da, 30 cm inguru baino ez. Hori dela eta, 30 milisegundo baino ez dira pasatzen airbag-aren aktibazioaren hasieraren eta amaieraren artean (3.42 irudia). Horrela, alboko istripua izanez gero, airbag konbinatuak era eraginkorrean osatzen ditu dagoeneko existitzen diren ekipamenduak, adibidez ateen paneletako talka-xurgatze egiturak. Simulazio matematikoez erakusten dutenez, auto guztiek alboko airbag konbinatuak balituzte, % 15 eta % 17 artean gutxituko lirateke alboko talken ondorioz gertatutako lesioak.



3.41. irudia.



3.42. irudia.

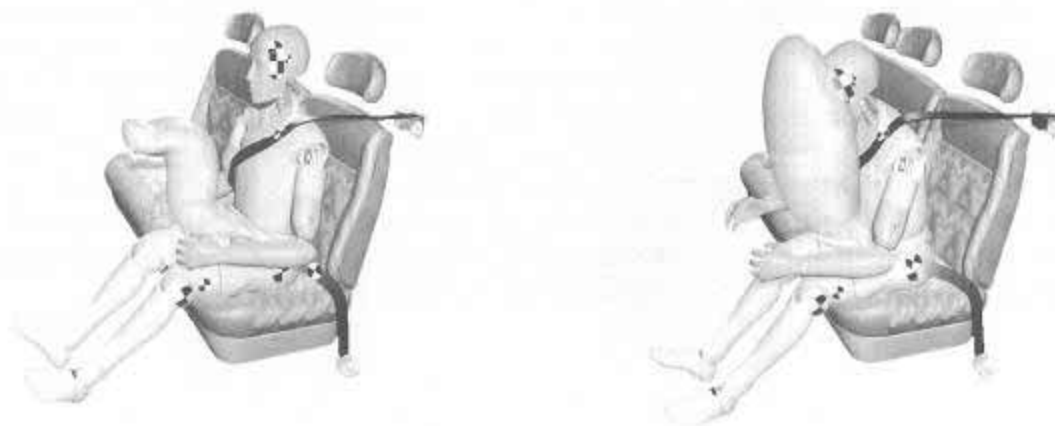


1. Aurreko euste-uhala
2. Sabaiko airbag-a
3. Atzeko finkapen-uhala

3.43. irudia.

Sabaiko airbag-a (3.43 irudia) ibilgailuaren alde bakoitzean kokatutako alboko gortina bat izan ohi da, pieza bakarrean ehundua eta sabaiaren forruaren azpian gordea. Haren funtzioa da iraulketetan goiko egiturak emateagatik buruan sortzen diren kalteak saihestea. Gailu horietako batzuk sekzio bitan eginda daude: bat goikoa eta bestea behekoa. Aire-poltsa aktibatzen denean, lehenengo beheko partea puzten da, kaxa torazikoa babesteko (kolpea hartzen lehenengoa alboko talketan). Betetakoan, gasaren parte bat gorantz mugitzen da goiko sekzioa bete eta burua babesteko. Izan ere, talka gertatzen denean alboko egituratik urrunago egon ohi da, eta, hortaz, nolabaiteko atzerapenarekin jasotzen du kolpea. Beste sistema batzuek bestelako neurriak hartzen dituzte, adibidez, luzetara zabaltzen den poltsa luze bat aurreko haizetakoaren gainean, edo sabaiko airbag-a izatea ate bakoitzean. Funtzionamendua aurreko eta alboko airbag-enaren berdina da, eta 25 milisegundoan betetzen da.

Aurreko eserlekuen atxikitze programatuan oinarrituta, atzeko eserlekuentzako aurreko airbag-belau-naldi bat ere garatu da, eta haren berezitasuna da segurtasun-gerrikoaren alde bentranean integratuta egotea (3.44 irudia).



3.44. irudia.

Sistema horri esker, airbag-a bidaiariaren aurrean kokatzen da zehatz, zoruan kokatutako gas sorgailu baten bidez puzten da, eta aurreko bidaiariarenaren besteko babesa ematen du.

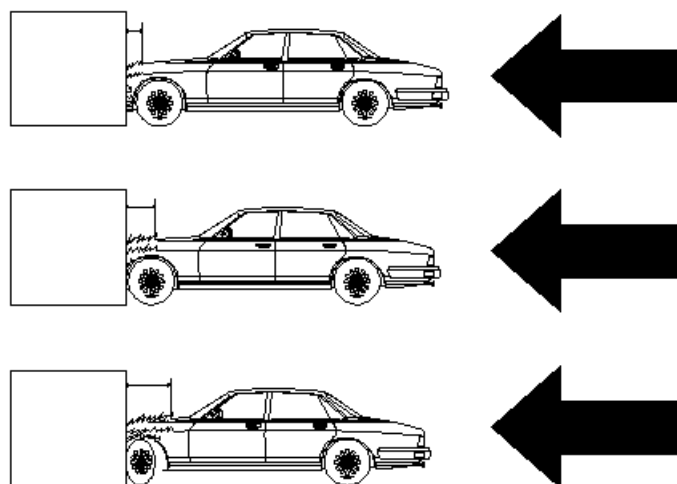
Atxikipen-gailuen eboluzioan, besteak beste, egokitzapen multzoak garatu dira. Bolumen aldakorreko airbag-a elkartzen dute bi pretenkatzaile dituen segurtasun-gerriko batekin. Konbinazio horrekin, hobeto neurtzen eta banatzen da bidaiarien atxikitze-energia talkaren intentsitatearen arabera, tamaina handiko talketan (65 km/h-tik gorakoak) babes egokia ziurtatzen da, albo-efekturik eragin gabe talka txikiagoetan.

Egokitzen den airbag-ak bi mailako presio-generadorea du, poltsa bolumen aldakorraz betetzeko. Airbag berri hori atxikitze programatuaren printzipio berberetan oinarritzen da, hau da, aire-irteera gidatua, presio nominala kontrolatzeko eta kanporatutako gasen emaria erregulatzeko. Egokitzen den segurtasun-gerrikoak esfortzu-mugatzaila mantentzen du, gerrikoaren tentsioa beharrezko gutxienera gutxitu eta toraxa eta sorbalda arintzeko. Talka hasi eta 5 milisegundo geroago, talka-kalkulagailuak lehen pretenkatzailea aktibatuko du, segurtasun-gerrikoaren lasaiera konpentsatzeko. Larria ez bada, bolumen txikiko airbag-a baino ez da aktibatuko, buruarekin bolantea edo agente-mahaia joz gero, kolpea leuntzeko. Talka larriago bat gertatzekotan, bigarren pretenkatzailea aktibatzen da lehenengoaren osagarri, eta bidaiaria eserlekuaren kontra eusten du. Segurtasun-gerrikoaren pretentsio bikoitz horrek du bidaiariaren desplazamendua murrizten du, eta nabarmen gutxitzen ditu hanketako eta oinetako lesioak. Era berean, bigarren gas-generadorea aktibatuko da, bigarren mailako airbag-a (handiagoa) puztuko du, eta zauri-arriskua nabarmen gutxituko da.

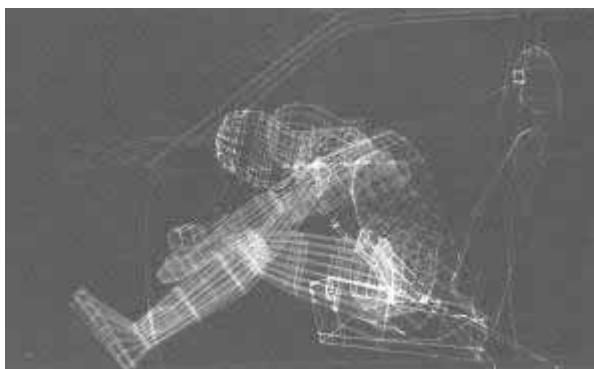
▶ **Segurtasun-gerrikoak.** Segurtasun-gerrikoek hainbat funtsezko helburu dituzte

- ✓ Erabiltzaileak ibilgailuko elementuak (bolantea, tresna-mahaia) ukitzea eragozteak.
- ✓ Bidaiariak ibilgailuaren dezelerazioan lehenbailehen parte har dezaten ahalegintzea.
- ✓ Talka batean bidaiariarengana heltzen den energia xahutzea ahal bezain eta astiro eta uniforme.

Homologazio-arauetan zehazten da segurtasun-gerrikoak ehun oso erresistenteko zinta bi edo gehiagorekin egin behar direla, 1.500 kg-ko zamari eusteko modukoekin; bridekin eutsita behar dira karroze-riaren ainguraketetara. Belarri berezi ahalbidetzen du segurtasun-gerrikoa lotzea, eta bizkor askatu daiteke belarrian bertan kokatutako palanka- edo sakagailu-sistema baten bitartez. Atxikitze-gailuen garrantzia hobeto ulertzeko, beharrezkoa da gogoratzea talkan azaltzen fisikako legeak (3.45 irudia). Hainbat indar agertzen da: batzuk, zamaren eta bidaiarien pisuak direla eta (indar estatikoak); beste batzuk, azelerazioek eta dezelerazioek sortuak (indar dinamikoak); eta azkenik, airearen eta autoaren arteko marruskadurak eragindakoak (indar aerodinamikoak). Talka gertatzen den bitartean dezelerazioa gertatzen da, eta horrek mugatzen du istripuaren larritasuna. Talka baten, hasierako abiadurak azkenean 0 izan behar badu, dezelerazioa da aldaketa hori gertatzen den arintasuna. Argitu beharra dago, ordea, kontzeptu hori ez dela denbora-neurri baten arabera ebaluatzen. Dezelerazioa g-tan neurtzen da, eta "g" bakoitza gorputzak lurrera erortzen diren azelerazioaren ($9,8 \text{ m/s}^2$) baliokidea da. Giza gorputzak dezelerazioarekiko tolerantzia mugatua du (3.46 irudia), 10 g-tik gora kalteak izaten hasten baita, eta ez baita 30 g baino gehiago jasateko gai.



3.45. irudia.



3.46. irudia.

Gaur egun arrunt bilakatu da hiru ainguraketa-puntudun segurtasun-gerrikoa, biltze-gailu automatikoarekin (segurtasun-gerriko automatikoa) batera erabilita. Instalazio horrek mugimendu-askatasun nahikoa ematen du. Bat-batean dezeleratzean, bihurguneetan ibiltzean edo bidaiariak bat-bateko mugimenduak egiten dituztenean, geratze-karraka batek biltze-mekanismoa blokeatzen du. Segurtasun-gerrikoaren akzioa osatzeko, garrantzitsua da ondo erregulatzea buru-euskarria (gorengo aldea buruaren parterik altuenarekin bat datorrela) eta ez irristatzeko barneko ziri bat duten eserlekuak izatea, *submarining*-efektua eragozteko (ez irristatzea gerrikoaren behealdetik). Era berean, inbertsio erregulagarriak segurtasun-gerrikoaren altueran izateak eta itxigailua eserlekuan bertan eusteak (eta ez bidaiari-lekuaren zoruan) bidaiariaren gorputzera ergonomiaz egokitzea ziurtatzen dute (3.47 irudia). Pretenkatzaile piroteknikodun segurtasun-gerrikoekin, talka izanez gero, bidaiariaren babesa hobetzen da; pretenkatzailedun segurtasun-gerrikoek, blokeatze-mekanismo arrunta aktibatzen denean jakineko ezaugarriak dituen talka larri batean, ibilgailuak talka egitean bidaiaria aurrerantz ateratzea eragozten dute; jakina, ondoriozko azelerazio-indarra eta berehalako galgatzea ere saihesten dira. Tenkatzaileak erreakzionatu egiten du, bai era mekanikoan zein piroteknikoan aktibatuta, eta segurtasun-gerrikoa automatikoki tenkatzen du bidaiariaren ibilgailuarekiko mugimendu erlatiboa hasi baino lehenago, 10 milisegundoren buruan (3.48. irudia).



3.47. irudia.



3.48. irudia.

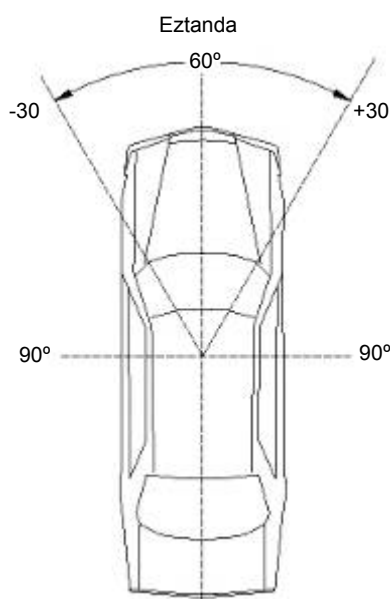
Segurtasun-gerrikoak bidaiariarekiko adaptazio hobea lortzen du aurretenkatuaren bidez. Hala, talka gertatuz gero, bidaiariaren mugimendua txikiagoa da, baita toraxaren desplazamendua ere; istripuak eragindako kalteak gutxitzen dira.

Pretenkatzaile berritzaileenek segurtasun-gerrikoa 8 edo 9 cm inguru biltzen dute, talka handia gertatu dela atzematen dutenean. Hala, gorputzera modu ezin hobean itsastea bermatzen dute, eta haien berehalako ekintza lortzen da. Aldi berean, *slack*-efektua deuseztatzen dute. Efektu hori gertatzen da segurtasun-gerrikoak aldaketara eta toraxera zuzenean itsatsi beharrean bidaiariaren arropara itsasten direlako (batez ere neguan, arropa gehiago eta sendoagoak janzten baitira), eta, beraz, atzerapenez eragiten du, eta zati batean baino ez du geratzen gorputzaren aurreranzko mugimendua.

► **Aktibazio-eremua**

Istripuetan, 28 km/h baino abiadura handiagoetan, gidariak eta kopilotuak bolantearen edo tresnataularen kontra jotzeko bezain gogorra da talka.

Pretenkatzailedun segurtasun-gerrikoak aktibatu egiten dira aurrez aurreko edo zeharkako eragina duten talketan, $\pm 30^\circ$ -ko akzio-eremuaren barruan (3.49 irudia).



3.49. irudia.

Aktibazioaren unea ibilgailuaren dezelerazioak ezartzen du. Hortaz, pretenkatzaile piroteknikoaren akzioak bidaiariaren ibilgailuarekiko mugimendu erlatiboa hasi baino lehenago gertatu behar du (20 eta 30 milisegundo bitartean, dezelerazioaren arabera).

► Funtzionamendu-kondizioak

Aktibazioa

Segurtasun-gerriko piroteknikoak beti aktibatzen dira honako kasu hauetan:

- ✓ 28 km/h-ko abiaduratik gorako aurrez aurreko talketan.
- ✓ 38 km/h abiaduratik gorako eta $\pm 30^\circ$ ko gehienezko angeluko zeharkako talketan.

Aktibaziorik ez

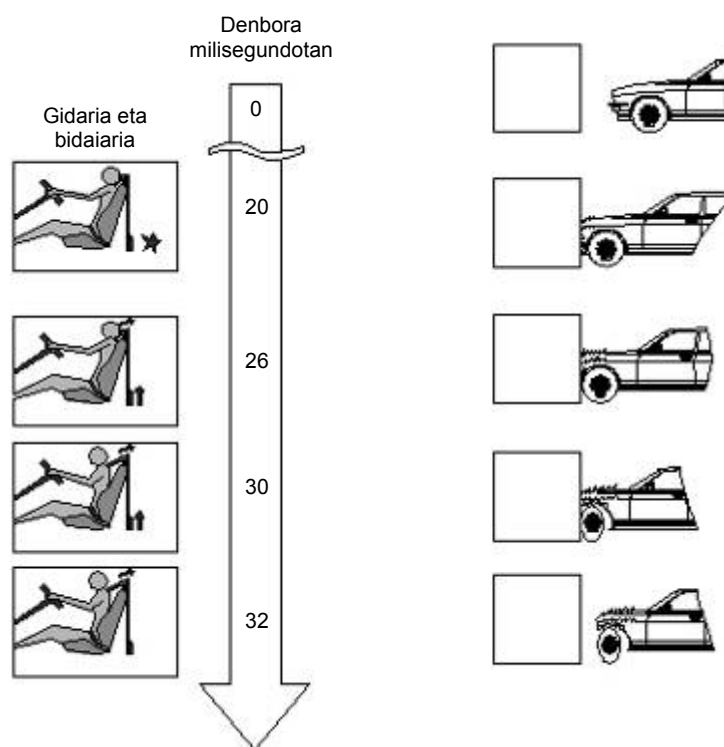
Segurtasun-gerriko piroteknikoak ez dira aktibatzen honako egoera hauetan:

- ✓ Atzeko edo alboko talka edo iraulketa.
- ✓ Gidatze arruntean edo muturreko gidatze-kondizioetan, galgatze gogorrekin.
- ✓ 15 km/h baino gutxiagoko aurrez aurreko talketan.
- ✓ Edozein eremu magnetikoren eraginpean.

Zikloaren garapen kronologikoa

Talka baten garapen kronologikoaren adibide gisa, 3.50 irudiak aurrez aurreko talka erakusten du, 50 km/h-ko abiadura eta horma baten kontra. Istripuaren garapena honako fase hauetan bana daiteke:

- ✓ "Zero" unean ibilgailuak talka egiten du hormaren kontra.
- ✓ 20 milisegundo geroago, sentsoreak gas-generadorearen konbustioa aktibatzen du.
- ✓ 20-22 milisegundo igarotakoan, enboloaren mugimendua hasten da, eta biltzeko kabletik tiratzen du. Kablearen mugimenduak lozagia birarazten du, indar zentrifugoaren eraginez aktibatzen da hura, eta esfortzua transmititzen du ardatz bilkorrera.
- ✓ 22-26 milisegundo igaro ostean, ardatzak zinta biltzen du biratuz, normalean 40 eta 150 mm bitarte, zintaren lasaieraren arabera.
- ✓ 30. milisegundoan, eserlekuarekiko bidaiariaren mugimendua hasten da.
- ✓ 32. milisegundoan funtzionatzen hasten da biltzeko kablearen blokeo-sistema, bidaiariak atzerantz egin eta hasierako posizioan geratu arte. Segurtasun-gerrikoa biltzeari esker, bidaiariaren mugimendua nabarmen murrizten da, eta ibilgailuaren barnealdeko elementuen kontrako talken ondoriozko balizko lesioak murrizten dira; gainera, bidaiariaren toraxaren eta lepoaren esfortzuak murrizten dira.



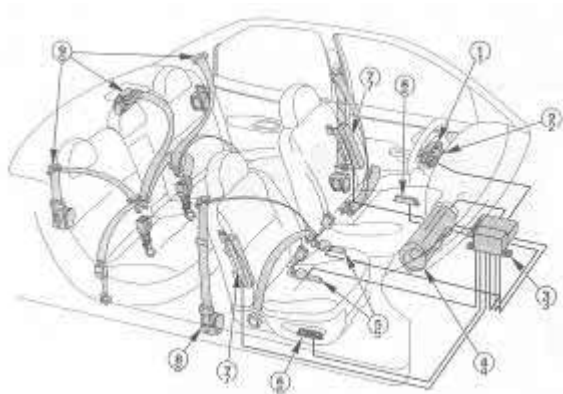
3.50. irudia.

Ibilgailu gehienek kontzeptu berri bat dute segurtasun-gerrikoen geometriari eta atzeko eserlekuaren zurruntasunari dagokienez, *submarining*-efektua gertatzen denean, lesio abdominalen eta lunbarren arriskua gutxitzeko. Gaur egun, 600 kg-ko esfortzu-mugatzaileen sartze mailakatuarekin, ainguraketaren geometriarekin batera (3.51 irudia), arrisku abdominalak zein torazikoak gutxitzen dira.

Segurtasun-gerrikoaren ainguraketa eserlekuan bertan integratuz, nabarmen hobetzen da babesari istripu bat gertatzen denean. Kasu horretan, segurtasun-gerrikoa arruntak baino laburragoa da, ez da horrenbeste luzatzen talka-fasean, eta bidaiariak zama txikiagoa jasan behar du.

Hala ere, segurtasun-gerrikoak hainbat muga ditu, haren funtzioa pertsonen gorputza mugitzea eragozteko baita, baina aske uzten du burua. Gaur egun, segurtasun-gerrikoa eta airbag-a bateratzea konponbide eraginkorra da biratzeek eta bidaiari-lekuaren pareten batekin (normalean, bolantea edo tresna-panela) kolpatzeek eragin ditzaketan lesio larrietatik babesteko burua.

Gailu horren garrantzi handia eta etengabe lotuta eramatearen beharra dela eta, hainbat neurri ari dira ikertzen haren erabilera ezinbestekoa izan dadin. Aztertutako konponbideetako batzuk dira, adibidez, motorraren abioa blokeatzea, barne-argi edo soinuak erabiltzea, bibrazioak edo azeleragailuaren pedalen gogortasuna handitzea, beira-jasogailuak aktibatzea leihatilak jaitsita, irratia edo aire egokitua deskonektatzea eta abar.



1. Gidariaren airbag-a.
2. Airbag-aren lekukoa.
3. Airbag-aren kontrol-modulua.
4. Bidaiariaren airbag-a.
5. Segurtasun-gerrikoaren pretenkatzaile piroteknikoak.
6. Satellite-sentsoreak (alboko airbag-a).
7. Alboko airbag-ak.
8. Segurtasun-gerrikoaren txirrika.
9. Hiru ainguraketa-puntudun segurtasun-gerrikoak.

3.51. irudia.

- ✓ **Direkzio-zutabe artikulatu kolapsagarria.** Zutabearen konfigurazio horrek, aurrez aurreko talketan, bolantearen atzeratze arriskutsuak eragozten laguntzen du (3.52 irudia). Direktio-zuhaitz artikulatuei esker, garapen osoko errotula edo artikulazio beste zatitan apurtzen da, eta, horrela, eragotzi egiten da barra osoa pieza bakar batean proiektatzea gidariarengana. Beheko zatia "kolapsagarria" izan ohi da, talketan bolantearen kokapena finko mantentzeko. Era berean, direkzio-zutabearen beheko estaldurak goma-aparrezko barrubiguna izan ohi du, talka kasuan haren desplazamendua dela eta belaunetan sor daitezken kalteak gutxitzeko.



3.52. irudia.

- ✓ **Energia xurgatzen duen bolantea.** Arreta handiz ikertutako diseinua behar du, gune zurrunik gabekoa eta egitura deformagarria, gidariaren kontrako talken eragina gutxitzeko. Horrela, egiturak eta euste-sistemek aurrez aurreko talketan ematen duten babesa osatzen da. EAS (*Energy Absorbing Steering-wheel*) motak hiru sekzio ditu, elkarren artean zentratu gabeak eta cardan motako giltzaduren bidez lotuak. Sekzio horiek bolantea barrurantz mugitzea eragozten dute ibilgailuak kolpe handia jasaten duenean ere. Horrez gain, bolantearen koroa eta erradioak zabalak eta biribilduak dira (kolpeak hartzean ezpaltzen ez den material hedatu batez estaliak) indarrak azalera handiagoan zabaltzeko eta, beraz, lesio-aukerak gutxitzeko (3.53 irudia). Era berean, abatza sakon landatuta dago, eta energia xurgatzen duen aparrez estalia.



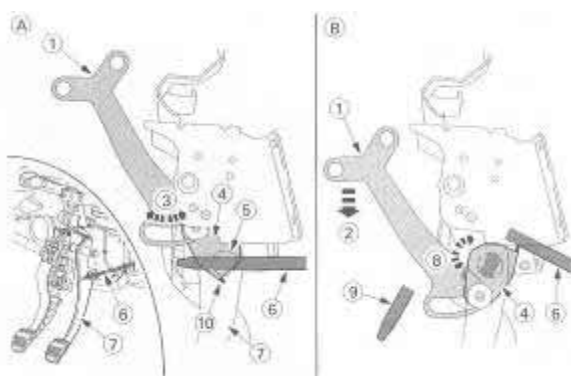
3.53. irudia.



Karrozeria deformatzen bada istripu baten ondorioz, *pedalierra* atzeratu egiten da, hau da, gidariarengandik urruntzen da. Horrela, hanketako lesioak eragozten dira.

3.54. irudia.

- ✓ **Pedalak.** Arreta handia eman behar zaie pedal multzoaren diseinuari eta ainguraketari, hankak eta oinak kaltetzea eragozteko. Hankak jasan ditzakeen zama handiak gutxitzeko, bidaiari-lekuaren aurreko itxitura-paretak (aginte-mahaia) deformazioekiko erresistentea izan behar du, eta aurrealdean deformazio handia gertatzen denean pedalak gidariarengandik urruntzeko moduan finkatu behar da *pedalier* multzoa (3.54 irudia). Horrela, hainbat berrikuntza dago galga-pedalaren inguruan, osagai hori zilindro nagusitik desakopla dadin talka gogor bat gertatzen denean, gidariaren oinetan sor litezken lesioak gutxitzeko (3.55 irudia). Horretarako, desakoplatze-mekanismo batek galga-pedala zilindro nagusiarekin lotzen duen eragite-hagatxoak apurtzen du talka neurri jakin batetik gorakoa denean; une horretan eten egiten da zilindro nagusiak galga-pedalean eragiten duen presioa, eta pedala zoruko txapara jaits daiteke. Desakoplatze-palanka tresna-taularen eustetutan finkatzen da. Zilindro nagusiaren eragite-palankaren oinarria birakaria da. Talka handietan, eragite-hagatxoaren oinarriak biratu egiten du desakoplatze-palankaren ekintzaren eraginez, eta hagatxoak apurtzen du.



- A. Pedala ohiko egoeran.
- B. Pedala talkan.
- 1. Desakoplatze-palanka.
- 2. Desakoplatze-palankaren mugimenduaren norabidea.
- 3. Mugimenduaren norabidea galgatze batean.
- 4. Galgaren pedalaren desakoplatze-mekanismoa.
- 5. Zilindro nagusiaren eragite-hagatxoaren euskarria.
- 6. Zilindro nagusiaren eragite-hagatxoak.
- 7. Galga-pedala.
- 8. Desakoplatze-mekanismoaren mugimendu birakaria.
- 9. Apurtutako eragite-hagatxoak (talkaren ostean).

3.55. irudia.

- ✓ **Tresna-taula.** Tresna-taula funtzio anitzeko prezisiozko pieza da, eta, besteak beste, garrantzi handia du segurtasunari eta erosotasunari dagokienez. Material arinez (aluminioa edo magnesioa) egindako egitura sostengagarri batekin fabrikatu behar da, eta poliuretano bigunez (PUR) inguratu; inguru biribildua izan behar du, eta ez du ertzik izan behar bidaiariak talken ondorioez babesten laguntzeko (batez ere belaunen inguruan) (3.56 irudia). Klimatizazio-taldea, ahal izatekotan, zeharkako habexkaren gainean kokatu behar da, talka-kasuan bidaiari-lekuan sartzea eragozteko. Era berean, erretilu irekiak jartzea saihestea behar da (guanterak aurretiaz ezarritako apurketa-puntu bat izan behar du talka-kasuan).



3.56. irudia.

- ✓ **Eserlekuak.** Ibilgailuan doazen bidaiariak beharrezko erosotasun- eta euste-mailarekin egokitzeaz gain, eserlekuak zeregin garrantzitsuagoak betetzen dituzte, adibidez, bidaiariei segurtasunik hobereana ematea talka-kasuan (segurtasun-gerrikoekin eta airbag-ekin batera). Ergonomiari eta erosotasunari dagokienez, erosotasun-maila aparta ematen dute erregulatzeko aukera anitzek, alboko euste-mailak eta euskarri lunbarrak (3.57 irudia), bidaiari luzeetan ere. Bestalde, pieza barrubigunek zama mekaniko handiak xurgatzen dituzte, zerbitzu-iraupe bikaina dute eta nahi den forman fabrika daitezke. Apar moldatu elastikoak bibrazioak leuntzen ditu, eta gidatze- eta klimatizazio-erosotasun handiko diseinu ergonomikoa ematen du (3.58. irudia). Aparra eta euste desberdinduko betegarria erabiliz, gorputzaren alde guztien sostengu egokia lortzen da, eta horrek alboko egonkortasun handiagoko eustea ematen dio gidariari edozein gidatze-egoeratan.



3.57. irudia.

Ergonomiaz eta erosotasunaz gain, diseinuan garrantzi berezia ematen zaie finkapenari eta ainguraketari. Batzuetan, adibidez, aurreko eserlekuak atzerantz pixka bat mugitzen dira aurrez aurreko talketan. Beste batzuetan, bizkarraldearen euskarriaren alde biko errotula baten bitartez lotutako altzairu estanpatuko egitura batez eratua dago, atzeko talketan sendotasuna eta energia-xurgatzea hobetzeko. Era berean, aurreko eserleku batzuetan, 35 km/h-tik gorako aurrez aurreko talketan, kontrolatutako egitura-lasaitzea ahalbidetzen du, egitura atzerantz okertu ahal izateko energiaren parte bat xurgatuta, atzeko bidaiariei kalterik eragin gabe (3.59 irudia).



3.58. irudia.



3.59. irudia.

1. Direkzio-zutabearen azpiko estaldura.
2. Eserlekuen ez irristatzeko ertzak.
3. Aurreko eserlekuaren bizkarraldea, deformazioduna.
4. Biskarraldearen atzeko trenkada.
5. Atzeko ez irristatzeko zeharraga.

Oro har, talketan gorputza aurrerantz eta beherantz irristatzea eragotzi behar du eserlekuen egiturak. Hori dela eta, ez irristatzeko moduko ziri-forman egiten dira (3.60 irudia). Atzeko eserleku eraigarriak izanez gero, zamarako lekua handitzeko, finkapen-puntuak aztertzen dira, zamak bidaiari-lekuan sartzeko aukerarik izan ez dezan talkan sortutako inertiaren eraginez.



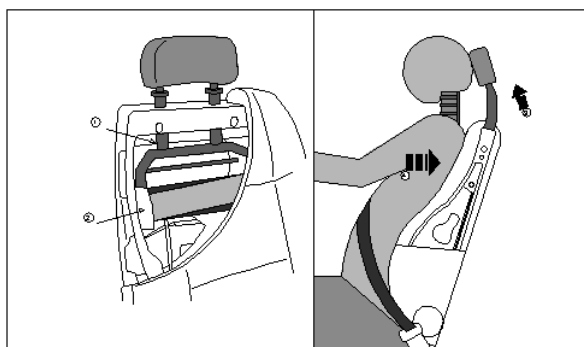
3.60. irudia.

Eserleku integral berrietan (3.61 irudia), gerrikoaren ainguraketa-belarria haien egitura finkatzen da, bidaiari-lekuaren zoruan jarri beharrean, talkan haien balizko desplazamenduek eragin ditzaketen lesioak gutxitzeko. Era berean, segurtasun-gerrikoaren goiko inbertsio-polea bizkarraldearen goiko partean integratuta dago. Gailu batek automatikoki egokitzen du puntu horren altuera, eta segurtasun-gerrikoaren kokapena beti egokia dela ziurtatzen du, bidaiariaren altuera eta gorpuzkera edozein dela. Konfigurazio horrek zurruntasun eta egonkortasun handiagoak behar ditu eserlekuaren bastidorean, bizkarraldearen katigamenduan eta eserlekuaren doikuntza-sisteman, talkak gertatzen direnean bidaiariaren masaren inertiak sortutako esfortzuek zuzenean eragiten baitute eserlekuan. Hori dela eta, eserlekuaren aulkiaren eta bizkarraldearen egitura sostengagarriak aluminiozko edo magnesiozko elementuak izan ohi ditu: profil estrusionatuak eta txapa konformatuzko piezak. Era berean, alboko talketan, eraikuntza hori erabakigarria da zeharkako egonkortasunean.



3.61. irudia.

- ✓ **Buru-euskarriak.** Haien zeregina da atzerantz bultzatutako bidaiariaren buruari eustea, bai atzeko talka baten ondoriozko lepoaren dislokazio-kasuan (atzetik jota), zein aurrez aurreko talken ondoriozko errebote-fasean, orno zerbikalak hiperhedatzearen kontra babesteko. Gailu horren berrikuntzetako bat aurreko eserlekuetan jartzen den buru-euskarri “aktiboa” da (3.62 irudia); guztiz mekanikoki mugitzen da aurrerantz ibilgailuak atzetik kolpe bat hartzen duenean. Desplazamendu hori gogortasun handiko ehun-banda batek eragiten du. Ehun-banda horrek bizkarraldearen barnealdean buru-euskarriaren oinarri biak lotzen ditu. Ibilgailuak atzetik kolpe bat hartzen duenean, sortzen den indarrak bidaiaria bizkarrarekin banda horren kontra bultzatzera behartzen du. Tortsio-puntu jakin batetara heldutakoan, gorantz eta aurrerantz bultzatzen du bandak buru-euskarriaren goiko aldea. Jarraian, buru-euskarria hasierako posiziora itzultzen da malguki-mekanismo baten eraginez. Buru-euskarriaren barrak forma kurbatua izan ohi du; zenbat eta altuago izan buru-euskarria, orduan eta hurbilago izango da burutik.



1. Buru-euskarriaren sostenguak bizkaraldearen barnean.
2. Ehun gogorrezko banda.
3. Buru-euskarriaren mugimendu-norabidea.
4. Gorputz-enberraren mugimendua atzeko talka batean.

3.62. irudia.

Beste aldaera batzuetan, buru-euskarria mugitu beharrenean, atzerantz desplazatzen dute bizkarraldea, eta bizkar-hezur osoari eustea ahalbidetzen dute. Eragotzi egiten dute, halaber, gorputza aurrerantz ateratzea, eta horrez gain, eserlekuaren goialdearen mugimenduak babes handiagoa ematen die buruari eta lepoari.

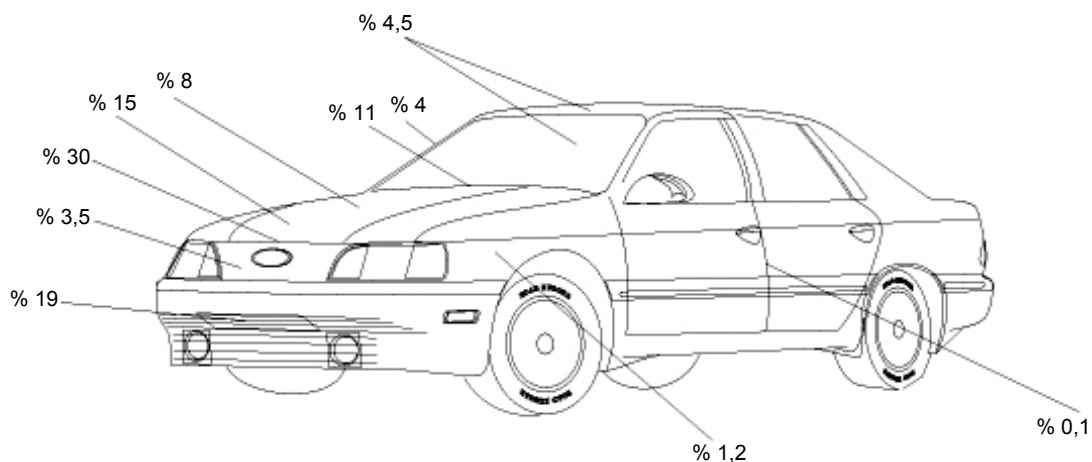
- ✓ **Erregai-tanga.** Suaren kontrako materialekin fabrikatu behar da, eta talka-arrisku txikia duten tokietan jartzen da. Marka batzuek suteen kontrako babes-sistemak dituzte, eta horien zeregina da istripu baten ostean bateriaren korrontea eta aldi berean motorraren erregai-horniketa moztea da.
- ✓ **Haizetako-garbigailua.** Haren diseinu eta finkatzeak (kapotaren azpian ezkutatuta hobe), oinezkoren bat harrapatzekotan, zauriak sortzeko arriskua handitzea saihestu behar du.
- ✓ **Kable-sarea eta elementu elektrikoak.** Ondo isolatuta egon behar dute zirkuitulaburrak eragozteko, beti baitago sute-arriskua istripu baten ondoren, baita larritasun gutxiko talketan ere. Zirkuitu elektrikoaren edozein puntutan zirkuitulaburra izateko arriskua dago auto guztietan, istripua gertatzen. Ekoizle batzuek segurtasun-sistema bat dute bateriaren borne positiboa deskonektatzeko talka-kasuan (3 milisegundoan), gailu pirotekniko baten bidez. Kable elektrikoaren tenperatura-igoerak eragiten duen sute-arriskuari aurre egiteko, halaber, automobilgile batzuek fusible espezifikoak eranstean dituzte (suteen kontrako fusibleak). Horiek korronte elektrikoaren zirkulazioa mozten dute ezohizko tenperatura-igoera atzematen dutenean.
- ✓ **Kristalak.** Kristalek garrantzi handia dute ibilgailuaren segurtasunean. Bidaiariak kanpoko elementuez babesteaz, ikusgarritasuna hobetzeaz eta erosotasun termikoa hobetzeaz gain, zurruntasun handia ematen diote bidaiari-lekuari (batez ere kristal itsatsiek), eta energiaren parte bat xurgatzen dute talketan. Ibilgailu baten kristalak segurtasun-beiraz daude eginda (silikatozko beira), hots, apurtzean ez du eratzen printza zorrotzik. Haizetakoei dagokienez, kristal laminatua nagusitu da, plastikozko xafla batek banatutako bi beira-xaflak eratua. Haren abantailarik nagusia da apurtzean zati handi goetan hausten dela, eta kristalaren zehar ikusten uzten du apurtuta ere; gainera, babes-maila altua ematen du buruarekin kolpea hartuz gero, xaflak beira-partikulei eusten die eta (3.63 irudia). Azken berrikuntzek (*Sekuriflex*) teknika hori hobetzen dute, lamina osagarri bat erantsiz ibilgailuaren barneko aldean. Kristal tindatuek, bestalde, gutxitu egiten dute eguzkiak bidaiari-lekuan eragiten duen berotzea.



3.63. irudia.

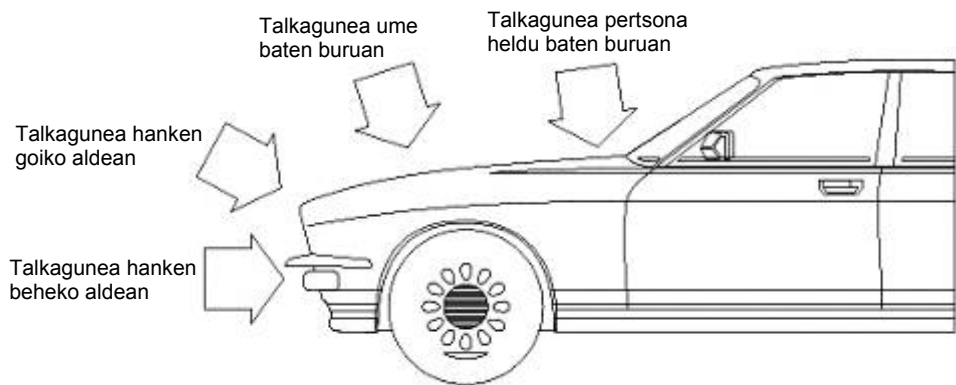
Oinezkoen segurtasuna

Ibilgailu batek oinezko bat jotzearen ondorioak gutxitu ahal izateko neurriak finkatzeko, talka-probetan eta benetako istripuetan lortutako ondorioak eta estatistika-datuak hartzen dira oinarri. Proba horietan, ibilgailuaren zein zatik jo duen oinezkoa zehazten da. Parte horiek (3.64 irudia) batez ere honakoak dira: kolpe-leungailua, kapota, haizetakoa eta azpiak.



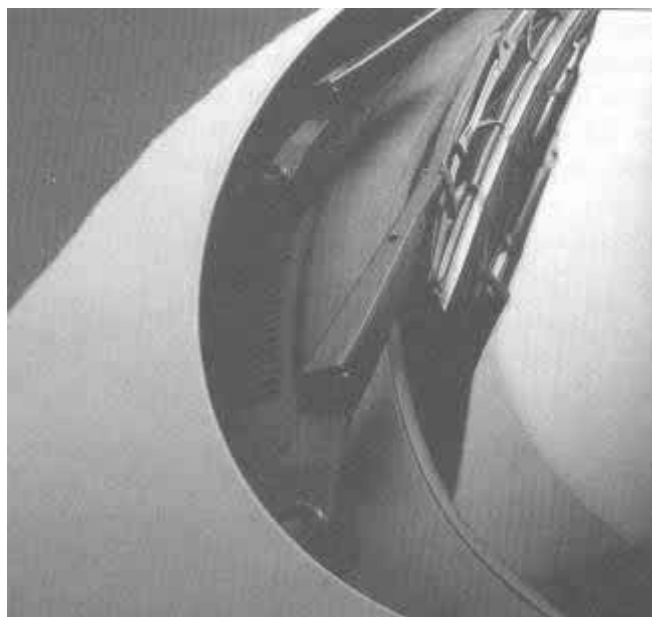
3.64. irudia.

Talka-proben emaitzetatik ateratako ondorio nagusiak (3.65 irudia) honako ideia hauetan labur daitezke:



3.65. irudia.

- ✓ **Karrozeriaren diseinua.** Optimizatu egin behar da, ahal den neurrian, gainazal leun eta biribil-
duak erabiliz, ertzik eta isurkirik gabekoak.
- ✓ **Kolpe-leungailuak.** Altuagoak egin behar dira, eta talkekiko xurgatze-ahalmen handiko materia-
lak erabili behar dira, erraz deforma daitezten. Hanketan hartzen dira kolpe gehien pieza horren
kontra.
- ✓ **Kapota.** Karrozeriaren osagai honek harrapatutako pertsonaren aldaka jo ohi du. Talkaren ondorioak
ahal den neurrian leuntzeko, harrapatzearen eragina larritu dezaketen ertzik eta apainketa-
elementurik gabeko diseinua gomendatzen da. Fabrikazio-materialak, gainera, erraz deforma daite-
keena eta xurgatze-ahalmen handikoa izan behar du. Bateriak eta erradiadoreak kapotetik ahalik eta
urrunena egon behar dute. Bestalde, haizetako-garbigailuen errotazio-ardatzak estali behar ditu.
- ✓ **Haizetakoa.** Garrantzi handia du talketan, harrapatutako oinezkoek burua kolpatu ohi dute eta
haren kontra. Haizetako-garbigailuek ezkutatuta egon behar dute beti (3.66 irudia). Halaber, kan-
poko atzerako ispiluek erretraktiak izan behar dute, haien kontra talka egitean kolpearen gogor-
tasuna gutxitzeko.
- ✓ **Ateen heldulekuak.** Integratu egin behar dira, ahal den neurrian, atearen panelaren azaleko
mailaren barnean, gehiegi ateratzea saihestuta.



3.66. irudia.

Gaur egun, oinezkoak babesteko hainbat proiektu daude martxan, esate baterako, Ford etxearen Sensor Car. Laser-radar baten bidez funtzionatzen du, eta autoaren ibilbidean, 45 m-ko distantziaraino, azaltzen diren oztopoak hauteman eta gidaria ohartarazten du. Sistema horrekin batera, ibilgailuaren atzealdean dagoen sentso-re batek atzetik talka egiteko arriskuari aurre hartzen dio segurtasun-gerrikoen pretenkatzaileak aktibatuz eta eserlekua eta buru-euskarria estutuz bidaiariei.

■ Haurren segurtasuna

Istripuen ikerketaren eta biomekanikaren esperientzietatik abiatuta, nazioarteko arauak irizpideak bateratzen saiatzen dira, haurren babes egokia lortzeko.

Gaur egun ISOFIX sistema (3.67 irudia) da segurtasun-estandar berria, haurren eserlekuen finkapenak erraztu eta segurtatzen dituena. Ibilgailuan bi ainguraketa-puntu zurrun eransten dira, eta seriean jartzen dira atzeko aulkiaren bizkarraldearen eta eserlekuaren artean. Haurren eserlekuak bi itxigailu eta martxan jartzearen adierazle bat ditu; horien bidez, finkapen azkar eta segurua bermatzen da, ibilgailuaren segurtasun-gerrikoak erabiltzeko beharrik gabe.

ISOFIX eserlekuak umeen morfologia errespetatzen du eta maila oso altuko segurtasuna ematen du. Errepedeari bizkarra emanaz (2 urte arteko haurrentzat) edo errepedeari begira (2 urtetik 4 urterakoentzat) jar daiteke (3.68 irudia).



3.67. irudia.

Lehenengo posizioan, hiru puntuko arnes moduko gerriko batekin lotzen da haurren gorputza, eta bigarrenean, eserlekua euste-sistema baten bitartez lotzen da hiru puntuko segurtasun-gerrikoa erabiliz (autoarena berarena).

ISOFIX araua Suediako ikertzaileen proposamenez sortu zen, eta haurren eserlekuaren eta ibilgailuaren eserlekuaren arteko lotura estandarizatzeko irizpidea definitzen du. ISOFIX arauaren arabera diseinatutako gailuak metalezko lotura normalizatuak dituen edozein ibilgailutara moldatu daitezke.

Istripuen datuak aztertuta ondorioztatzen denez, 2 urte arteko haurrentzat egokiagoa da errepedeari bizkarra ematen kokatzea, haien gorpuzkera ahula eta haien garun-masaren eta gorputzaren arteko aldea dela eta. Talka-kasuan, burua aurrerantz aterako litzateke, eta ondorioak oso larriak izango lirateke. Errepedeari bizkarra emanaz, larritasun hori maila onargarrietara gutxitzen da talka gertatze-kotan. Aldiz, 2 eta 4 urte bitarteko haurrentzat, esperientziak erakutsi du errepedeari begira joan daitezkeela, eta ISOFIX eserlekuak aukera hori errespetatzen du, posizio bietan jar daiteke eta.



3.68. irudia.

Azkenik, bidaiariarentzako airbag-a eta alboko airbaga duten ibilgailuetan, argi adierazi behar da ez dela komeni aurreko eserlekuetan adin gutxiko haurrentzako gailuak jartzea.

Hona hemen automobilgileek segurtasun pasiborako gailuei edo sistemei ematen dizkieten izenetako batzuk:

SAHR (Saab Active Head Restraint), **WHIPS** (Volvo) eta **AHR** (Active Head Restraint) antzeko burueuskarri aktiboko sistemak dira, eta aurrez aurreko talketan sortzen diren "zartaden" eraginez gerta daitekeen lepoaren hiperhedapen arriskua gutxitzen dute (3.69 irudia).

DSF (Ford). Sistema horrek zurruntasuna ematen dio bidaiari-lekuari.

EAS (Fiat). Bidaiari-lekura sartzea eragozten duten elementu deformagarriak dituen direkzio-sistema bati dagokio.

FPS (Fire Protection System) (Fiat). Suteen kontrako segurtasun-sistema bat da, eta gailu edo hobekuntza hauek erabiltzen ditu (3.70 irudia):



3.69. irudia.



3.70. irudia.

- ✓ Suaren aurkako barnealdeak. Estaldura guztiek sukoitasunari buruzko USA arau gogorak betetzen dituzte. Izan ere, ez dute su hartzen bero-iturriekin (adibidez, zigarro bat) aldi batez ukituz gero, eta garraren zabaltze-abiadura mugatzen dute.
- ✓ **IFS** (Inertial Fuel Shutoff) erregai-ponpa blokeatzeko inertzia-etengailua. Talka gertatuz gero, erregai-ponparen elikatzea eta pizketa-sistema mozten ditu.
- ✓ Antimisfiring (gasolina erabiltzen duten modeloetan, katalizatzailea gehiegi berotzea) babesek katalizatzailea isolatzen dute eta galga- eta erregai-tutuak babesten dituzte.
- ✓ Maxifusibleekin babestutako instalazio elektrikoak. Elikatzea etetea ziurtatzen du zirkuitulaburra egotekotan edo suteetan sor litekeen gehiegizko temperatura izatekotan.
- ✓ Bateria eustea talka edo iraulketetan.
- ✓ Errefluxuaren aurkako balbula. Ibilgailua iraultzen bada, erregai-galerak eragozten ditu.
- ✓ Material plastiko egindako eta erresistentzia mekaniko eta suarekiko erresistentzia handiko erregai-tanga, kokapen babestuan sendo lotuta karrozeriara. Pieza honen garrantzia dela eta, temperatura oso altu eta oso baxuetan (40 °C inguru zero azpitik) egin ohi zaizkio probak. Era berean, erregai-tanga osoa egiaztatzeko, suteak eragiten dira haren azpian (3.71 irudia).
- ✓ Instalazio elektrikoaren, erregai-tutuen eta galgen kokapena diseinatu dira istripuetan edo aberietan sute-arriskua ahalik eta gutxienera murrizteko.



3.71. irudia.

NVH (Noise Vibration and Harshness). Zarata, bibrazioak eta lazturak gutxitzeko sistema.

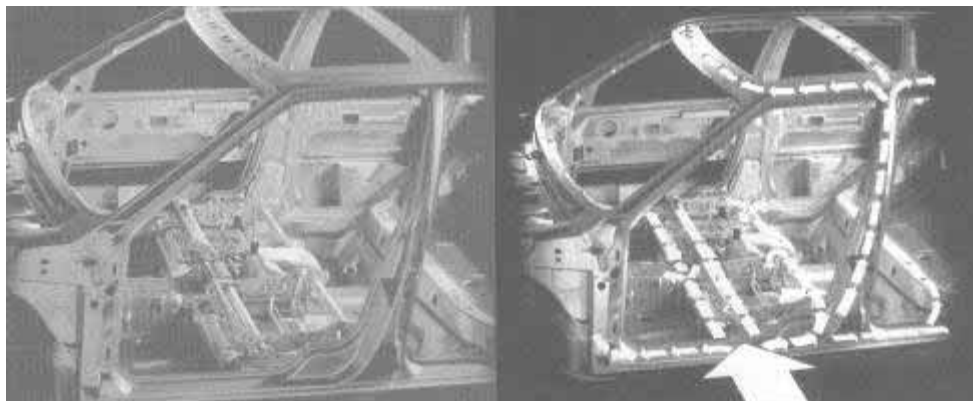
PATS (Passive Anti-Theft System). Ibilgailuaren ibilgetzaile elektronikoa.

PRS (Pedal Release System) (Opel). Sistema horrek atzerantz biltzen ditu ibilgailuaren pedalak, talka-kasuetan beheko gorputz-adarretako lesioak eragozteko.

SRS (Supplementary Restraint System). Talken kontrako sistema osagarria, airbag izenez ezaguna.

WINDOW-BAG (Mercedes). Gailu hori burua babesteko airbag batek eratzen du. Antzeko sistemak dira **IC** (Inflatable Curtain) (Volvo) eta **ITC** (Inflatable Tubular Structure) (BMW).

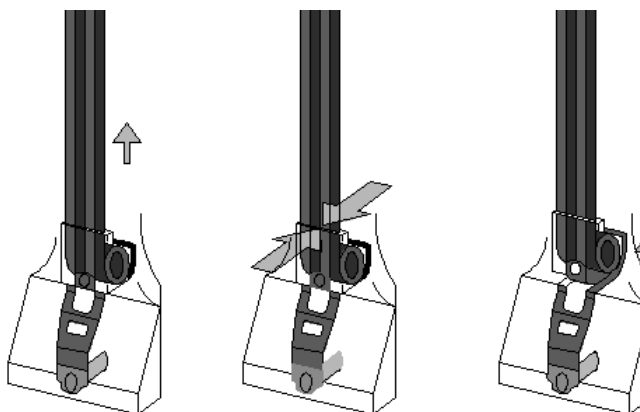
SIPS (Side Impact Protection System) (Volvo). Alboko talketarako oinarrizko babes-sistema da, eta talkaren energia sabairantz eta zorurantz bideratzen du. Horretarako, B zutabeak diseinu espezifiko zurrungoa du, talketan gutxiago eman dezan. Ateak eta sabaia ere indartzen dira, energia eramateko eta xurgatzeko gaitasuna handitu ahal izateko (3.72 irudia). Eserlekuetan kokatutako alboko airbag batez osatzen da sistema.



3.72. irudia.

SSP (Programatutako Finkapen Sistema). Renaulten segurtasun-gerrikoetan erabiltzen da sistema hori, eta % 30 eta 50 artean gutxitzen ditu torax, buru eta lepoko lesioak aurrez aurreko talketan. SSP sistemaren zeregina da segurtasun-gerrikoaren kontrako erretentzioaren gogortasuna gutxitzea gehienezko luzapenera heldu denean. Horretarako, segurtasun-gerrikoaren tentsioa kontrolatzen du talkaren bigarren fasean, eserlekuan dagoen bidaiariaren toraxean haren presioa gutxitzearen. Esfortzu-mugatzaileak pretenkatzaile-/bobinatzeako makina/blokeatzaile-gailua osatzen du. Altzairuzko pieza da, ibilgailuaren erdiko zutabearen finkatua, eta pista urragarri osatuta dago. Pieza pixkanaka urratzen da talkaren hasieratik 70 milisekundora, dezelerazioa eta segurtasun-gerrikoaren tentsioa gehienezkoak direnean. Pieza metalikoaren deformazio programatuak bobinatzaile-blokeatzailearen desplazamendua eragiten du ardatz bertikal batekiko, eta gutxitu egiten du presioa gorputzaren goialdean. SSParekin, sistemaren ekintzen segida 110 milisekundoan gertatzen da 56 km/h-ko abiaduran egindako talka-proban. Hona hemen segida (3.73 irudia):

1. Talka eta pretenkatzaile piroteknikoaren desarra.
2. Segurtasun-gerrikoa tenkatzea.
3. Esfortzu-mugatzailea pixkanaka urratzea. Gorputzarentzako maila onargarrian ezartzen du segurtasun-gerrikoaren tentsioa, eta aldi berean babes onena ematen du.
4. Mugatzailearen gehienezko luzapena.



3.73. irudia.

3.2 Segurtasun aktiboa

Segurtasun aktiboa eratzen dute gidaria ahalik eta era seguruenean ibil dadin laguntzen duten ezaugarri, elementu eta gailu guztiek. Oinarrian, multzoa eratzen dute galgatze egonkor eta indartsua, suspertze ona eta aurreikusteko moduko ibilera bermatzen duten baliabide guztiek; errodaje-trenaren egokitzapen onaren bidez, egoerarik larrienak kezka gabe gainditzea ahalbidetzen dute. Horretarako, elkar osatzen duten hainbat sistema eta elementu daude, eta aipagarriak dira horien artean:

- ✓ Galga-sistema eraginkorra. Blokeatzearen kontrako sistema ere laguntza handiko ekipamendua da.
- ✓ Motor indartsua eta elastikoa, aurreratzeak aise egin ahal izateko.
- ✓ Bolantearen mugimenduekiko sentikorra eta azkarra den direkzioa, edozein maniobra errazten duena eta aurreikusi ezin den bat-bateko norabide-aldaketarik gabea.
- ✓ Erosotasun egokidun esekidura, pneumatikoaren eta zoruaren arteko itsaspen ona ematen duena, ezaugarri onak lortzeko martxa-segurtasunari dagokionez.
- ✓ Motorraren indarra gurpiletara transmiti dezakeen trakzioa, martxa-egonkortasun egokia ziurtatzeko.
- ✓ Edozein ibilera-kondiziotan zoruarekiko itsaspen handia bermatzen duten pneumatikoak. Pneumatikoak garrantzi handia du segurtasun aktiboan, hori baita ibilgailuaren eta errepidearen arteko lotura bakarra, eta haren bidez transmititzen baitira indar dinamiko guztiak (azelerazioak, galgatzeak, norabide-aldatzeak, eta abar).

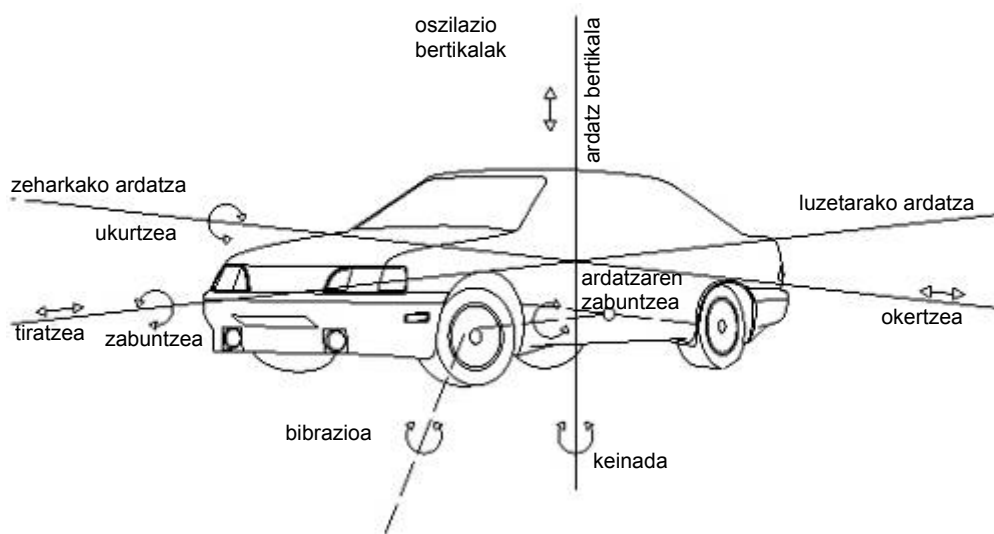
Esandako guztiaz gain, karrozeriak ere hartzen du parte segurtasun aktiboan. Ondo diseinatutako karrozeria batek zarata aerodinamiko gutxi eragiten du, zurruna da (torsio txikiak eta flexio kontrolatuak onartzeko), eta lana errazten die direkzioari eta esekidurei, segurtasun dinamikoa hobetzeko. Era berean, ibilgailua diseinatzeko, kontuan hartu behar da bai egoera ezin hobean dauden bideetan (trazatu ona, bide-zoru itsasgarria, estaldura uniforme eta abar) zein egoera txarrean daudenetan, ibilgailua gurpilen gainean mugituko dela. Hori dela eta, elementu horiek etengabe egon behar dute zoruarekin kontaktuan, bestela ezinezkoa baita azeleratzea edo galgatzea eta are gutxiago norabidea aldatzeko orientatzea. Segurtasun aktiboaren lehen ezaugarria da, beraz, gurpilen eta errepidearen arteko etengabeko kontaktua.

Ibilgailuaren portaera dinamikoa

Normalean, karrozeriak, norabideak eta trakzioak hainbat oszilazio dituzte ibilaren dinamikan. Ekoizleak mugimendu horiek gutxitzen eta haien garapena erabat kontrolatzen saiatzen dira, ibilgailuei ekoizpen-fasean sartu aurretik egiten zaizkien proben bidez. Hala ere, ondorio horiek (nahiz eta gutxienezkoak izan) segurtasunari buruzko informazio garrantzitsua ematen diote gidariari ibilera-egoera jakinetan; esate baterako, zabunkatzen den atzeko ardatzak adierazten du itsaspen-arazoak daudela atzeko gurpiletan, karrozeriaren inklinazio nabarmenak gurpil-blokeoaz ohartarazten du, eta abar.

Oro har, ibilgailua masa multzo bat da, eta hiru ardatz espazialekiko zenbait mugimendu egiten ditu gertatzen diren erreakzioekin sortzen den transferentziaren ondorioz.

Automobila espazioan hiru ardatzetan mugitu daitekeen gorputza dela kontuan hartuz gero (3.74 irudia) ikus daiteke haren portaera dinamikoan hiru mugimendu mota daudela. Lehenengoa zabuntzea da, eta automobila “XX” luzetarako ardatzean mugitzen denean gertatzen da. Bigarrena “YY” zeharkako ardatzarekiko pikatzea eta zabuntzea da, eta hirugarrena “ZZ” ardatz bertikalarekiko keinada.



3.74. irudia.

► **Zamaren banaketa ardatzetan eta pisuen transferentzia**

Ibilgailuaren portaera inertziala egokia izan dadin, diseinugileak era zehatzean banatu behar ditu zamak ibilgailuaren multzoan, ezinezkoa baita guztiak puntu bakarrean kokatzea. Iraulketa-momentua grabitate-zentroaren kokapenaren menpekoa denez, ez da erraza grabitate-zentro baxua eta aldi berean euste-paralelogramoaren (lau gurpilek definitua zoruaren gainean bermatuta) erdian izan dadin lortzea, ezin baitira ibilgailuaren masa guztiak zentro geometriko batean bildu (imajinatu beharra dago nolakoa litzatekeen motorra justu erdian eta bidaiariak gainean lituzkeen ibilgailua).

Portaera dinamiko ideala lortzeko, ibilera-egoera guztietan ibilgailuaren masaren banaketa orekatua lortu beharko litzateke lau gurpiletan. Horri esker, ahalik eta era hobereanean erabiliko lirateke gurpilen trakzioa eta alboko indarrak.

Motorra aurrean eta propulzioa atzean, barne-espazio handia eta ibilbide luzeko esekidura erosoan duten ibilgailuetan, orekatuagoa da ardatz bien arteko zama-banaketa; hala ere, kokapen horren eragozpenak dira fabrikazio-kostu handiagoa eta errodaje-tren konplexu eta sofistikatuagoa behar dutela, atzeko propulzioa duten ibilgailuen atzekanporatze-joera neutralizatzeko (erdi-mailako gidariari errazago zaio zertxobait aurrekanporatzen ari den ibilgailua gidatzea atzekanporatzeko joera duena gidatzea baino).

Edonola ere, ez da batere erreza banaketa ideala mantentzea ibilgailua mugitzen ari denean. Ibilgailu batek abiadura aldatzen duenean edo biratzen duenean, pisuen transferentzia gertatzen da (oso erraz atzematen da edozein turismotan), eta horrek etengabe aldatzen du ibilgailuaren grabitate-zentroa. Pisuen transferentzia luzetarako ardatzean, zeharkakoan edo aldi berean bietan, gerta daiteke. Azeleratzean, esate baterako, aurreko gurpilek itsaspena galtzen dute pisu-transferentzia gertatzen baita atzeko ardatzaren gainean; kontrakoa gertatzen da galgatzean (luzetarako transferentzia). Gainera, ibilgailu batek bihurgune bat hartzen duenean, kanpoko gurpilaren esekidura konprimitu egiten da zeharkako pisuaren transferentzia dela eta. Bihurgune bat hartzeko azeleratzean edo galgatzean, aurretiaz aipatutako ondorioak batzen dira.

Horri guztiari gehitu behar zaio ibilgailuak ez duela zama konstantea, etengabe aldatzen baita (bidaiariak, ekipajea, erregaia, eta abar). Horregatik, oso konplexua da esekidura-sistema egonkor eta ideala diseinatzea. Ikuspegi horretatik, esekidura gogor batek oreka-egoera mantentzen lagundu dezake.

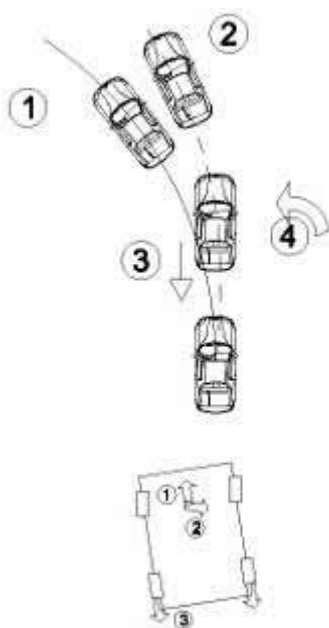
► **Norabide-portaera: aurrekanporatzea eta atzekanporatzea**

Martxan jartzean eta galgatzean, bihurguneetako biraketetan eta abarretan sortzen diren zabuntzeei gehitu behar zaizkie oztopo bat azkar saihestu behar denean edo errepidean bihurgune bat txarto kalkulatu eta abiadura handiegia denean sortzen diren keinada-mugimenduak. Horrelakoetan, biraketetan sortutako indar zentrifugoak gurpilen zoruarekiko itsaspena gaintitzen du, eta aldatu egiten da ibilgailuaren portaera normala: bihurgunearen kanpoalderantz joateko joera du, aurreko gurpilen orientazioa jarraitu gabe (aurrekanporatzea), edo atzeko parteak kanporantz egiten du, ibilgailua bihurgunearen barnealderantz biraraziz (atzekanporatzea).

Egoera biak gertatzen dira norabide-aldaketetan sortzen den indar zentrifugoak pneumatikoen itsaspen-maila gainditzen duenean, eta horren ondorioz ibilgailuaren portaera arrunta aldatzen da.

Aurrekanporatzea da ibilgailuak gurpilek markatzen duten norabidea zehatz jarraitzen ez duenean eta aurreko parteak bihurgunearen kanpoalderantz ateratzeko joera duenean gertatzen den efektua; bestela esanda, gurpilek ibilgailuak ez duen ibilbidea adierazten dute.

Atzekanporatzea, aldiz, kontrako efektua da; ibilgailuak atzeko partetik gurutzatzeko joera duenean eta "zibaren" portaera duenean. Aurreko trakzioa duten ibilgailuek aurrekanporatzeko joera dute *a priori*, eta atzeko propultsioa dutenek, atzekanporatzekoa. Efektu horiek hein batean neutralizatu daitezke errodaje-trenen diseinu egokiaren bitartez. Esate baterako, aurreko partean motelgailu "bigunak" eta malguki eta barra egonkortzaile oso gogorak izateak aurrekanporatzea errazten du. Gidatzeari dagokionez, aurrekanporatze-efektua konpentsatzeko, bihurgunearen erradioak eskatzen duena baino angelu handiagoa eman behar zaie gurpilei (3.75 irudia). Atzekanporatze-kasuetan, bestalde, beharrezkoak dira bolantea biratzea kontrako noranzkoan eta motorraren potentziaren dosifikazio egokia (3.76 irudia).



1. Martxaren norabidea
2. Indar zentrifugoa

3.75. irudia.



1. Martxaren norabidea

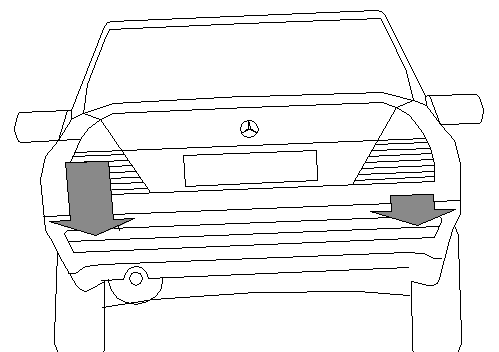
3.76. irudia.

► **Trakzio-gaitasuna**

Pneumatikoak edozein indar-mota transmititzeko (azelerazioak, galgatzeak, norabide-aldaketak, eta abar) duen gaitasuna itsaspen-mailaren araberakoa da erabat. Zenbat eta itsaspen-maila handiagoa izan pneumatikoen, orduan eta handiagoa da ibilgailuaren indarrak transmititzeko gaitasuna.

Itsaspen-maila, bestalde, hainbat faktoreren menpekoa da, adibidez:

- ✓ Errodadura-gainazala.
- ✓ Pneumatikoaren zabalera. Zoru lehorrean, pneumatiko zabalek estuek baino itsaspena handiagoa dute, kontaktu-azalera handiagoa dutelako.
- ✓ Pneumatikoaren egitura. Pneumatiko bigunak gogorrak baino itsasgarriagoak dira, baina gehiago desgastatzen direnez, maizago aldatu behar dira (horren adibide dira Formula 1 lehiaketetan erabiltzen diren pneumatikoak).
- ✓ Presio bertikala. Pneumatikoaren gainean eragiten den presioak nabarmen hobetzen du itsaspena. Efektu horretan eragin handia dute ibilgailuaren pisuak eta esekidurak. Aurretiaz azaldu bezala, aurreko trakzioa duten ibilgailuek trakzio-arazoak izateko joera dute, azeleratzean pisuaren desplazamendu dinamikoak aurreko gurpilen gaineko presioa gutxitzen duelako, eta horrek haien itsaspena kaltetzen du. Gauza bera gertatzen da bihurguneak hartzean, are gehiago deskargatzen baita barneko gurpil propulstzailea karrozeriaren inklinazioa dela eta (3.77 irudia).



3.77. irudia.

■ Sistemen deskribapena

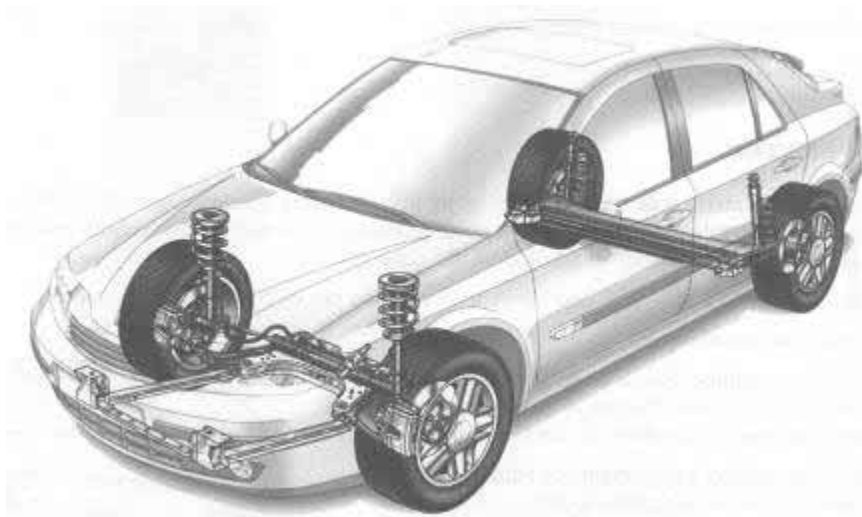
Ibilgailuen segurtasuna hobetzea eragin duten aurrerakuntzek elektronikaren aplikazioan dute oinarria; askotan, mekanika hutsaren mugak gainditzen ditu.

Segurtasun pasiboan egin diren aurrerakuntza adierazgarrienak honako sistema hauen arabera deskriba daitezke:

- ✓ Esekidura-sistema
- ✓ Galga-sistema
- ✓ Norabide-sistema
- ✓ Transmisio-sistema
- ✓ Motorra
- ✓ Pneumatikoak

► **Esekidura-sistema**

Oinarrian, esan daiteke ibilgailuaren esekidurak (3.78 irudia) helburu bi betetzen dituela: alde batetik, bidaiarien erosotasuna bermatzen du bide-zoruaren irregulartasunek karrozerian eragiten dituzten indarren parte bat iragaziz eta, bestetik, gurpilak denbora guztian bide-zoruarekin kontaktuan egotea ziurtatzen du, ibilgailuaren kontrol dinamikoa mantentzeko.



3.78. irudia.

Gurpilen eta karrozeriaren arteko lotura elastikoa alde aurretiko kondizioa da gidatze segurua eta eroso izateko. Azeleratzean eta galgatzean, bihurtzeetan eta abiadura handietan, errepide lehorrean zein bustian, gurpilek beti itsaspenik handiena izan behar dute. Helburu hori betetzeko, beharrezkoa da esekidura-sistema konplexua izatea, kasu gehienetan bermatzen duena ardatzaren geometria hoberena konstantea izatea, esekidura-elementuen konpresio-egoera edozein izanda. Horrela baino ezin lor daiteke ibilbidea kalkulatzeko moduko portaera muturreko egoeretan ere. Era berean, konplexutasun tekniko handiko errodaje-trean bidez, automobilgileek bermatzen dute ibilgailuak zehatz erantzutea gidariaren aginduei, eta ahal den neurrian, edozein martxa- edo zama-kondiziotan. Ibilgailuak izango duen erabilera oinarri izanda beti, erosotasunaren eta segurtasunaren arteko konpromisoa hasierako puntua da errodaje-trena doitzean. Izan ere, aurreko gurpilen esekidurak hainbat zeregin bete behar ditu; gurpilen kokapena erabakitzen du zuzen gidatzean, bolantea biratzean eta malgukiak konprimatu eta luzatzean. Hiru mugimendu horiek nahasita mugimendu konplexu bat sortzen dute, geometriaren (zinematika) eta indarren ikuspuntutik zehazki definitu beharrezkoa. Horrela baino ez da lortuko aurreikus daitekeen martxa-portaera fidagarria.

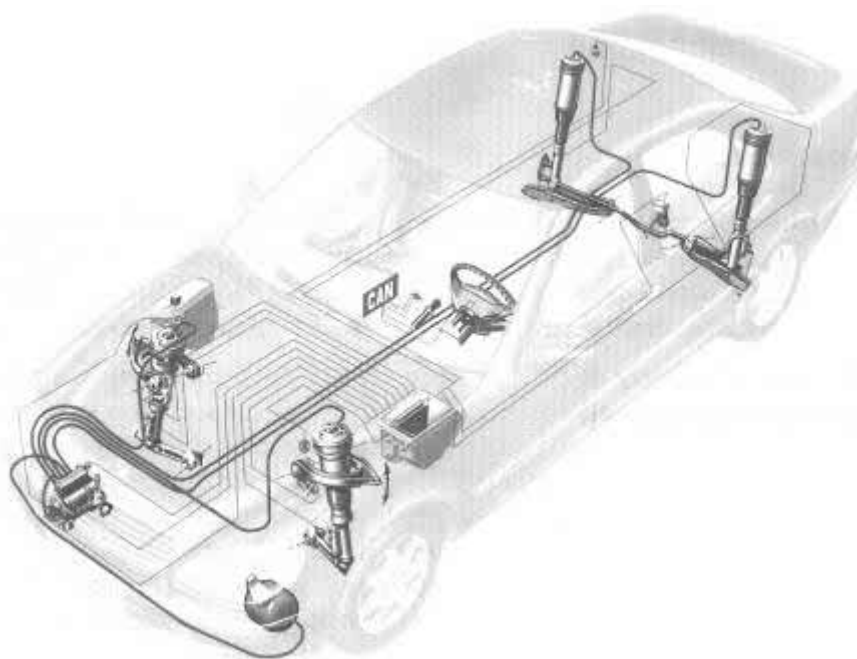
Esekiduraren ezaugarria errepidearen irregulartasunek eragindako karrozeriaren azelerazio bertikalaren ondorioa da. Segurtasunaren ikuspuntutik, helburua gurpilen zama ahalik eta konstanteena mantentzea da, martxa-kondizio guztietan pneumatikoaren itsaspena mantentzeko. Gurpilen zamaren (ardatzen gaineko zama-banaketa) aldaera dinamikoak gutxitu egiten dira moteltze-indar handien, gurpilen esekiduran eseki gabeko masa txikien eta pneumatiko bigunen bidez.

Sarritan arazoa izaten da martxa-segurtasun handia edo gidatze-erosotasun handia lortzeko interesen artean. Hori gurpilen gidatze zehatza aztertzean nabaritzen da; horretarako, beharrezkoa da esekidura nahiko zurruna, gurpilaren geometria (inklinazioa eta konbergentzia) funtsean aldatzen ez duena; martxa-erosotasunak, aldiz, ardatzaren esekidura bigun samarra behar du. Hori dela eta, joera esekidura bigunak eta erosoak diseinatzea da, baina moteltze zurrun samarrekoak. Sistema horien garapenaren oinarria da erregulazio elektronikoko bidezko doitze jarraitua duen esekidura-/leungailu-multzoa. Multzo horrek automatikoki aldatzen ditu sistemaren gogortasuna eta elastikotasuna. Eta sistemaren beste oinarria da martxaren erregulazioa eta kontrola har dezaketen atzeko ardatzeko norabide “adimendunak”.

Kirol-ibilgailuek esekidura gogorragoak dituzte, azeleratzea, galgatzea eta bihurguneak hartzea ahalbidetzen dutenak karrozeriek gehiegi zabunkatu gabe. Berlinek, ordea, tara bigunagoak erabiltzen dituzte, ibilgailu horietan batez ere erosotasuna lortu nahi delako muturreko eraginkortasunaren aurretik.

► Esekidura-kontrolak

Automobilgileek hainbat esekidura-kontrolerako sistema garatu dituzte, adibidez: sistema aktiboa, ADSa, ABCa, eta abar (3.79 irudia). Sistema elektronikoko horiek esekiduraren eta moteltzearen gogortasuna erregulatzan dute, eta baita karrozeriaren altuera ere, une bakoitzeko martxa-kondizioen arabera.



3.79. irudia.

► Galga-sistema

Oinarri teorikoak

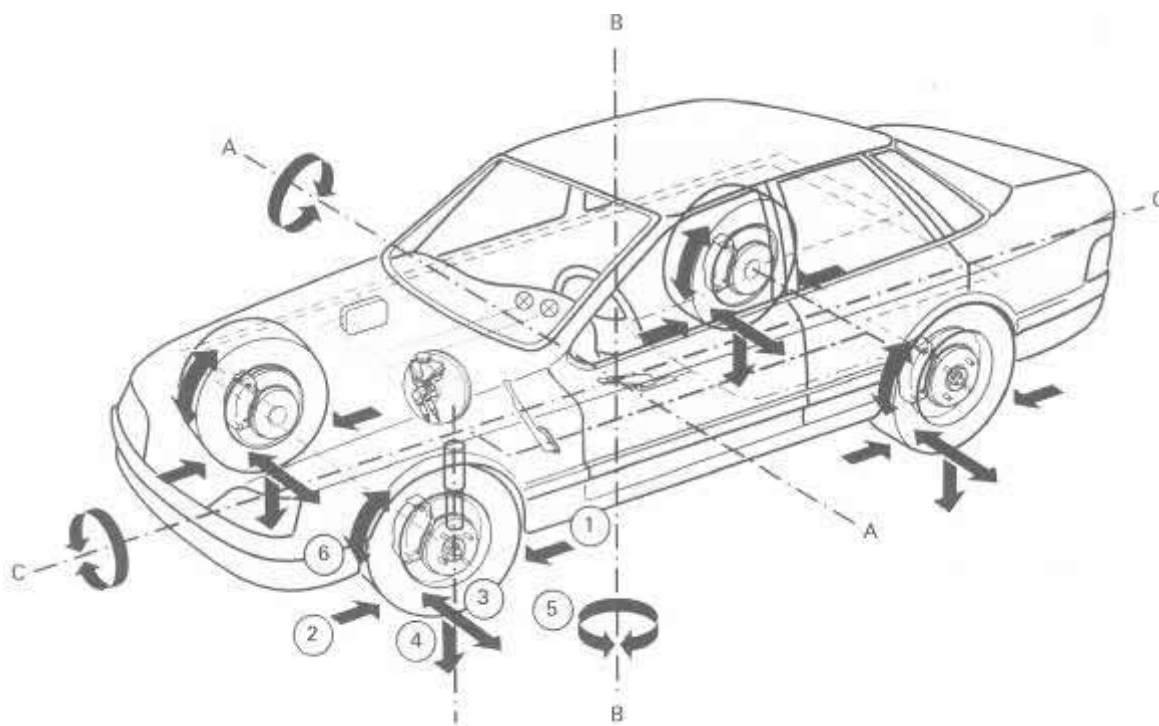
Sarrera

Mugitzen ari den ibilgailu batek ibilgailuaren masaren eta abiaduraren karratuaren araberako energia zinetikoa garatzen du.

Galgen zeregina da ibilgailuak duen energia zinetikoa bero bihurtzea eta atmosferan zabaltzea, galgatzen duten elementuen bidez (pastillak / diskoak, zapatak / danborrak).

Indarrak eta momentuak ibilgailuan

Ibilgailuan gertatzen den edozein aldaketa dinamiko mota (azelerazioa, atxikitzea, norabide-aldaketak) jakineko indarren ondorio ikusgarri eta nabarmena da. Jarraian aztertuko ditugu indar horiek.



3.80. irudia. A. Zeharkako ardatza. B. Ardatz bertikala. C. Luzetarako ardatza. 1. Bultzada-indarra. 2. Galgatze-indarra. 3. Alboko oreka. 4. Euste-indarra. 5. Zabunkatze-indarra. 6. Inertzia-momentua.

Galgatze-indarra

Mugitzen ari den ibilgailu bati duen bultzada-indarra baino intentsitate txikiagoko galgatze-indarra eragiten bazaio, ibilgailuaren abiadura gutxitzen da; bestalde, bultzadarena baino indar handiagoa aplikatzen bazaio, gurpilak blokeatuko dira eta galgatzen duten elementuen arteko igurtzimendua eragotziko da; horren ondorioz, ibilgailuak ez du norabidea mantenduko eta kontrola galduko da.

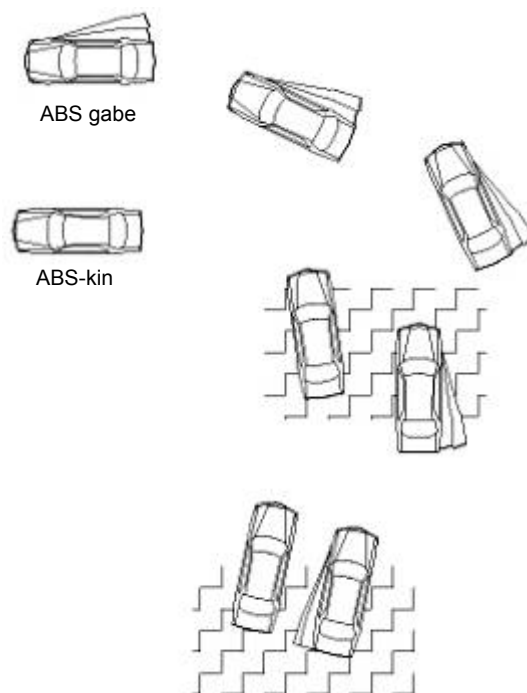
Horregatik, galgatze-indarrak ahalik eta indartsuena izan behar du geratze-distantzia laburrak lortzeko, baina gurpil bat ere ez da blokeatu behar ibilgailua martxan dagoela, kondizio horietan ezin baita autoa zuzendu. Horretarako, beharrezkoa da galgatze-indarra pneumatikoaren itsaspenarekin bat etortzea. Izan ere, galgatzean harreman zuzena du pisuen banaketarekin eta haien transferentziarekin. Horrela, ibilgailu automobilez ari garela, gehienetan indar handiagoa aplikatu behar da aurreko ardatzean, hor baitago pisurik handiena eta baita galgatzean gertatzen den pisuen transferentzia ere. Gainera, ardatzaren zamaren arabera atzeko gurpiletan galgatze-indarra aldatzen duten sistemak dituzte ibilgailuek.

Elektronika ibilgailuaren sistemen kudeaketan sartzeari esker, galgatzea kontrolatzen duten gailu ugari sortu da, esate baterako, ABSa, ABDA, BASa, DBCa, EBDa, EBVa, ESPa eta abar.

Ikuspegi horretatik, ABS gailuen osagarri dira lagundutako larrialdi-galgatzerako sistema adimendunak, baita aurreko gurpilen zamaren eta kokapenaren araberrako galgatze-banatzaille elektronikoen osagarri ere. Oro har, sistema horiek bereziki egokiak dira galgatzean zalantzak daudenean edo oina galga-pedaletik pixka bat altxatzen den egoeretan (galgatzea alferrik galduz). Gidariak larrialdiko galgatzea egin nahi duela atzematen duenean gailuak (galga-pedalaren desplazamendu-abiadura neurtzen duen sentsore baten bitartez), presio osagarria eragiten da zirkuitu hidraulikoan, eta galgatze indartsua bermatzen du nahiz eta oina altxatu edo pedala ez zapaldu behar den indarrez. Sistemaren funtzionamendua eten egiten da gidariak erabat altxatzen duenean oina galga-pedaletik.

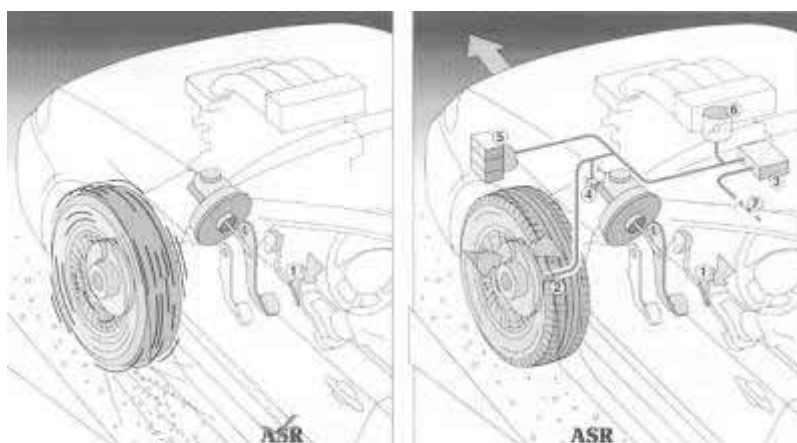
ABS (Anti-lock Braking System edo Antiblokiersystem) (Bosch). Blokeoaren kontrako sistema. Ibilgailuaren norabidea kontrolatzea mantentzen du gurpilak blokeatzea eragotziz, larrialdiko galgatzean ere (3.81 irudia).

ABS sistemak abantaila handiak ditu martxa-segurtasunari dagokionez: sakon galgatzean, gurpilak blokeatzea eragozten du, baita errepidea bustita dagoenean ere. Segurtasuna ematen du errepide lehorrean zein bustian edo izoztuan, eta dezelerazio maximoa bermatzen du, norabide-egonkortasunaz eta ibilgailuaren maniobrak egiteko erabateko gaitasunaz gain.



3.81. irudia.

ASR (Anti-Slip Regulation) (Bosch). Orekaren eta trakzioaren kontrol aktiboa lortzen du sistema horrek gurpilak irristatzea eta labaintzea eragotziz, beti egonkortasunik handiena bermatzeko (3.82 irudia). Errepide bustietan edo elurtuetan trakzio txikia dagoenean, motorraren potentzia gutxitzen du azeleratzean, eta gurpil eragileak irristatzea eragozten du. ABSarekin batera eragin ohi du: ABSaren guneak gurpilen bira-kopurua neurtzen du, eta horren arabera ASR guneak erabakirik egokiena hartzen du.



1. Azeleragailuaren pedala.
2. Gurpilaren kaptadorea.
3. Motorraren kalkulagailua.
4. Galga-presioaren kaptadorea.
5. ABS kalkulagailua.
6. Gasen tximeleta.
7. CAN

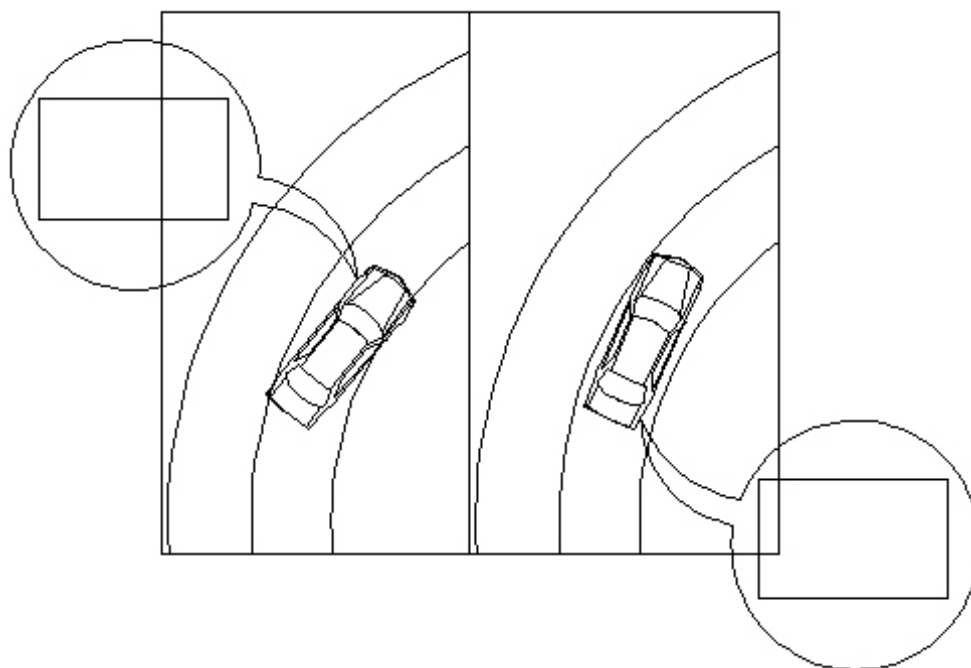
ASR (Système antipatinage)
(traction control system)



3.82. irudia.

EPS (Electronic Stability Program). Egonkortasun-programa elektronikoa. Gurpilak galgaten ditu, marxa-egoera zailtan ibilgailua egonkortzeko. Portaera hobetzen du bihurguneetan, ABSarekin eta trakzio-kontrolarekin batera eraginez. ABSak egonkortasuna ematen du galgatzean, ASRak azeleratzean eta EPSak gidariari ibilgailua menperatzen laguntzen dio, errepidetik irtetea eragin dezaketen aurrekanporatze-edo atzekanporatze-efektuak sortzeko joera duenean (kontuan hartu behar da EPSak ezin duela eragotzi ibilgailua ibilbidetik ateratzea abiadura ezegokia denean).

Gidatzearen kontrol dinamikoak bat-batean itsaspena galduz gero ibilgailuak hasierako ibilbidea berreskura dezan laguntzen dio gidariari.

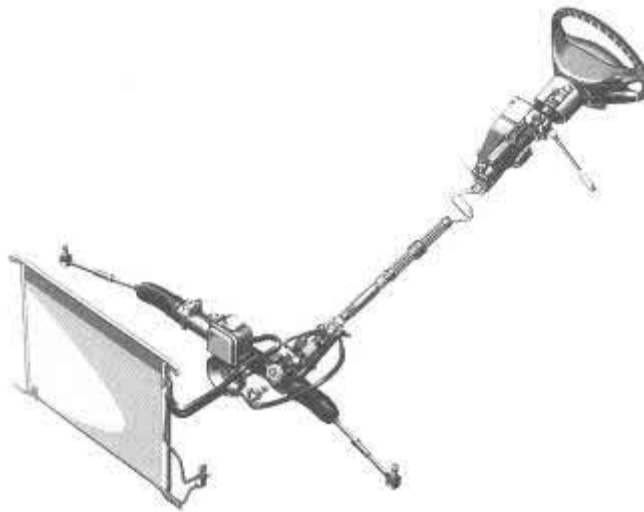


3.83. irudia.

► Direkzio-sistema

Direkzioak leuntasunez eta zehaztasunez funtzionatu behar du. Ezaugarri horiek lortzeko, sarritan serboasistentzia-sistema instalatzen da, eta horrek beharrezko indarrak ezartzen ditu bolantean (3.84 irudia). Gainera, direkzioak gidaria informatu behar du gurpilen biratze-angeluari eta ibilgailuaren portaera dinamikoari buruz.

Ez du trakzio- edo esekidura-efektuen eraginik izan behar. Horregatik, norabide-zinematikak ondo egokitu behar du aurreko ardatzaren eraikuntza ezaugarrietara, esekidura-malgukien konpresio- eta deskonpresio-efektuak saihesteko.



3.84. irudia.

Ondoren, hainbat ibilgailuk direkzioa optimizatzeko dituzten sistema batzuk aipatzen dira:

- ✓ Erlazio aldakorreko direkzioa (erlazio zuzenagoa du biratze-angelu txikietarako). Oro har, direkzioek hainbat mekanismo dituzte, eta haien arteko erredukzio-erlazioengatik eta berezko serboasistentzia diagramarengatik desberdintzen dira (eraikuntza-ezaugarri hutsez gain).
- ✓ Abiaduraren araberako asistentzia aldakorreko serbodirekzioa. Gidatzean erosotasuna eta sentikortasuna hobetzeko, bereziki lagungarria da indar osagarriak martxa-abiadurara egokitzea: indar osagarri handiak hiritik ibiltzean eta serboasistentzia murriztuagoa abiadura handitzean.

Ibilgailuaren norabidea kontrolatzeari dagokionez, bolantean eragitean aurreko eta atzeko gurpilek aldi bereko biratzeko sistemak garatu dituzte marka batzuek, baina atzekoek, noski, angelu txikiagoan biratzen dute. Sistema horien abantailak maniobrak egiteko gaitasun hobean oinarritzen dira batez ere.



3.85. irudia.

► **Transmisio-sistema**

Gailu automatiko berriekin (batez ere lozagian eta aldagailuan), koordinazio-mugimenduak saihesten dira aldagailuaren aukeratze- eta eragite-prozesuan, eta horrek eragin zuzena du gidatzean kontzentrazio-gaitasun hobea izateko aukeran. Gaur egun, bilakaera teknikori esker, diseinugileen ametssetako bat egia bihurtu da: “aldaketa mailakatua, ez saltokakoa”, nahiz eta teknika horrek motorren potentzia duen muga (batez ere erdiko mailan). Lehenago azaldu dugunez, elektronikaren hedakuntza orokorra automobileko sistemen kudeaketaren bihotza da multzo horietan, besteak beste, aplikazio hauetan:

- ✓ Kontrol elektronikodun lozagiak
- ✓ Kontrol elektronikodun aldagailua
- ✓ Ez irristatzeko gailuak
- ✓ Kontrol elektronikodun trakzio osoa
- ✓ Trakzioaren kontrol elektronikoa

Transmisioaren zereginik garrantzitsuena da gehienezko trakzio-gaitasuna ematea. Hala ere, potentzia-maila altuak edo bereziki irristakorra den bide-zoruak baldintza dezakete automobilaren motrizitatea. Trakzio-kontrolak –ekoizle gehienek garatzen dituzte– aurrerakuntza nabarmena eragin dute segurtasun pasiboari dagokionez (ikus galga-sistema).

Trakzioaren kontrol-sistemen helburua da trakzio-galeragatik gurpil batek edo gehiagok irristatzea eragozte.

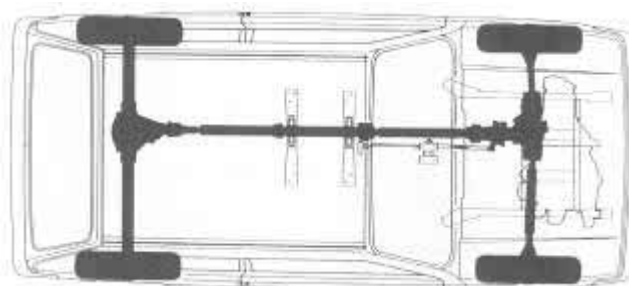
Diferentzial konbentzionalen (gaur egun erabilienak) eragozpenetako bat da gurpil eragileetako batek itsaspenera galtzen duenean ibilgailua ezin dela mugitu, gurpil horretara bidaltzen baitu mugimendu guztia transmisio-sistemak. Eragozpen horri (oso ohikoa da bereziki irristakorrak diren errepedeetan ibiliz gero) aurre egiteko, ez irristatzeko sistemak eta diferentzial autoblokeatzaileak daude.

Ez irristatzeko sistemek gurpil eragileek irristatzea eragozten dute motorrak eragindako potentzia gutxituz edota irristatzen ari diren gurpilak galgatuz.

Diferentzial autoblokeatzaileek, aldiz, efektu diferentziala baliogabetuz eragiten dute gurpil eragileetako batek irristatzen duenean. Hala, ibilgailuak bihurtu bat hartzen duenean, gailua diferentzial arrunta balitz bezala aritzen da, desberdintasun txikia dagoelako ardatz bereko gurpilen artean. Baina abiadura-desberdintasuna oso handia denean (irristatzeetan), gailuak mugimenduaren parte bat edo osoa bidaltzen du itsaspen onena duen gurpilera. Mota horretako diferentzialak edozein ardatzetan munta daitezke, erabat mekanikoak dira eta haien funtzionamendua nahiko konplexua da.

Trakzioaren kontrol-sistema elektronikoen artean aipa daitezke: ASC+T-a, TRACSa, ATTSa, ASRa eta abar.

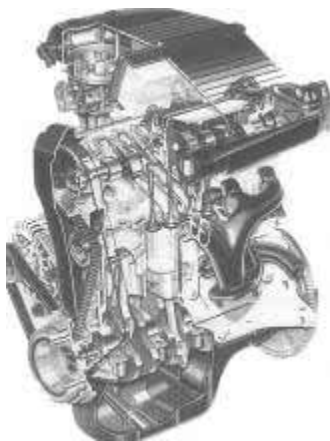
Lau gurpiletako trakzioa. (3.86 irudia) Nabarmena da lau gurpil eragilek bik baino trakzio-indar handiagoa dutela (batez ere itsaspen gutxiko bide-zoruetan). Haien erabilera normalean terreno irristakorretan ibiltzen ziren ibilgailuetarako gomendatzen zen, baina automobilgile batzuek asfaltatutako bide-zoruetan ibiliko direla aurreikusten den ibilgailuetan jartzen dute, egonkortasun handia ematen baitiote gidatzeari edozein kondiziotan (batez ere potentzia handiko ibilgailuetan).



3.86. irudia.

► Motorra

Motorra (3.87 irudia) ere segurtasun aktiboaren kate artikulatuko elementua da, eta gidariari ibilgailuaren potentzia osoa erabiltzeko aukera ematen dio egoera zailetan. Modu erabakigarrian eragiten du ibilgailuaren berreskuratze-gaitasunean. Hori dela eta, zenbat eta ezaugarri hobeak izan motorrak, orduan eta hobe da erantzuteko gaitasuna. Normalean, ibilgailuen pisuaren eta potentziaren arteko erlazioa oso orekatua izan ohi da, kontsumoak ez kaltetzeko. Berreskuratze-gaitasunarekin zuzenean erlazionatuta dago halaber aldaketa-erlazio zaindua; martxa-egoera bakoitzerako erlazio egokia aukeratzea bermatu behar du, motorra beti pare eta potentzia maximoaren artean aritzea ahalbidetzeko, eta, hala, ezaugarri egokiak lortzeko (gaur egungo motorrek duten elastikotasun-maila altuak ere laguntzen du horretan).



3.87. irudia.

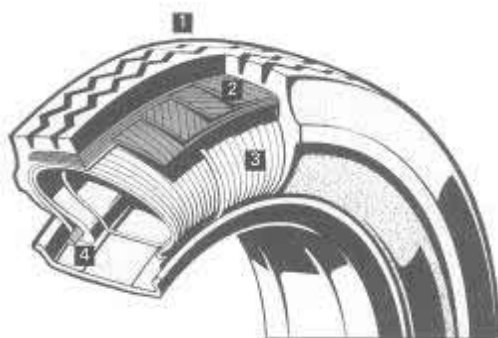
► Pneumatikoak

Pneumatikoa segurtasun- eta erosotasun-organoa da, eta zoruaren eta ibilgailuaren arteko lotura bakarra. Haren funtzio nagusiak honako hauek dira:

- ✓ Ibilgailuaren pisuari eustea.
- ✓ Motorraren potentzia transmititzea.
- ✓ Ibilgailua zuzentzea.
- ✓ Ibilgailuaren egonkortasunean, galgatzean eta esekiduran laguntzea.

Arrazoi horiek guztiak direla eta, pneumatikoak berebiziko garrantzia du segurtasunean, eta hortaz, pneumatikoaren oinarrian teknologia handia dago, segurtasun-kondizioak bermatzeko. Pneumatikoek milaka kilometrotan jasaten dituzten lan-kondizioak aztertuz gero (kolpeak, azelerazioak, galgatzeak, eta abar), ikusgarria da elementu horren kalitatea. (3.88 irudia).

Pneumatiko baten kalitatea aztertzeko oinarriko irizpideak honako hauek dira: itsaspena errepide lehorrean eta errodadura-leuntasuna, norabide-indarrak eta -prezisia, ibilera zuzenaren ezaugarriak, bihurguneetako oreka eta bizitza erabilgarria eta errentagarritasuna. Alboan idatzita izaten ditu neurriak eta erabiltze-ezaugarriak (maila ertaineko *Elementu mugiezinen* liburua).



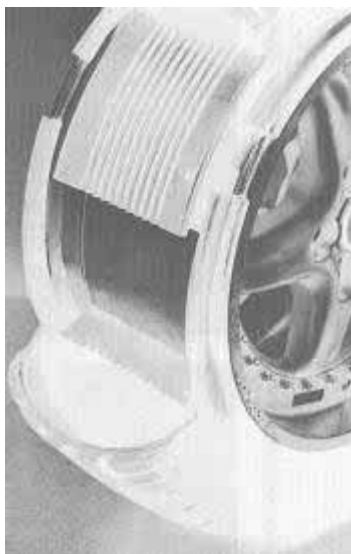
1. Errodadura-banda.
2. Segurtasun-gerrikoa.
3. Karkasa.
4. Orpoa.

3.88. irudia.

Aire-ihes motelak gutxi gorabehera zulatzeen % 80 dira. Zulatze horiek izan ditzaketen arriskuak (egonkortasunean, galgatzean, kontsumoan, eta oro har ibilgailuaren ezaugarri orokorretan aldaketa larriak eragin ditzakete) kontuan hartuz hainbat berrikuntzak pneumatikoaren ezaugarriak hobetzen dituzten sistemak ekarri dituzte, adibidez:

- ✓ Zulatzearen aurkako sistema. Sistema horri esker, pneumatikoa airerik gabe ibili daiteke 200 km inguru, haguna kaltetu gabe. Hobekuntza hori ahalbidetzeko hagun berezi bat eta presio-sentsore bat dira oinarri. Hagunaren eta gurpil-azalaren artean dagoen euskarri elastiko bat arduratzen da gurpila airerik gabe ibili ahal izateaz (3.89 irudia).

- ✓ Pneumatikoen presioaren kontrol-sistema (3.90 irudia). Pneumatikoen presioa ezinbesteko parametroa da segurtasun aktiboan. Ez da ahaztu behar aire-presio baxuegiak, abiadura normalean, itsaspena galtzea, gurpil-azalaren gehiegizko berotzea edo gurpil-azala hagunetik ateratzea eragin dezakeela. Abiadura altuagoan, pneumatikoa lehertzea eragin dezake. Bestalde, presio ezegokiek pneumatikoaren higadura goiztiarra, kontsumoa handitzea eta martxa-portaera desberdina ere eragin ditzakete. Presio ezegokiak (baxuak) mantentze eskasarengatik edo besterik gabe ihes moteleko zulatzearengatik (kasu guztien % 80) gertatu ohi dira.

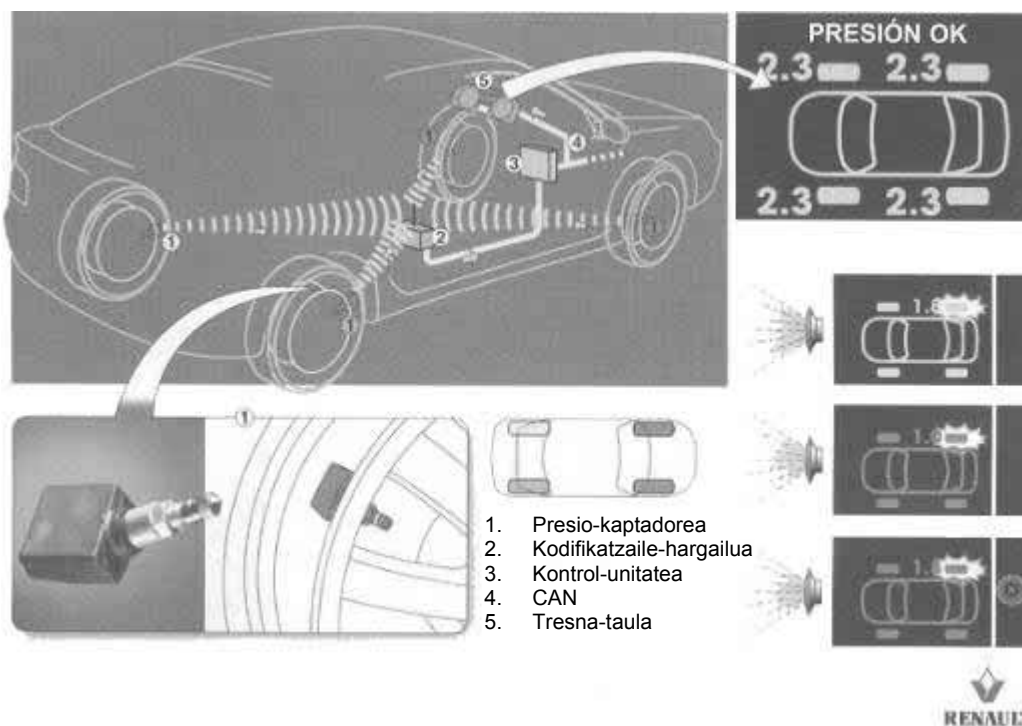


3.89. irudia.

- ✓ Pneumatikoen presioaren zaintze-sistemetan, gurpil bakoitzak kaptadore bat dauka balbulan, eta etengabe kalkulatu du pneumatikoaren barneko presioa. Ondoren, informazio garrantzitsua kodifikatutako irati-uhinez transmititzen da ordenagailu batera, gurpila identifikatzeko. Sistemak informazioa transmititzen du (argiekin, balio numerikoekin, edo ahots sintetizadore baten bidez) aldaketa anormal bat atzematen badu aire-bolumenean edo bolumen hori txikiegia bada segurtasunez ibiltzeko. Gainera, sistemak, presio-akats bat erregistratzen duenean, gidariari jakinarazten dio; ihes motela edo presio ezegokia izan daiteke. Sistema horrek kalkulu-algoritmo aurreratu bat erabiltzen du. Horren bidez, presio-akats erreal bat eta pneumatikoaren lanaren (gehiegi berotzea, hoztea, ibilgailua kargatuta izatea eta abar) eta aldaketa klimatikoaren ondorioz gertatutako presio-aldaketak bereizten ditu. Bestalde, pneumatikoen presioaren eta ibilgailuaren abiaduraren arteko egokitzapen ona baieztatzen du, eta gidaria informatzen du beharrezkoa izatekotan.
- ✓ Beste aurrerakuntza batzuek ere pneumatikoaren itsasmenari buruzko informazioa ematen dute profilarren deformazioaren neurketen bidez (kuartzo geruza fin-fin bitartez). Hala, *aquaplaning*-ak edo izotzak eragindako istripuak saihestu daitezke.

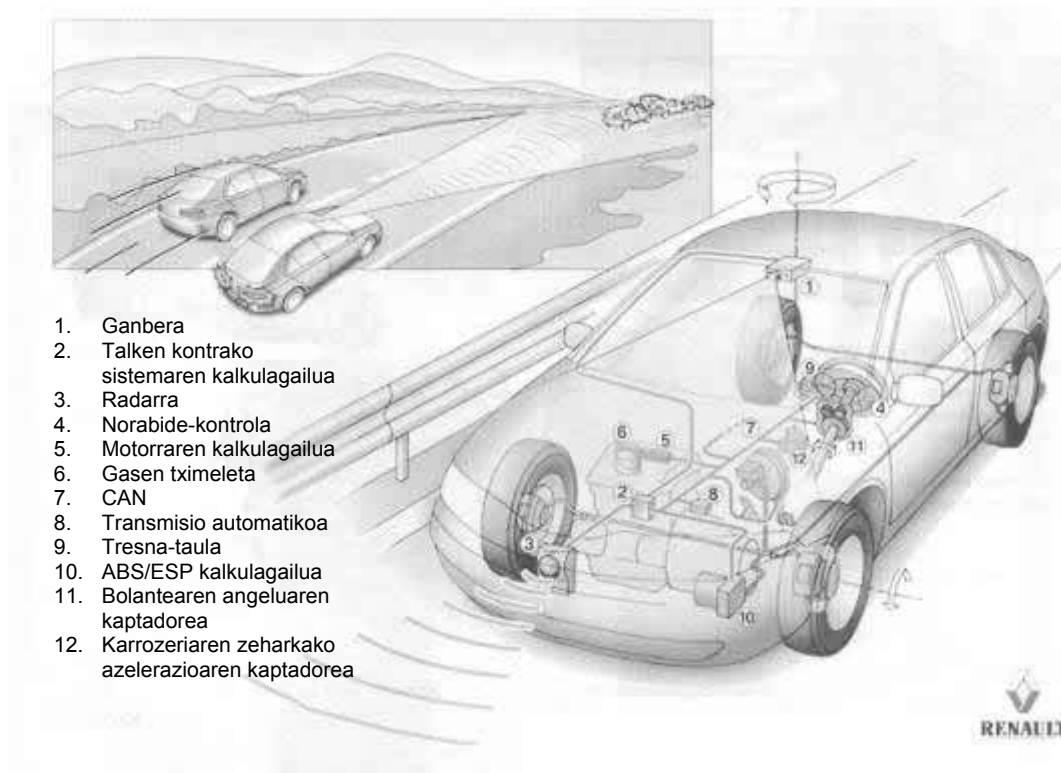
■ Gidatzeari laguntzeko garapenak

Automobilgileek segurtasunari ematen dioten lehentasuna dela eta, ardura gabe gastatzen da dirua, gero eta ezaugarri hobekien dituzten produktuak eskaini ahal izateko oso sofisticazio-maila altuekin. Adibide gisa, azken berrikuntzetako bat distantzia-kontrola duen abiadura-erreguladorea da. Sistema horren zeregina gidatze-erosotasuna hobetzea da batez ere, gurutzaldi-abiadura konstante mantentzea eta etengabeko zuzenketa automatikoa aplikatzea ahalbidetzen baitu, zirkulazio-kondizioen eta aurretik abiadura txikiagoz doazen ibilgailuen arabera. Automobilaren aurrealdean kokatutako radar batek errepideko zirkulazio-kondizioak aztertzen ditu, higitzen ari diren gainerako objektuak detektatzen ditu. Objektu bakoitzaren distantzia eta abiadura erlatiboa transmititzen dira motorrean eta galgetan zuzenean eragin dezakeen kalkulatuailer batera, uneoro segurtasun-distantzia egokia mantentzeko aurreko ibilgailuarekiko.



3.90. irudia. Pneumatikoen presioaren kontrol-sistema.

Distantzia-kontrola duen abiadura-erreguladorean aplikatutako teknologietan oinarrituta, hainbat ikerketa-programa garatu dira, segurtasun-arloan ezaugarri hobekien lortzeko. Horien artean, aipagarriak dira talken kontrako sistemak (3.91 irudia).

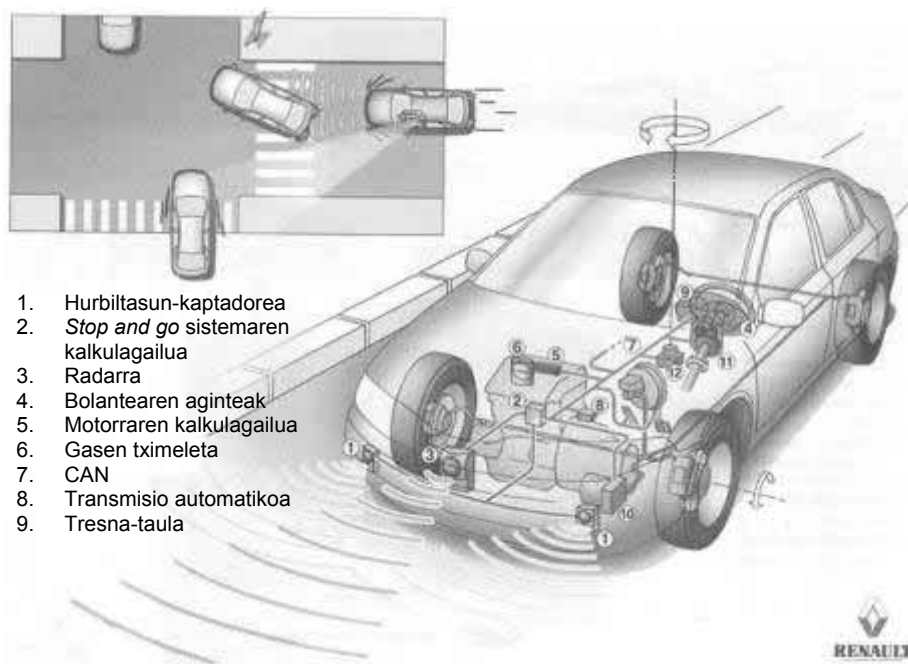


1. Ganbera
2. Talken kontrako sistemaren kalkulagailua
3. Radarra
4. Norabide-kontrola
5. Motorraren kalkulagailua
6. Gasen tximeleta
7. CAN
8. Transmisio automatikoa
9. Tresna-taula
10. ABS/ESP kalkulagailua
11. Bolantearen angeluaren kaptadorea
12. Karrozeriaren zeharkako azelerazioaren kaptadorea

3.91. irudia. Talken kontrako sistema.

Talken kontrako sistemak, izenak adierazten duen moduan, aurreko ibilgailuekin edo tresneria hori duen ibilgailuaren ibilbidean dauden objektuekin talka egitea eragozten saiatzen dira, egoera bakoitzerako abiadura eta distantzia egokia aukeratuz. Radar bat (objektuak eta zein distantziara dauden detektatzen du), bideokamera bat eta kontrol-unitate bat dute, eta galgekin batera arituz, segurtasun-distantzia mantentzen dute. Sistema martxan jartzen da aurrean dagoen ibilgailura hurbiltzen eta segurtasun-distantzia gutxitzen denean. Mekanismoak seinale bat bidaltzen du galga-sistemara, eta pixkanaka hasten da automatikoki eragiten, segurtasun-distantzia berriro egokia izan arte. Azken belaunaldiko gailu horietako batzuk gurutzaldi-abiaduraren kontrolatzailearekin batera aritzen dira, behin arriskua gaindituta, ibilgailuak aurretiaz zuen abiadura har dezan berriro. Antzeko beste mekanismo bat ibilgailuaren atzealdean jar daiteke: atzeko ibilgailuaren gehiegizko abiadura eta segurtasun-distantziaren laburtze handia detektatzen bada, sistemak segurtasun-gerrikoa automatikoki “tenkatzen” du, talka berehala izango delakoan.

Stop and Go sistemak (3.92 irudia), bestalde, gidariaren erosotasuna hobetzen du “pilotu automatikoaren” lana eginez, ibilgailuaren errei barneko mugimenduz arduratzen baita, batez ere auto-ilarak daudenean. Horretarako, gailuak jartzen du martxan eta galgatzen du ibilgailua, gidariaren ordez. Hori lortzeko, helmen txikiko kaptadore batzuk eransten zaizkio radarrari, kolpe-leungailuetan. Gidariari ematen zaion erosotasunaz gain, sistemak haren segurtasuna hobetzea eta abiadura txikietan izaten diren arre-faltak orekatzea ahalbidetzen du. Kontuan hartu beharra dago talka txikiak istripuen % 25 direla, eta eragindako kalte materialez gain, hartutako zauriek sarritan min zerbikalak eta denbora luzean iraun dezaketen molestiak sortzen dituzte.



1. Hurbiltasun-kaptadorea
2. *Stop and go* sistemaren kalkulagailua
3. Radarra
4. Bolantearen aginteak
5. Motorraren kalkulagailua
6. Gasen tximeleta
7. CAN
8. Transmisio automatikoa
9. Tresna-taula

3.92. irudia. *Stop and go* sistema.

Beste aurrerakuntza bat Ibilbidea Kudeatzeko Laguntza Sistema (IKLS) (*Système D'Aide á la Gestion de Trajectoire, SAGE*) da, gidariari norabidea mantentzen laguntzen diona. Sistema horiek errepideko lerroak identifikatzen dituzte, eta ibilgailua bere karriletik ateratzea eragozten dute. Errepidea filmatzen duen mikrokamera bat, ibilgailuak karrilaren lerroekiko duen kokapena identifikatzen duen irudien tratamendurako sistema bat (kontrol-unitate elektronikoa) eta direkzio-zutabearen muntatutako motor elektriko bat ditu. Ibilgailua erreferentzia lerroetara gehiegi hurbiltzen denean errepidetik ateratzeko arriskua sortzen da, eta motor elektrikoak bibrazio batzuk eragiten ditu bolantean, gidaria ohartarazteko. Era berean, motorrak zuzentze-mugimendu txiki bat eragiten dio bolanteri, norabidetan zuzendu adierazteko. Karrilez aldatu edo errepidetik atera nahi izanez gero, ibilgailuak ibilbidea aldatzea ahalbidetzen du sistemak.

Halaber, ibilgailuetan erabiltzen diren komunikazio-teknologia berriek, esate baterako telefono mugikorrek, nabigazio-sistemek edo azken belaunaldiko auto-irratiek, gidariak arreta galtzea eragin dezakete. Arazo horri aurre egiteko, gidariarengan logura, osasun-arazoak edo arreta-galera detektatuz gero automobila behatu eta kontrolatzen duten sistema adimendunak garatzen saiatzen dira automobilgileak. Oraingoz, sistemak garapen-aldian daude, SAVE proiektuaren bidez hain zuzen ere. Haien funtzionamenduaren oinarri da gidariaren betazalak eta eskuek bolantean eragiten duten presioa kontrolatzen duen eta bidaiaren hasierako ordu erdian gidatzeko era behatzen duen behatze-unitatea. Arazoak detektatutakoan, seinaleekin, mezuekin eta argiekin ohartarazten du sistemak. Errepideko beste erabiltzaileak ere ohartarazten ditu ibilgailuaren argien bidez. Egoera oso arriskutsu bat atzemanaz gero, kontrol automatikorako sistema martxan jartzen da, autoa bazterbidera eraman eta kondizio seguruetan geratzen duena. Autoa geratutakoan, sistemak emergentzia-zentrorra bidaltzen du satelite bidez ibilgailuaren kokapenari, bidaiariaren osasunari eta geratzearen arrazoiari buruzko informazioa.

Arreta errepidean mantentzeko, HUD (*Head Up Display*) gailua garatu da. Horren helburua da haizetakoaren barnealdean alerta- edo aginte-mahaiaren informazioa proiektatzea, gidariak begiak errepidetik baztertu behar ez izateko, ehiza-hegazkinen tiro-adierazgailuetan bezala, adibidez. Sistema horrekin, erdira jaisten da gidariaren erantzun-denbora larrialdi egoeran.

3.3 Prebentzio-segurtasuna

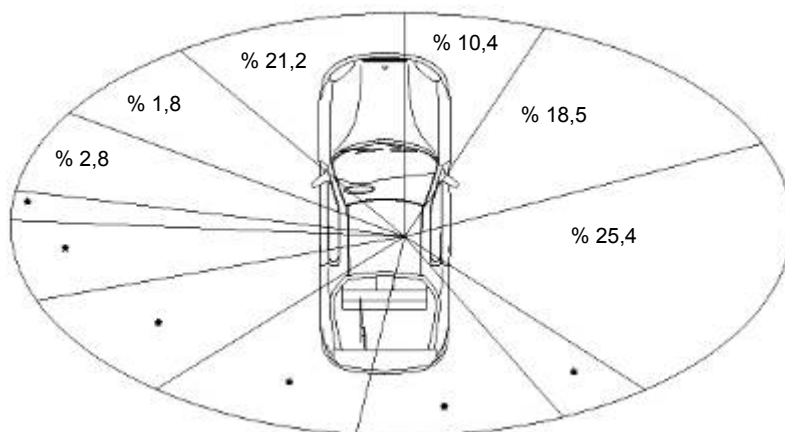
Oro har, gidatze-postuaren konfigurazio funtzionala eta praktikoa mugatzen duten hobekuntzen eta sistemen multzoak osatzen du prebentzio-segurtasuna. Ingurune atsegina sortzen du eta ibilgailuan lasai egotea eragiten du, gidatze erlaxatua eta eraginkorra lortzeko. Bidaiari-lekuko giroa eta bidaiarien ongizatea, hein handi batean, honako faktore hauen menpekoa da: material atsegin eta kalitatezkoak izatea, segurtasuna, erosotasuna, akabera-dotasuna, eta klima atsegina. Ikuspegi horretatik, bidaiari-lekua irizpide erabat ergonomikoen arabera diseinatzen da. Izan ere, tresnak erraz maneiatu ahal izateak eta norabide orotarako ikuspen onak gidaria nekatzea eragozten laguntzen dute, eta ibilgailua menperatzea errazten dute, egoera eskasetan bereziki.

Oro har, gidatzea errazten laguntzen duten neurrien artean aipagarriak dira:

- ✓ Ikuspena
- ✓ Ergonomia
- ✓ Erosotasuna

Ikuspena

Funtsezko alderdia da ibilgailuen diseinuan, gidatzean segurtasun bikaina bermatzen duena. Horretarako, bateratu egin behar dira bidaiari-lekuaren erresistentzia eta sekzio txikiko aurreko, erdiko eta atzeko zutabe edo muntagak, ahalik eta gutxiena mugatzeko alboko ikuspena. Gidariaren azimut-ikuspena (360°) seguruagoa da ikusi ezin daiteken espazio edo angeluak murriztu ahala (3.93 irudia).



3.93. irudia.

Ibilgailuaren ikuspen-mailan nabarmen eragiten duten sistemetakoa batzuk honako hauek dira:

Argiztapena (3.94 eta 3.95 irudiak). Sistema horrek berebiziko garrantzia du, haren menpekoea baita ibilgailuaren ingurua ondo ikusi ahal izateko gaitasuna ikuspena zailtzen duen edozein egoeratan. Bestalde, ikustea bezain garrantzitsua da ikusia izatea. Azkenaldian erronka bihurtu da ibilgailua seinalatzea (koka-pena, maniobra, eta abar) eta gauez edo zirkulazioaren egoerak eskatzen duenean (euria, tunela, eta abar) argiztapen egokia ematea. Horretarako, aurrealdeko proiektoreek ikuspen ezin hobea bermatu behar dute kondizio atmosferiko ezegokietan ere, eta kontrako norabidean dabiltzan ibilgailuen gidariak itsutu gabe. Atzeko argi onek (argi indartsu eta zabalak) ibilgailua erraz kokatzea ahalbidetzen dute, itsutze deserosorik jasan gabe.

- ✓ Argiztapen-sistema berritzaileenetako bat gas-deskarga (xenon) proiektoreez eraturakoa da. Proiektore mota horren ezaugarri nagusiak dira eraginkortasun ezin hobea (lanpara halogeno arruntentziko intentsitatearen bikoitza eta kontsumo txikiagoa), argi-sortaren zabalera handiagoa, erregulatzeko erraztasun handiagoa eta zuri hutsetik oso hurbil (ikuspen ezin hobea bermatzen du) dagoen kolore-tenperatura. Proiektoreek argi-sortaren altueraren zuzentze dinamikoko sistema automatikoa dute, ibilgailuaren zamaren arabera aldaketak eta azelerazioak edo galgatzeak orekatzeko.

Argiztapen-sistemen garapen-esparru nagusietako bat gaueko ikuspen-kondizioak hobetzea da; horretarako, emititutako argiaren kalitatea hobetzeko (zuriagoa) eta *Night Vision* eta antzeko proiektuak garatzen dira. Proiektu hori oinarritzen da pantaila batean irudiaren prozesatze terminakoa ahalbidetzen duen teknologian. Sentsore infragorrien bitartez, objekturik beroenak (pertsonak, animaliak, motorra martxan duten ibilgailuak, eta abar) zuriz agertzen dira pantailako irudi birtualean (argazki-negatibo batean bezala), eta objekturik hotzenak, aldiz, ilunago.

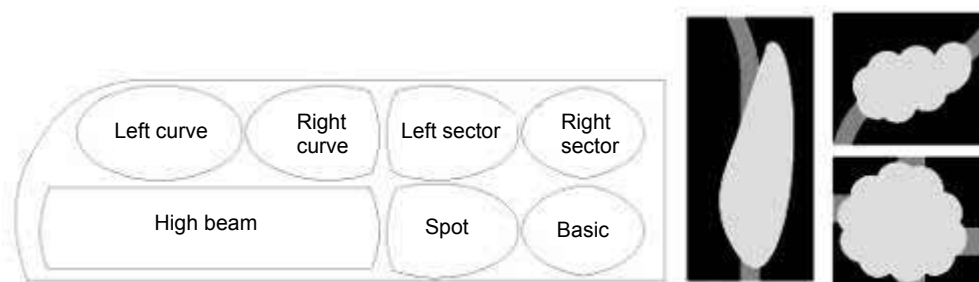
Argiztapen egokituko sistemen bidez, kanpoko kondizioen arabera argi-sorta automatikoki doitzea (gidariak parte hartu gabe) lortu nahi da. Hala, Bosch etxearen *Adaptive Light* eta antzeko proiektuak (3.96 irudia) hainbat argi-sortatan oinarritzen dira, eta aktibatu egiten dira unitate zentralak adierazten duenean. Unitate zentralak sentsore hauen bidez jasotzen du informazioa: abiadura, biratze-angelua, azelerazioa eta kokapen geografikoa.



3.94. irudia.



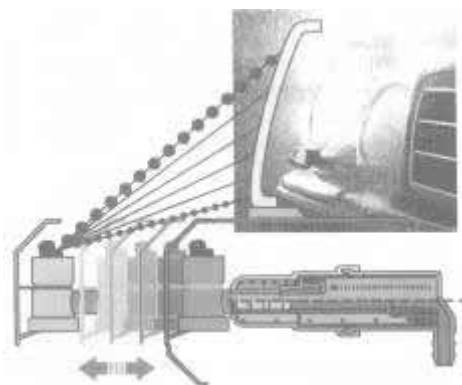
3.95. irudia.



3.96. irudia.

Ekoizle batzuek akatsak detektatzeko sistema bat eranstean dute faroen eta atzeko argien lanparatan. Lanparak konektatuta daudenean, kontrol-tresna automatiko batek etengabe konparatzen du intentsitate elektriko eraginkorra aurretiaz emandako balio batekin. Lanpara erre bada aldaketa nabarmena ematen da, eta tresna-mahaiko argi baten bidez adierazten da.

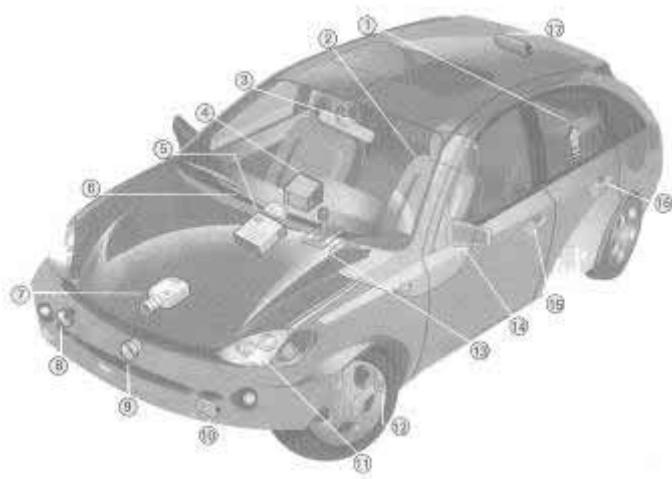
- ✓ Argiak garbitzeko sistemak, proiektoreen kristalak garbi mantentzeko (3.97 irudia).
- ✓ Beroa xurgatu eta ibilgailuaren barruan gidatze-kondizio egokiak sortzen laguntzen duten kristalak. Ohiko eran tindatutako haizetakoek kanporantz islatzen dute argi-izpien % 5, ikusten direnak zein ikusten ez direnak (infragorriak); gainerako izpiek argia eta beroa transmititzen dute bidaiarilekuaren barnealderantz. Teknologia berriko haizetakoek autoa berotzen duten izpien % 30 iragazten duen gai bat dute erantsita, eta aldi berean izpi ikusgarrien % 100 pasatzen uzten dute.



3.97. irudia.

- ✓ Barneko eta kanpoko atzerako ispilu elektrokromoak erabiltzea. Pixkanaka iluntzen dira argitasuna indartzen denean eta gauez atzetik datozen ibilgailuek eragindako itsutze-fenomenoa saihesten dute. Sistemak fotosensore batzuk ditu (aurrez aurre kokatuta), eta horien bitartez sistema elektronikoak argi-desberdintasuna detektatzen du ispiluaren aurreko eta atzeko parteen artean. Atezko argiaren eragina aurrekoarena baino handiagoa bada, kristala ilundu egiten da.

Ikusteak eta ikusia izateak duten garrantzia kontuan hartuta, azken garapen eta berrikuntzek honako tresnak erabiltzen dituzte: kamera subjektiboak, sentsoreak, radar-detekttagailuak, laserrak, nabigazio-sistemak, argazki-irudiak eta abar, ibilgailuak seguruagoak izan daitezzen (3.98 irudia).

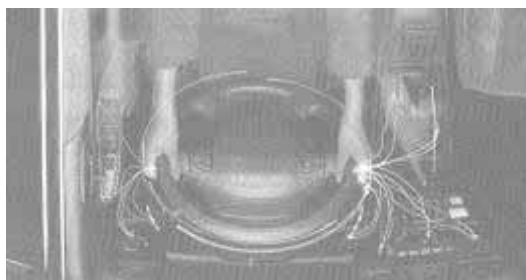


1. Ez harrapatzeko kristal-jasogailuak.
2. Eserlekuaren eta bolantearen kokapenaren erregulazio automatikoa.
3. Gidariaren begien kliska behatzen duten kamerak.
4. Nabigazio-sistema.
5. Bolumena automatikoki erregulatzen duten eta errepidearen egoerari buruzko informazioa zabaltzen duten auto-irradiak.
6. Euriarekin automatikoki martxan jartzen diren haizetako-garbigailuak.
7. Gauz ikusteko infragorri-kamerak.
8. Aparkatzen laguntzeko sentsoreak.
9. Talken aurkako sentsoreak.
10. Errepidetik nahi gabe ateratzea eragozteko sentsoreak.
11. Errepidearen trazatuaren arabera argizatzen duten proiektagailuak.
12. Pneumatikoen presioaren eta itsaspenaren kontrol-sistema.
13. Abiadura-kaxa aktiboa.
14. Lausotzen ez diren atzerako ispiluak.
15. Ateen irekitze eta abio pertsonalizatuak.
16. Ateen itxiera automatikoa.
17. Aire-kalitatearen sentsorea.

3.98. irudia.

Ergonomia

Diseinugileek diru asko inbertitzen dute, eragingailuak batez besteko neurriko batez besteko bidaia-riaren eskura izango dituen diseinu ergonomikoa lortzeko (3.99 irudia). Lan hori ez da erraza, gailuak funtzioaren arabera taldekatu behar direlako, lehenetasuna segurtasun-elementuei emanda, gero erosotasunekoiei eta azkenik osagarriei. Bolantean jarrera erlaxatua izatea segurtasuna bermatzeko lehen pausoa da. Bestela, bidaia luze batean ezeroso joateak istripu larriren bat eragin dezake.



3.99. irudia.

Kontuan hartu beharreko aspektuetako batzuk honako hauek dira:

- ✓ Aginte-mahaiaren (3.100 irudia) eta pedal-multzoaren diseinu ergonomikoa. Oso garrantzitsua da aginte-, seinaleztapen- eta informazio-elementu guztiak eskura izatea gidariak ; azkar ulertzeko sistema grafikoa izan behar dute, haiei eragiteko edo haiek irakurtzeko, ahalik eta gutxiena desbi-deratu behar izateko begirada errepidetik. Aginteek eragiten leunak, irakurterrazak eta helmen onekoak izan behar dute. Gainera, audio-ekipoaren bolumen-agintea, bilaketa-memorian gordetako kateak aldatzeko eta banda aldatzeko aginteak bolantean integratzen badira, segurtasun-maila handiagoa lortzen da, gidatzean ez baita begirada desplazatu behar errezeptorea maneiatzeko.



3.100. irudia.

- ✓ Eserleku ergonomikoak (3.101 irudia). Gidatze segurua eta kontrolatua izateko, garrantzi handikoa da eserlekuaren erosotasuna. Hala, ekoizleek etengabeko berrikuntza eta probak egiten dituzte, eserlekuen kalitatea eta erosotasuna hobetzeko. Horrek honako garapenak ekarri ditu: desplazamendu-kontrol elektrikoa, luzetarako erregulazio elektronikoa, altuerarena eta lunbarra (memoriarekin), berogailua, eta abar; kuxinaren sendotasunak eta eserlekuaren alboko loturak eta euste lunbarrak erosotasun egokia bermatu behar dute, bidai luzeetan ere neke goiztiarra eragozteko. Hori bereziki garrantzitsua da, esperimenduek erakutsi baitute gizakien morfologia konplexuan pisuak beste eragiten duten faktore asko dagoela, adibidez, dentsitatea, muskuluen tonua eta esertzeko postura. Hori dela eta beharrezkoa da erregulazio-aukera zabala. Garrantzia ematen zaio, bestalde, sor daitezken kirriken iturriak ezabatzeari eta inguru argitsua, eroso eta babeslea sor dezaketean ehunak aukeratzeari.

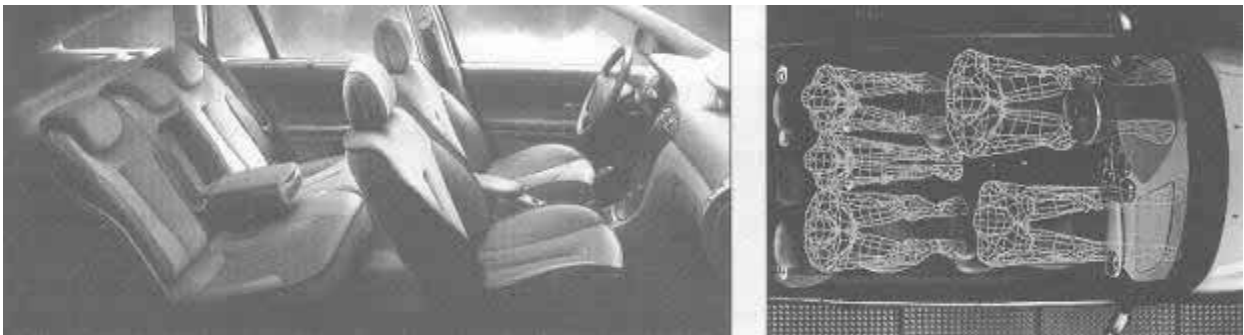


3.101. irudia.

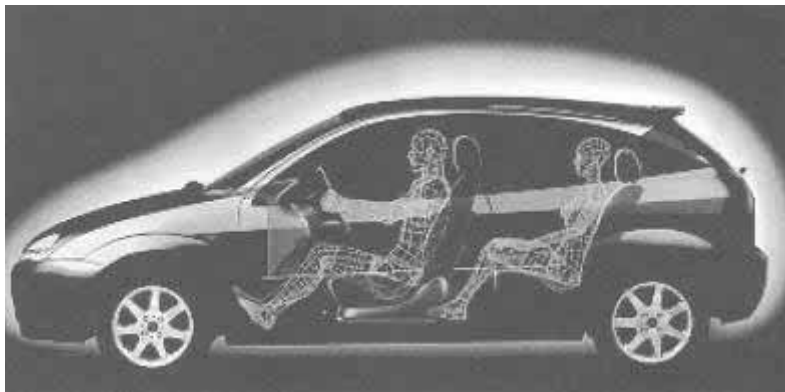
Erosotasuna

Martxa-erosotasuna asko zaintzen den alderdia da, eta haren garapenak kontuan hartzen du ez dela egokia zaratak eta errepidearen irregulartasun-sentsazioak erabat ezabatzea. Gehiegizko erosotasunak gidaria bere ingurunetik isolatzen du, eta horrek informazio garrantzitsuak ez hartzea eragin dezake. Erosotasun egokirako erabakigarriak diren neurrien artean aipagarriak dira:

Bidaiari-lekuaren zabaltasuna. Xehetasun estetikoetz gain, hainbat parametro esanguratsutan oinarritzen da, esate baterako, aurreko eta atzeko eserlekuen tamaina egokian, toki bakoitzean “estutasun”-sentsaziorik gabe jartzea ahalbidetzeko (3.102 irudia).



3.102. irudia.



3.103. irudia.

Bizigarritasuna eta gidatze-posizioa elementu oso garrantzitsuak dira ongizate-sentsazioa lortzeko. Horiek aztertzeko, gidariaren kokapena eta bere atzean esertzen diren bidaiarienak errepikatu eta erlazionatzen dira, ibilgailuaren erabilera-kondizioak simulatzen dituen eredu matematiko bat erabiliz (3.103 irudia)

Era berean, agente-mahaiaren barneko argiztapenak, ahalik eta osoena eta esfortzurik gabe irakurtzeko modukoa izateaz gain, tonalitate ez-oldarkorreako izan behar du, barneko harmonia eta erosotasun-sentsazioa ez apurtzeko (3.104 irudia).

Ez harrapatzeko sistemadun kristal-jasogailuak (3.105 irudia). Mugimenduaren norabidea aldatzen dute automatikoki, ixtean oztoporen bat aurkitzen dutenean.

Erosotasun akustikoa. Gaur egun, automobilaren akustika gai garrantzitsuenetako bat da modelo berri baten diseinu- eta esperimentazio-fasean: bibrazio mailak, erresonantzia-frekuentzia, karrozeria eta gainerako tamaina handiko multzoen portaera eta abar. Izan ere, zaratak “menperatzea” lan zaila da, ibilgailua funtzio eta pieza anitzen multzoa baita, eta horien elkarrekintza aztertu behar da zarata mailaren intentsitate minimoa eta kalitate akustiko onena lortzeko. Akustikaren helburua da soinu bakoitza zehaztasunez ezartzea (iturriak eta interferentziak), hobeto kontrolatu ahal izateko; horretarako, saiakuntza-bankuak erabiltzen dira.



3.104. irudia.



3.105. irudia.

- ✓ Zarata-maila gutxitzea lortzen da zarata hori sortzen duten iturrietan intsonorizazio-materialak erabiliz, eta baita ibilgailuaren martxan izan daitezkeen zaraten transmisioa eta amplifikazioa eragotziz ere karrozeriaren profilen bidez.
- ✓ Klimatizazio egokia. Bidaiari-lekuaren klimatizazio-sistema oinarrizko faktoreetako bat da bidaiari-kondizio egokiak sortzeko (3.106 irudia). Haren funtzioa da hezetasuna eta tenperatura bidaiariarentzako muga egokietan mantentzea. Kontuan hartu behar da beroak eragin negatiboa duela gidariaren arretan. Beroak gidariaren akatsak ugaritzen ditu, erreflexuak gutxituz, eta ibilgailua gidatzeko eran eragiten du. Beroak estresa handitzen du, eta erritmo kardiakoa handitzen du.



3.106. irudia.

Era berean, eserleku berritzaileenek haien tenperatura eta transpirazio-gaitasunaren maila erregulatzen dute berogailu- eta aireztapen-sistema aktiboekin (tapizeria hozten dute kanpoan bero handia egin arren) hurrenez hurren. Bestalde, aire-kamera lunbarrak eta ornoei masajeak ematen dizkieten beste batzuk dituzte.

Autoebaluazioa

1. Deskribatu era laburrean segurtasun aktiboa, segurtasun pasiboa eta prebentzio-segurtasuna kontzeptuak.
2. Non egon ohi dira kokatuta karrozeriaren egitura-errefortzuak?
3. Zein baliabide ezartzen da aurreko egituran istripuetan lesio-arriskua gutxitzeko?
4. Zerrendatu ibilgailuek segurtasun pasiborako dituzten gailuak.
5. Deskribatu aurrekanporatze- eta atzekanporatze-efektuak. Azaldu zein den efektu horiek gertatzea eragozteko sistema.
6. Zeren araberakoa da ibilgailuaren itsaspena, eta zein dira eragina duten sistema edo elementuak?
7. Zerrendatu ibilgailuek segurtasun aktiborako dituzten gailuak.
8. Zein dira pneumatikoen funtzioak?
9. Deskribatu era laburrean ondoren azaltzen den sistema bakoitzaren zeregina:
 - ✓ ABS
 - ✓ ESP
 - ✓ ASR
 - ✓ Esekidura elektronikoa.
10. Zein faktore hartzen dituzte kontuan prebentzio-segurtasunerako gailuak?

Proposatutako ariketak

- ✓ Zerrendatu gaur egungo ibilgailu baten segurtasun pasiborako gailuak eta konparatu duela hamar urteko batekin. Idatzi zure ondorioak.
- ✓ Zerrendatu gaur egungo ibilgailu baten segurtasun aktiborako gailuak eta konparatu duela hamar urteko batekin. Idatzi zure ondorioak.
- ✓ Zerrendatu gaur egungo ibilgailu baten prebentzio-segurtasunerako gailuak eta konparatu duela hamar urteko batekin. Idatzi zure ondorioak.

4 INDAR-SISTEMEN ANALISIA

Edukiak

Sarrera

- 4.1. Indarrak
- 4.2. Indarren eta mugimenduen arteko erlazioa
- 4.3. Indarraren bektore-izaera
- 4.4. Indar-sistemak
- 4.5. Norabide bereko indarrak
- 4.6. Indar angeluarrak
- 4.7. Norabide paraleloko indarrak
- 4.8. Indar baten momentua
- 4.9. Ariketa praktikoak
- 4.10. Indar-sistemak espazioan

Helburuak

- ✓ Indar-, mugimendu- eta inertzia-kontzeptuak berrikustea.
- ✓ Akzio- eta erreakzio- printzipioak ulertzea.
- ✓ Indar bektorialak nola deskonposatu eta kalkulatu errepasatzea.

Sarrera

Objektu bat altxatzeko, beharrezkoa da indar bat eragitea, handiagoa edo txikiagoa pisuaren arabera. Eguneroko jardueretan etengabe ari gara hainbat ondorio dituzten indarrak eragiten: translazio-mugimenduak, biratze-mugimenduak, deformazioak, beste indar batzuen efektuak indargabetzea edo objektua orekan mantentzea.

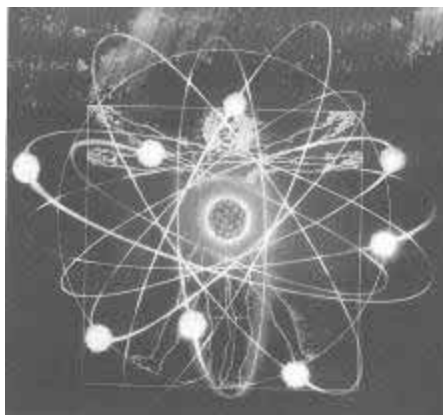
Isaac Newtonek (1642-1727) gaur egungo fisikaren eta indarren ikerketaren oinarriak jarri zituen, oinarrizko hiru legeren bitartez. Hark baino lehenago beste zientzialari batzuek, adibidez Kopernikok, Galileok eta Keplerrek, hainbat ikerketa egin zituzten. Baina hori baino askoz lehenago ere egiptoarrek piramideak eraikitzen zituzten, eta eraikuntzan parte hartzen zuten indar guztiak orekatu behar zituzten, ez eraisteko (eta lortu zutela esan daiteke, 4000 urte geroago asko oraindik zutik daude eta).

Indar guztiak, ordea, ez dira gizakiak eragindakoak. Naturan zenbait indar daude, eta antzinaldian haien eraginak jainkoen gurariak zirela uste zuten. Fisika modernoak erakutsi du fenomeno gehienak oinarrizko lau indarrek eragiten dituztela (4.1 irudia):

- ✓ Grabitazio-indarra
- ✓ Indar elektromagnetikoa
- ✓ Elkarrekintza ahularen indarra
- ✓ Indar nuklearra

Horietatik lehenengoa masa duten partikula guztien arteko erakarren-indar unibertsala da. Eguzki-sistemako planetak eguzkiaren inguruan biraka mugitzen dira etengabe eta ordenaz, beti orbita bera mantenduz. Era berean, gure galaxiak, bere osotasunean, lotura du gainerako galaxiekin. Gure planetara hurbiltzen diren objektuak, bestalde, lurrerantz erakartzen dira. Bi fenomeno horiek indar berak eragiten ditu, "grabitazioak", eta haren irismena, printzipioz, mugagabea da.

Unibertsoko bigarren indarra "elektromagnetikoa" da. Grabitazioa bezala, distantzian eragiten du, eta elektrizitatearen, magnetismoaren, argiaren eta beste hainbat fenomenoren sorburua da.



4.1. irudia.

Hirugarren indarrak atomoen nukleoan (protoietan eta neutroietan) du sorburua. Kondizio normalean protoiak eta neutroiak egonkorak dira, baina zenbait elementuren erreakzio batzuen bidez, protoiak neutroi bihurtzen dira eta alderantziz (neutroiak protoi), eta beta (β) erradioaktibitatea sortzen dute. Eraldaketa horiek eragiten duen indarrari "elkarrekintza ahula" deritzo, eta gaur egun gutxien ezagutzen den indarra da.

Indar horietatik azkena "nuklearra" da. Atomoen nukleoan sortzen da hori ere, eta protoiek eta neutroiek elkarren artean dituzten loturetan oinarritzen da; elementu horiek banatzean (fisioa) zein elkartzean (fusioa), energia-kantitate bat askatzen da, hainbat erabileratarako aprobetxatzen dena. Gaur egun erabiliena fisioa da, zentral nuklearren oinarria, baina erradioaktibitate-arriskuak direla eta, bestelako energia alternatiboak bultzatzen dituzte herrialde askok. Fusioa oraingoz laborategietan baino ez da erabiltzen, baina emaitza oso itxaropentsuak lortu dituzte, askoz energia gehiago eta kutsadura gutxiago sortzen baitu. Era berean, esperimentuak egiten ari dira *fusio hotzarekin muoiak* erabiliz (positiboki edo negatiboki kargatutako oinarritzko partikulak; horien masa elektroierena baino 208 aldiz handiagoa da), erreakzioak katalizatzeke eta lotura-prozesuak azeleratzeke.

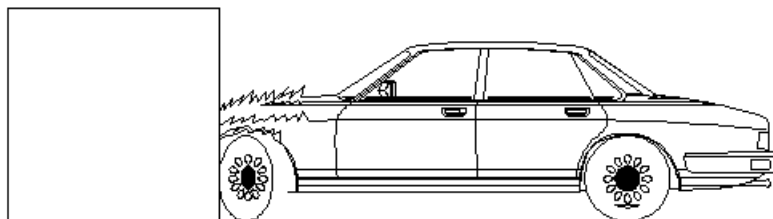
Gai honetan, oinarrian azaltzen dira indar-sistemen analisiaren kontzeptuak, eta aurreko ikasturteetan ikasitakoak gogorarazten dira, esate baterako, indarren problemak bektoreen bitartez ebaztea eta indar-sistemak konposatzea eta deskonposatzea. Ezagutza horiek oinarrizkoak dira, hurrengo gai batzuetan ikusi ahal izango den bezala, ibilgailuen talketan sortzen diren deformazioen analisi egokia egiteko eta karrozeriaren tenkatze zuzena egiteko tresna egokiak erabiliz.

4.1 Indarrak

Ibilgailu batek motorraren indarra behar du mugitzen hasteko edo abiadura handitzeko, eta era berean, ibilgailua geratzeko, gidariak indar bat aplikatzen die galgei, hartutako energia bero bihurtzeko geratu arte.

Azaldutako adibidea ikusita, ondoriozta daiteke indarra objektu baten pausagune- edo higidura-egoera aldatzen duen edozein ekintza dela.

Beste indar batzuek ez dute mugimendurik edo azeleraziorik sortzen eragina egiten duten gorputzarengan. Txapa fin bat mailu batekin gogor jotzen denean, adibidez, txapa ez da mugitzen, baina deformazioa gertatzen da. Gauza bera gertatuko litzateke adibideko ibilgailuan, desplazatzen hasi eta gero horma baten kontra talka egingo balu; seguruenik horma ez litzateke desplazatuko, baina ibilgailua, aldiz, deformatu egingo litzateke, talka egitean izango lukeen abiadurarekiko proportzionalki (4.2 irudia).



4.2. irudia.

Adibide horretatik ondorioztatzen da aurretiaz indarrari buruz emandako definizioa zabaldu egin behar dela, eta era honetan eman daiteke:

Indarra objektu baten pausagune- edo higidura-egoera aldatzen duen, edo deformazioa sortzen duen edozein ekintza edo kausa da.

Orain arte abiapuntutzat hartu dugun indar-kontzeptuan suposatu dugu aplikatutako indarra eta gorputza kontaktuan daudela (motorra ibilgailuan, mailua txapan, ibilgailua horman). Indar mota horri kontaktu zuzeneko indarra deritzo. Badaude, hala ere, distantzian eragiten duten indarrak, hau da, objektuarekin kontaktuan egon gabe, kasurako, iman batek indar magnetikoaren bitartez iltze batzuetan duena, edo gorputz baten molekulen arteko erakarpen- edo aldarapen-indarra, gorputzak egoera solidoan, likidoan edo gas eran egotea eragiten duena.

Gorputz solidoetan molekulen arteko lotura handia da, haien arteko erakarpen-indarrari esker (kohesioa). Horrek molekulek mugimendu gutxi izatea eragiten du eta, hortaz, solidoek forma eta tamaina konstantea izatea. Gorputz likidoetan, aldiz, kohesio molekularra txikiagoa da, eta molekulek mugimendu gehiago dute. Desplazamendu-askatasun hori dela eta forma aldakorragoa da, baina bolumena konstantea da likidoetan ere; bost litro ur hartuta, adibidez, bolumen bera betetzen du ontzi biribil batean zein karratu batean, baina forma erabat aldatzen da.

Azkenik, gasek molekula-kohesio nulua dute. Horrek mugimendu-askatasun osoa ematen die molekulei, eta, ondorioz, bolumena eta forma etengabe aldatzen dira.

Aurreko kasuetan, elkarren artean kontaktu zuzenik ez duten molekulen arteko erakarpen-indarrari esker gertatzen da dena.

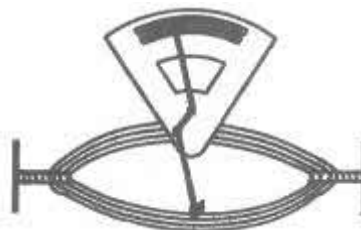
Indarraren magnitudea dinamometro izeneko tresnarekin neurtzen da. Dinamometroak hainbat forma izan ditzake, baina denak oinarritzen dira altzairuek indar bat aplikatzen zaienean tolesteko edo lasaitzeko eta indarrak eragiteari uzten dienean hasierako formara itzultzeko duten propietatean. Dinamometro erabili-
lienen artean aipa daitezke Leroy (4.3 irudia), Pesón (4.4 irudia) eta Regnier (4.5 irudia) izenekoak.



4.3. irudia.



4.4. irudia.



4.5. irudia.

Sistema internazionallean, indarra neurtzeko unitatea newtona (N) da, eta honela definitzen da: kilogramo bateko masa duen objektu bati segundo bakoitzean segundoko metro bateko azelerazioa eragiten dion indarra.

Fisika aplikatuan, esfortzu-unitate gisa kg-indarra erabiltzen da, kilopond (kp) deritzona, eta honela definitzen da: Lurra 45 gradu ipar latitudean eta itsasoaren mailan kokatutako masa kilogramo bat erakartzeko duen indarra.

$$1 \text{ kp} = 1000 \text{ p (pond)}.$$

$$1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$$

Azalera batean egiten den esfortzua neurtzeko, kg-indarra zentimetro karratuko unitatea erabiltzen da, kg f/cm^2 .

4.2 Indarren eta mugimenduen arteko erlazioa

Aurreko atalean ikusi bezala, objektu batek, haren pausagune-, higidura- edo deformazio-egoera aldatzeko, akzio jakin bat pairatu behar du, hots, indarra. Zenbat eta indar handiagoa aplikatu objektuari, orduan eta mugimendu edo deformazio handiagoa gertatuko da. Hortaz, argi dago lotura estua dagoela ezarritako indarren eta sortutako mugimendu edo deformazioaren artean. Newtonen hiru legeen printzipioetan oinarritzen da erlazio hori:

- ✓ Inertzia-printzipioa
- ✓ Azelerazio-printzipioa
- ✓ Akzio-erreakzioen printzipioak

Inertzia-printzipioa

Edozein gorputzek pausagune- edo higidura-egoeran jarraituko du haren gain aplikatutako indarrek elkar orekatzen badute edo haren gainean ez bada indarririk ezartzen.

Ibilgailu bat gidatzen goazela bat-batean galgatuz gero, bidaiariaren gorputza aurrerantz mugitzen da. Hori gertatzen da gorputzak ibilgailuaren mugimendu berdina zeramalakoa, eta galgatzean, ibilgailua geratu egiten da, baina gorputzak ordura arte zuen mugimendua mantentzeko joera du, eta horregatik aurrerantz desplazatzen da (4.6 irudia).

Ibilgailuak bat-batean azeleratzen badu, aldiz, gorputzak atzerantz joateko joera du. Kasu horretan gure gorputza pausagunean dagoela, ibilgailuak aurreranzko mugimendu azkarra hasten du, baina gorputzaren joera pausagunean jarraitzea da, ez ibilgailuaren mugimendua jarraitzea, eta, ondorioz, atzerantz desplazatzen da.



4.6. irudia.

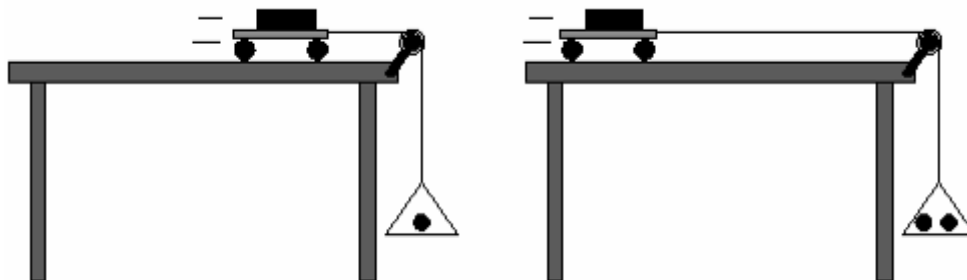
Materiaren mugimendu- edo pausagune- egoera mantentzeko joera horri inertzia deritzo.

Karrozeriaren diseinuan gehien aztertzen den faktoreetako bat da efektu hori. Izan ere, 48 km/h-ko abiaduran doan ibilgailu batek horma baten kontra talka eginez gero bidaiariak dezelerazio bat pairatzen baitute, eta dezelerazio hori suziri espazial batek aireratzean duen azelerazio-indarra baino hamar aldiz handiagoa izan daiteke. Hortaz, era mailakatu eta kontrolatuan deforma daitezkeen karrozeriak aztertzea garrantzitsua da (aurreko atalean azaldu bezala), ahalik eta energia gutxiena transmititzeko bidaiariei. Segurtasun-gerrikoek ere zeregin garrantzitsua dute bidaiariengan sortzen den inertzia-indarra orekatzen.

Azelerazio-printzipioa

Gorputz batek duen azelerazioa azelerazio hori sortzen duen indarrarekiko proportzionala da.

Printzipio horrek ezartzen duenez, zenbat eta handiagoa izan eragindako indarra, orduan eta handiagoa da gorputzak hartzen duen azelerazioa. Baieztapen hori ulertzeko, adibidetzat har daiteke pisu batekin kargatutako plataforma txiki bat, erortzean plataformatik tiratzen duen pisu batek harengan eragiten duen indarragatik desplazatzen dena (4.7 irudia). Plataformak azelerazio jakin bat hartzen du, eta denbora-tarte jakin batean distantzia bat desplazatzen da. Prozesua errepikatzen bada plataformatik tiratzen duen pisua bikoiztuta, denbora-tarte berean distantzia bikoitza egiten duela ikus daiteke, eta horrek erakusten du azelerazioa ere bikoizten dela. Hau da, plataformak hartzen duen azelerazioa eragindako indarrarekiko zuzenki proportzionala da beti. Aplikatutako indarra plataformak hartzen duen azelerazioaz zatituz gero, beti emaitza konstantea lortzen dela ikus daiteke:



4.7. irudia.

$$F_1/a_1 = F_2/a_2 = K$$

Non K erlazio konstantea den, gorputz bati aplikatutako indarra sortzen den azelerazioaz zatitzean lortzen dena. Gorputzaren masa inerte deritzo, eta "m" hizkiak adierazten da.

Plataformaren esperimentua errepikatuz, baina oraingoan masa handituta, ikus daiteke azelerazioak desberdinak direla, baina beti mantentzen dela magnitude bien arteko proportzionaltasuna.

Horren arabera:

$$F/a = m \text{ non } F=m \cdot a$$

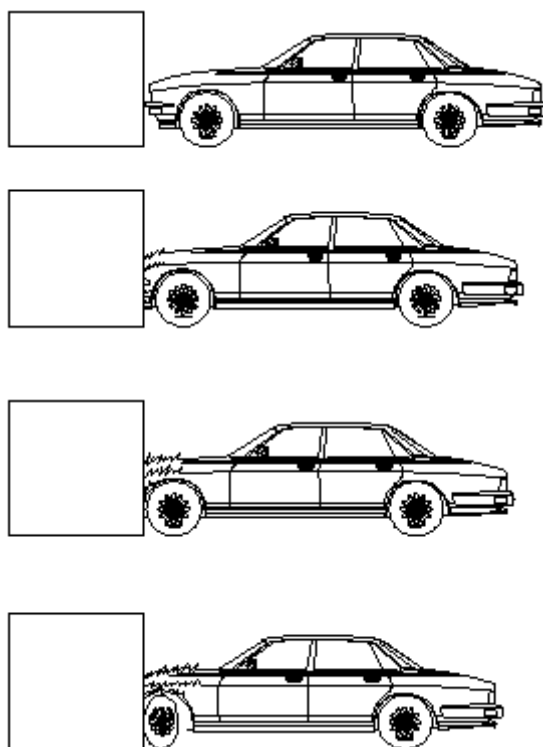
Espresio hori dinamikaren oinarritzko ekuazioa da.

Akzio-erreakzioen printzipioak

Gorputz batek beste batengan indar bat eragiten duen bakoitzean, bigarrenak beste indar batekin erreakzionatzen du (erreakzioa), eta indar hori lehenengoaren berdina da magnitudean eta norabidean, baina kontrako noranzkoa du.

Printzipio horretatik ondorioztatzen da indarrak bikoteka aritzen direla. Adibidez, patinatzaile bat horma bat bultzatzen saiatzen bada irristailuak jarrita, atzerantz desplazatuko da. Hormaren kontra esfortzua egitean, bere gain ere esfortzu bera egiten ari da, baina kontrako noranzkoan, eta lurra-erreakzio murriskadura minimoa denez irristailuen ondorioz, atzerantz mugimendua gertatzen da. Era berean erreakzio-hegazkintan ikus daiteke printzipio hori: turbinetatik atzerantz ateratzen diren gasak akzio-indarra dira, eta sortzen den erreakzio-indarrak aurrerantz bultzatzen du hegazkina.

Printzipio hori ikus daiteke halaber ibilgailu batek horma baten kontra talka egiten duenean: ibilgailuak hormaren kontra eragiten duen indarrak hasieran magnitude eta norabide bereko baina kontrako noranzkoa duen indar bat sortzen du, eta indar horren magnitudearen parte bat karrozeriaren deformazioak xurgatzen du. Eragindako gainerako indarrak ibilgailuaren desplazamendua eragiten du kontrako noranzkoan (4.8 irudia).

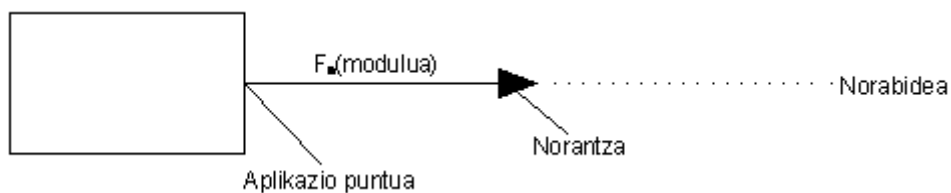


4.8. irudia.

4.3 Indarraren bektore-izaera

Gezi bat arku batetik botatzen denean, botatzen den indarraz gain garrantzitsua da, helburua jotzeko, ondo apuntatzea, hau da, norabide eta noranzko egokian joan behar du. Billar-jokoan ere ikus daiteke aplikatutako indarraren efektuak ez direla bakarrik intentsitatearen arabekoak: bolak nahi den desplazamendua egin dezan, beharrezkoa da bultzada eragitea norabide eta noranzko egokietan eta bolaren puntu egokian.

Aurreko esperientziak ikusita, esan dezakegu indar bat honako hauek osatzen dutela (4.9 irudia):



4.9. irudia.

- ✓ *Intentsitatea edo modulua*: indarraren balio numerikoa da.
- ✓ *Aplikazio-puntua*: indarra aplikatzen den puntua da.
- ✓ *Norabidea*: indarra eragiten den lerro zuzena da.
- ✓ *Noranzkoa*: indarra zuzentzen den aldea da. Edozein lerro zuzenetan bi noranzko daude, lerroaren mutur bakoitzerantz bat.

Indar baten elementuak definituta, bektoreen errepresentazio bera har dezakeela ondoriozta daiteke, hau da, segmentu zuzen orientatu baten eran irudikatu daiteke. Lerroaren geziak noranzkoa adierazten du, luzerak, modulua edo intentsitatea; eta segmentuaren hasiera-puntua indarraren aplikazio-puntua da.

4.4 Indar-sistemak

Indar-sistema deritza gorputz batengan aldi berean eragiten duten indarren multzoari. Oro har, indar-multzoaren efektu bera eragiten duen indar bakar bat sortzen da, sistemaren indar erresultante deritzona. Bestalde, indar erresultantetik abiatuta, indarra deskonposa daiteke, eta aldi berean eraginda efektu bera sortzen duten beste indar batzuk atera daitezke.

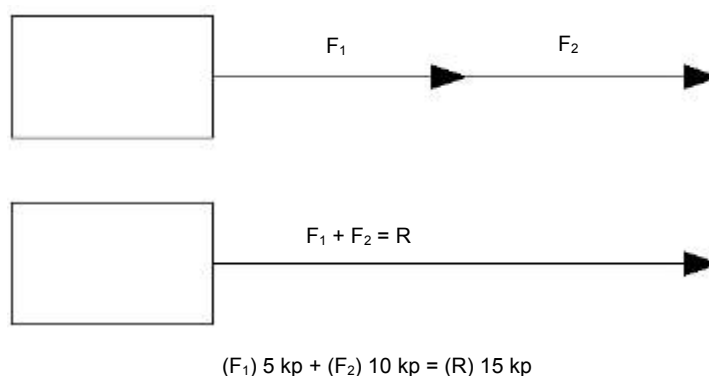
Hainbat indarrek gorputz batengan eragiten dutenean, efektu desberdina sortzen dute intentsitatearen, norabidearen, noranzkoaren eta aplikazio-puntuaren arabera. Hainbat kasu egon daitezke, esate baterako:

- ✓ Norabide bereko indarrak
- ✓ Indar angeluarrak
- ✓ Norabide paraleloko indarrak

4.5 Norabide bereko indarrak

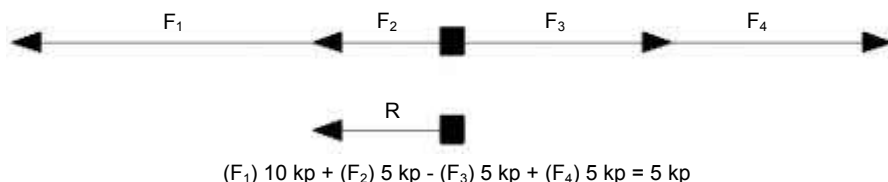
Indar-sistema hau, era beran, bi eratan ager daiteke:

Noranzko bereko indarrak: adibidez, hainbat pertsonak soka batetik aldi berean tiratzen dutenean, objektu bat arrastaka eramateko (4.10 irudia). Indar erresultantea aplikatutako indarren intentsitateen batura da, eta horien norabide eta noranzkoa izango du.



4.10. irudia.

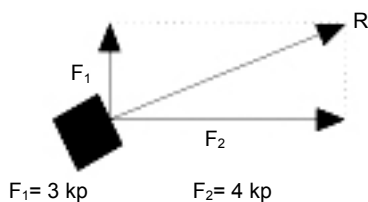
Kontrako noranzkoko indarrak: horren adibide da bi pertsona-taldek aldi berean soka batetik tiratzen dutenean, baina elkarren kontrako noranzkoan. Indar erresultantea aplikatutako indarren intentsitateen diferentzia da, eta handienaren noranzkoa hartuko du. Talde bietan aplikatutako indarren intentsitatea berdina izatekotan, erresultantea nulua izango da (4.11 irudia).



4.11. irudia.

4.6 Indar angularrak

Objektu baten puntu berean angelu bat eratuz eragiten diren bi indar dira. Haien erresultantearen norabidea eta noranzkoa indar bakoitzaren muturrean sistema eratzen duten indarrekiko bektorialki berdinak diren lerro paraleloak irudikatzean sortzen den paralelogramoaren diagonalaren berdinak dira (4.12 irudia). Indarrak haien artean perpendikularrak izatekotan, erresultantearen intentsitatea edo modulua Pitagorasez teorema aplikatuta lortzen da:

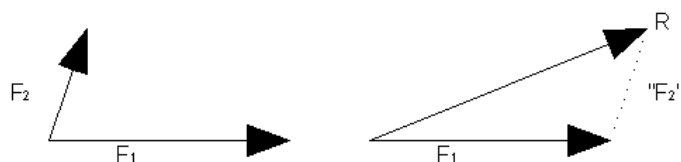


$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 \rightarrow 3^2 \text{ kp} + 4^2 \text{ kp} = 5^2 \text{ kp} \rightarrow R = 5 \text{ kp}$$

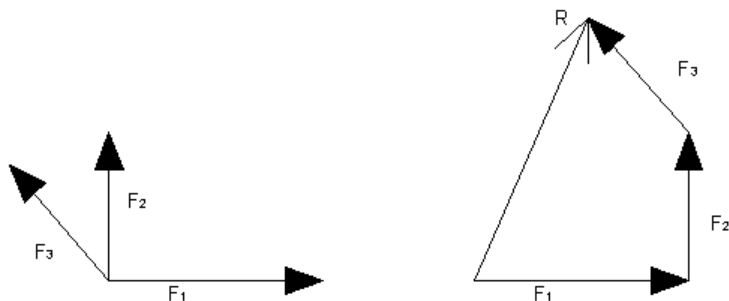
4.12. irudia.

Bektorialki ebatz daiteke indarren batura ere indar bat bestearen ondoan kokatuta, bakoitzaren norabideak errespetatuz eta lehenengo indarraren jatorria azkenaren amaierarekin lotuta (4.13 irudia).

Sistema horri “poligonoaren metodoa” deritzo, eta baliagarria da indar-sistemak ebazteko ere hainbat indar aldi berean aplikatzen direnean (4.14 irudia).



4.13. irudia.



4.14. irudia.

4.7 Norabide paraleloko indarrak

Orain arte azaldutako adibideak gorputzaren puntu jakin batean aplikatutako indarrei buruzkoak dira, baina baliteke gorputz batean eragiten duten indarrek paraleloki eragitea hainbat aplikazio-puntutan, eta bi kasu izan daitezke:

- ✓ *Indar paraleloak noranzko berean*
- ✓ *Indar paraleloak kontrako noranzkoan*

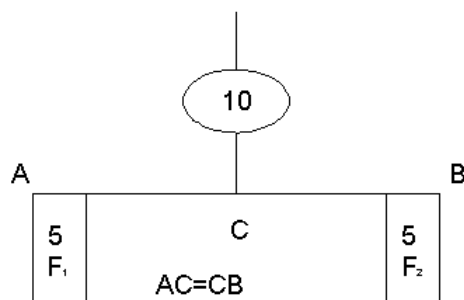
Noranzko berean

Erdiko partean dinamometro batetik zintzilik dagoen metalezko barra bati (4.15 irudia) intentsitate berdineko bi indar paralelo distantziakide aplikatzen bazaizkio, barra orekan dagoela eta dinamometroak aplikatutako indar bien batura erakusten duela ikus daiteke, eta baieztatzen da F_1 indarra eta AC distantziaren arteko biderkadura beste indarraren eta bere distantziaren arteko biderkaduraren berdina dela.

Indarren intentsitateak berdinak ez badira, ordea, oreka lortzeko, beharrezkoa da erresultantearen aplikazio-puntua aurreko ekuazioa betetzeko moduko distantzian kokatuta egotea:

$$F_1/F_2 = CB/CA$$

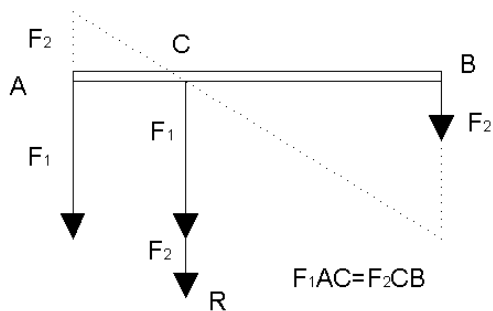
Indar mota horien ebazpen bektoriala (4.16 irudia) egiten da F_2 indar-bektorea F_1 -en luzatuz, baina kontrako noranzkoan, eta aldi berean F_2 indar-bektorea F_1 -en luzera berdina izan arte luzatuz. Luzapen bien muturrak elkartuta, indarrek eragiten duten barrarekiko ebakidura lortzen da, eta ebakidura horrek ematen du erresultantearen aplikazio-puntua; hots, indar bien batura izango da eta noranzko berdina izango du.



$$F \cdot AC = F_2 \cdot CB$$

$$F/F_2 = CB/AC$$

4.15. irudia.



4.16. irudia.

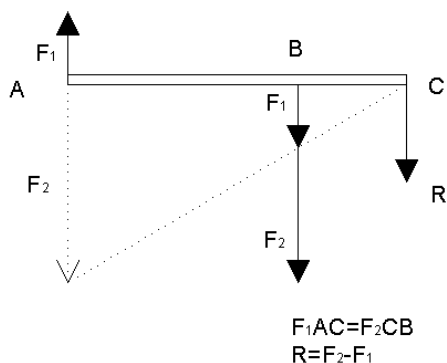
Kontrako noranzkoan

Era paraleloan baina elkarren kontrako noranzkoan eragiten duten indarrak dira. Haien erresultantearen modulua bien arteko kendura izango da, handienaren noranzkoa duena. Aplikazio-puntua AB indar biak lotzen dituen segmentutik kanpo dagoen puntu batean egongo da, eta ekuazio hau beteko da (4.17 irudia):

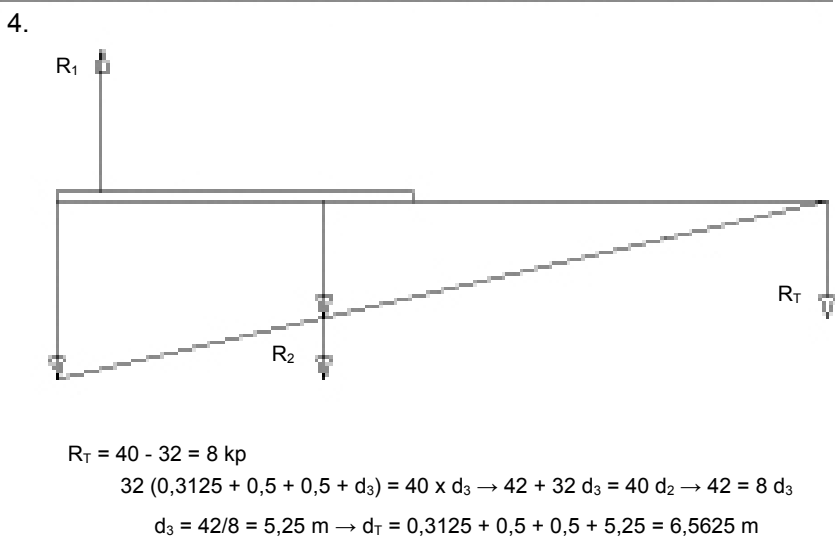
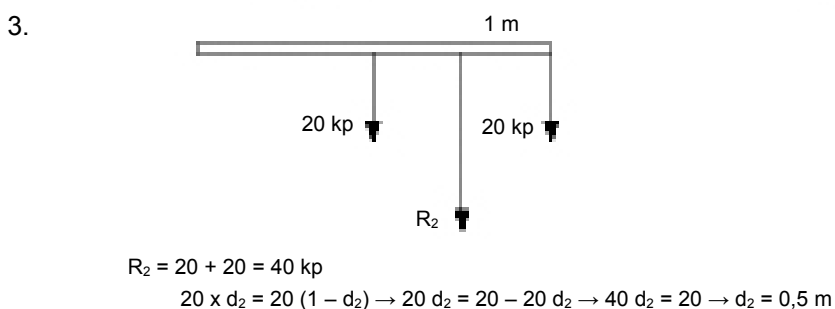
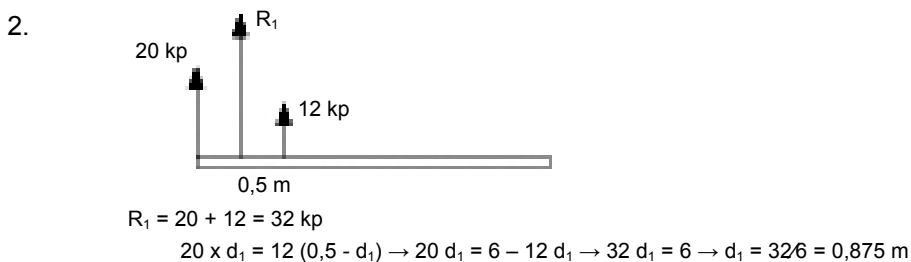
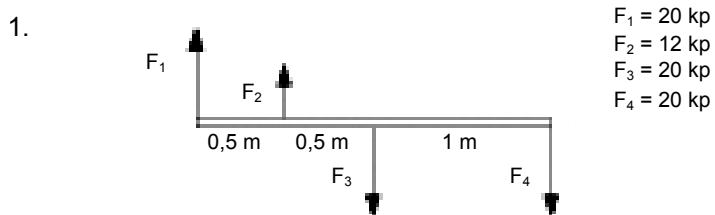
$$F_1 AC = F_2 CB$$

Indar mota horren ebazpen bektoriala egiten da F_2 indar-bektorea F_1 -n luzatuz, baina kontrako noranzkoan, eta aldi berean noranzko berean F_1 F_2 -n gainjarriz. F_1 luzapena F_1 -en F_2 -ren gaineko gainjarpenarekin lotzen duen zuzenak aplikazio-zuzenaren luzapena moztuko du, eta horrek emango du erresultantearen aplikazio-puntua.

Bi indar paralelo baino gehiago daudenean, lehenengo, horietako biren erresultantea kalkulatzen da, aurreko adibidean adierazi bezala. Ondoren, erresultantea hirugarrenarekin osatzen da, eta horrela jarraitu behar da azken erresultantea lortu arte (4.18 irudia).



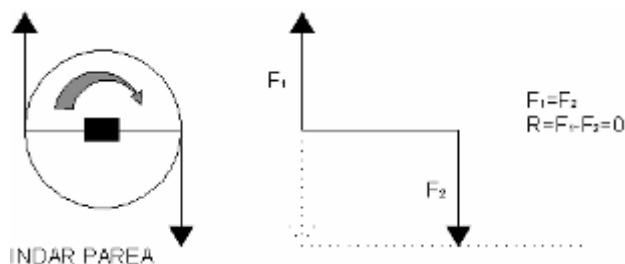
4.17. irudia.



4.18. irudia.

Indar-parea

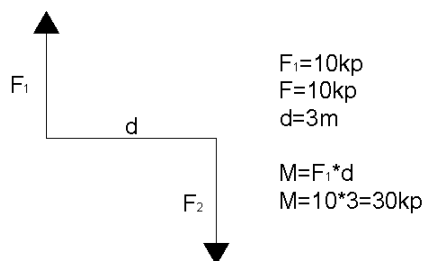
Indar-sistema intentsitate bereko baino kontrako noranzkoko eta aplikazio-puntu desberdineko bi indar paraleloz osatuta badago, indar-parea deritzo (4.19 irudia).



4.19. irudia.

Erresultantea kalkulatzean, nulua dela ikus daiteke, baina horrek ez du esan nahi haren efektuak ere nulua direnik, kasu horretan errotazio-mugimendua gertatzen baita. Indar-sistema hori azaltzeko ohiko adibidea da ibilgailu baten bolantea biratzen denean egiten dena; esku bakoitzak intentsitate berdineko indar bat eragiten du, baina kontrako noranzkoan, eta bolantea birarazten da.

Sistema horren ezaugarriak garrantzitsuena bere momentua da. Momentua da indar biren arteko distantziaren eta haietako baten intentsitatearen arteko biderkadura (4.20 irudia). Indar-pare baten momentuak haren biratze-indarra adierazten du, eta baliokideak dira momentu berdina duten pare guztiak, nahiz eta haien eratzten dituzten indarren intentsitateak desberdinak izan. Esate baterako, elkarren artean 3 m-ko distantzia duten 10 kp-eko bi indarrez osatutako indar-pare bat eta 2 m-ko distantziara egiten diren 15 kp-eko bi indarrek osatzen dutena baliokideak dira, bietan haien momentu erresultantea 30 kp·m delako.



4.20. irudia.

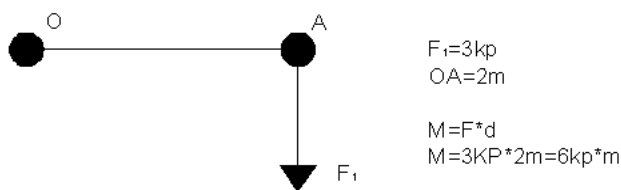
4.8 Indar baten momentua

Atal honen hasieran indarraren definizioa gogorazi genuen:

Indarra objektu baten pausagune- edo higidura-egoera aldatzen duen edo deformazioa sortzen duen edozein ekintza edo kausa da.

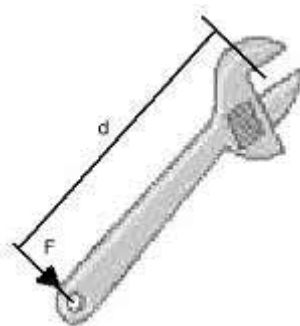
Indar batek sor dezakeen mugimendua normalean translaziokoa bada ere, aurreko atalean biratze-mugimendua ere sor dezakeela ikusi da, eta horren efektuak beste magnitude batez neurtzen dira:

Magnitude horri “indar baten momentua” deritzo, eta aplikatutako indarraren intentsitatearen eta aplikatutako indarraren eta biratze-ardatzaren arteko distantziaren biderkadura da (4.21 irudia).



4.21. irudia.

Biratze-magnitude hori zuzenki proportzionala da ardatzaren eta aplikatutako indarraren arteko distantziarekiko. Nahiko gogor estututa dagoen torloju bat lasaitu behar izanez gero, adibidez, indar gutxiago egin beharko dugu palanka handiko giltza bat erabiltza giltza bera palanka txikiagoaren erabiltza baino, orduan askoz indar gehiago egin beharko dugu eta (4.22 irudia).



4.22. irudia.

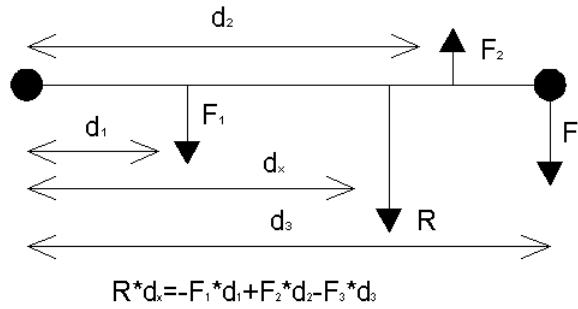
Biratze-noranzkoaren arabera, biratzea positiboa (+) edo negatiboa (-) izango da: positiboa erlojuaren orratzen kontrako noranzkoan biratuz gero, eta negatiboa noranzko berean biratuz gero.

Torlojuen bidez lotutako elementuen loturetan, ezinbestekoa da magnitude hori neurtzea torloju bakoitzean elementu batek bestearen kontra eragiten duen presioa kontrolatzeko. Magnitude hori kontrolatzeko, giltza dinamometrikoa erabiltzen da; ezinbesteko tresna da ibilgailu autopropulstuen sektorean (4.23 irudia).

Hainbat puntutan zenbait indar aplikatzen badira, aplikatzen den indar bakoitzak bere momentua izango du sortutako biratze-puntuaren arabera, eta biratze-efektua momentuen batura algebraikoaren menpekoa izango da. Aplikatutako indar guztiak beste batekin (erresultantea) ordezkatu daitezke, betiere aplikazio-distantziaz biderkatuta momentu guztien batura algebraikoaren berdina bada (4.24 irudia).

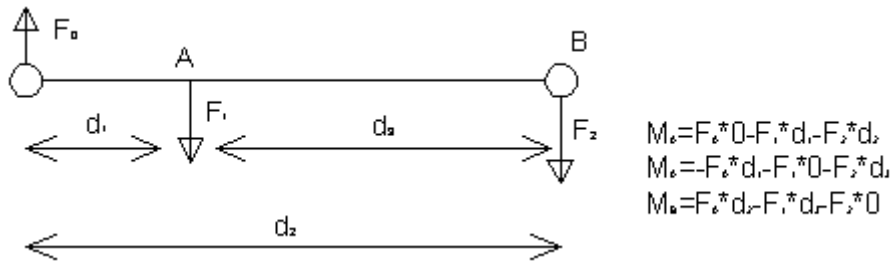


4.23. irudia.



4.24. irudia.

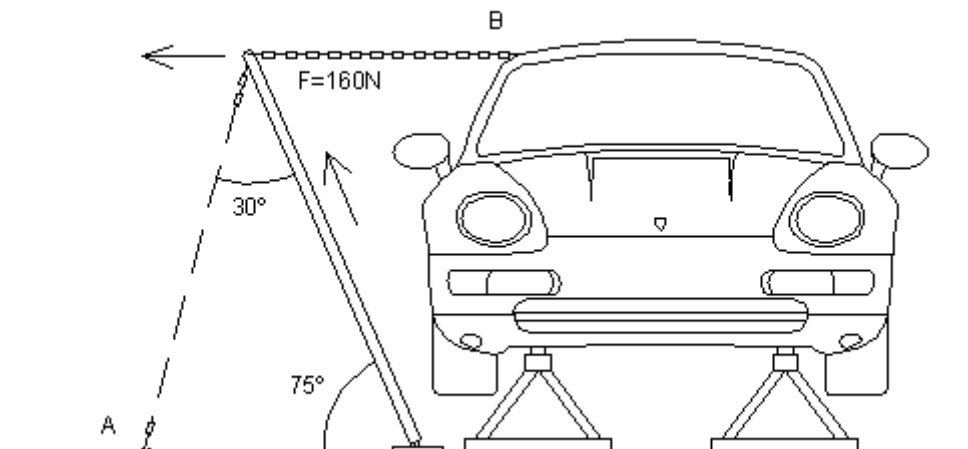
Edozein indar-sistematan, momentu erresultantea aukeratutako biratze-puntuaren arabera da. Aurreko adibidean, O puntua erreferentziatuz hartuz kalkulatu da momentua, baina beste puntu batzuekiko ere kalkula daiteke. Kasu horretan momentuaren magnitudea desberdina izango da, baina beti beteko da emandako ekuazioa (4.25 irudia).



4.25. irudia.

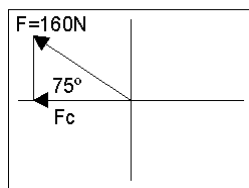
4.9 Ariketa praktikoak

1. Kalkulatu karrozeriaren B puntuan egiten den indarra eta A ainguraketa-puntuak jasan behar duena, 4.26 irudian agertzen diren parametroen arabera.



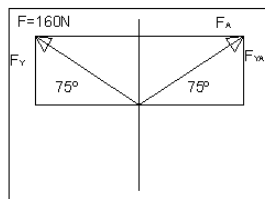
4.26. irudia.

a) B puntuan eragiten den indarra



$$\begin{aligned} \cos 75^\circ &= F_c / F \\ F_c &= F \cdot \cos 75^\circ \\ F_c &= 160 \cdot \cos 75^\circ \\ F_c &= 41.41 \text{ N} \end{aligned}$$

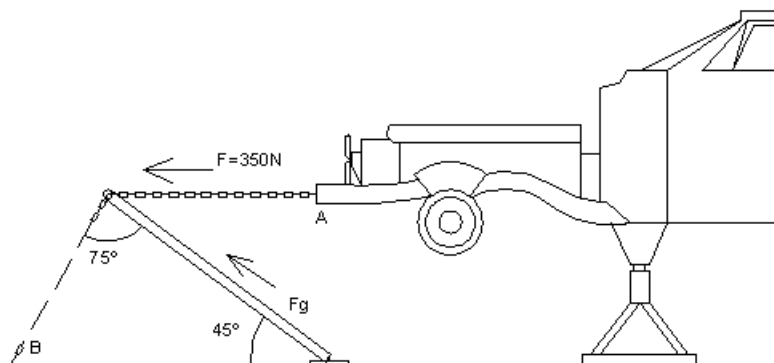
b) A ainguraketa-puntuak jasan behar duen indarra.



$$\begin{aligned} \sin 75^\circ &= F_y / F \\ F_y &= F_{va} \\ \sin 75^\circ &= F_{va} / F_A \\ F_y / F &= F_{va} / F_A \end{aligned}$$

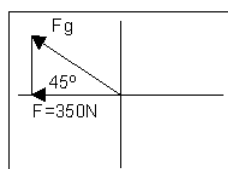
$$F_A = F \cdot F_{va} / F_y \rightarrow F_A = F = 160$$

2. Kalkulatu katu hidraulikoak egin behar duen indarra 350 N-eko tiraldia egiteko A ainguraketa-puntuan eta B ainguraketak jasan behar duen indarra (4.27 irudia).



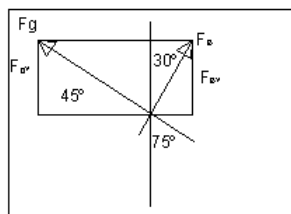
4.27. irudia.

a) Kalkulatu katu hidraulikoan egin behar den indarra 350 N-eko tiraldia egiteko A puntuan



$$\begin{aligned} \cos 45^\circ &= F / F_g \\ F_g &= F / \cos 45^\circ = 350 / \cos 45^\circ \\ F_g &= 494.97 \text{ N} \end{aligned}$$

b) B ainguraketak jasan behar duen indarra



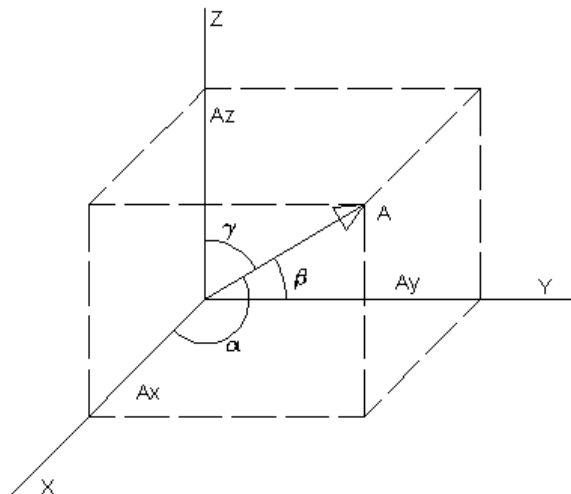
$$\begin{aligned} \text{Sen}45^\circ &= F_{gY}/F_g \\ F_{gY} &= F_g * \text{Sen}45^\circ \\ F_{BY} &= F_{gY} \\ \text{Cos}30^\circ &= F_{BY}/F_B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_B &= F_g * \text{Sen}45^\circ * \text{Cos}30^\circ = 494.97 * \text{Sen}45^\circ / \text{Cos}30^\circ = 349.99 / \text{Cos}30^\circ = 404.14\text{N} \\ F_B &= 404.14\text{N} \end{aligned}$$

4.10 Indar-sistemak espazioan

OA bektoreak adierazten duen indar bat espazioan dagoela esaten da bektoreak koordinatu angeluzuzeneko sistema bateko hiru ardatzetan baditu osagaiak.

Bektore bat hiru ardatz angeluzuzenetan proiektatzen badugu (4.28 irudia), ikus daiteke bektore hori paralelepipedoaren diagonalak dela; hain zuzen, paralelepipedoaren ertzak bektorearen ardatzetako proiektzioak dira. Bektoreari A izena eman zaio eta A_x, A_y, A_z , aldiz, x, y, z ardatzetako haren proiektzioen balio numerikoei. Hortaz, ondoriozta daiteke edozein bektore hiru zenbakiren bitartez defini daitekeela, bektorearen proiektzioek haren modulua, norabidea eta noranzkoa ematen baitute.



4.28. irudia.

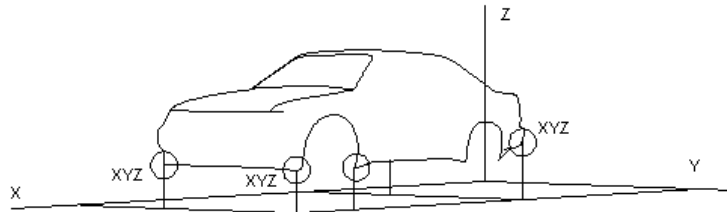
Ibilgailuaren karrozeriaren dimentsio-puntuak ere x, y, z ardatzetako proiektzioei dagozkien hiru zenbakiren bidez adierazten dira (4.29 irudia).

Bektoreek ardatz kartesiar bakoitzarekin osatzen duten angeluen kosinuei kosinu zuzentzaile deritze. Bektorearen norabidea definitzen dute espazioan, eta bektoreak ardatz kartesiar bakoitzarekin osatzen duen angelua ematen dute (4.30 irudia).

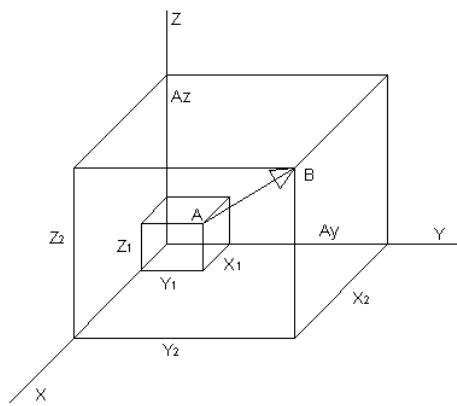
$$A_x = A \cos \alpha \text{ (alfa)}$$

$$A_y = A \cos \beta \text{ (beta)}$$

$$A_z = A \cos \gamma \text{ (gamma)}$$



4.29. irudia.



4.30. irudia.

Δ (delta) bektorearen modulua da:

$$\Delta = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

Bektore bat bi puntuk ere defini dezakete espazioan. Izan bitez A eta B puntuak espazioan, eta horien koordinatuak hauek dira:

$$A (X_1, Y_1, Z_1)$$

$$B (X_2, Y_2, Z_2)$$

AB bektorea (4.30 irudia) muturreko koordinatuek ken jatorrikoek ematen du:

$$\vec{AB} = (X_2, Y_2, Z_2) - (X_1, Y_1, Z_1) = X_2 - X_1, Y_2 - Y_1, Z_2 - Z_1$$

\vec{AB} bektorearen modulua kalkulatzeko, pauso hauek jarraitu behar dira:

Izan bitez $A = 3, 2, 1$ (jatorria) eta $B = 2, -1, 0$ (muturra)

$$\vec{AB} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2} = \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2 + \Delta_z^2} = \Delta$$

$$\vec{AB} = \sqrt{(2 - 3)^2 + (-1 - 2)^2 + (0 - 1)^2}$$

$$\vec{AB} = \sqrt{(-1)^2 + (-3)^2 + (-1)^2}$$

$$\vec{AB} = \sqrt{11}$$

Kosinu zuzentzaileak honela ematen dira:

$$A_x = A \cos \alpha \rightarrow \cos \alpha = A_x/A = -1/\sqrt{11} \Rightarrow \text{Bektoreak eta OX ardatzak eratutako angelua}$$

$$A_y = A \cos \beta \rightarrow \cos \beta = A_y/A = -3/\sqrt{11} \Rightarrow \text{Bektoreak eta OY ardatzak eratutako angelua}$$

$$A_z = A \cos \gamma \rightarrow \cos \gamma = A_z/A = -1/\sqrt{11} \Rightarrow \text{Bektoreak eta OZ ardatzak eratutako angelua}$$

Kosinu zuzentzaileekin, bektoreen angeluak kalkulatu dira ardatz kartesiarrekiko, eta hori baliagarria izango zaigu trakzio-tiraldien norabideak ezarri eta egitura eratzeko.

Bektore-eragiketak espazioan

BATURA: $\vec{V}_1 + \vec{V}_2 = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2)$

KENDURA: $\vec{V}_1 - \vec{V}_2 = (a_1 - a_2, b_1 - b_2, c_1 - c_2)$

BIDEREKADURA ESKALARRA: $\vec{V}_1 \cdot \vec{V}_2 = (a_1 \cdot a_2 + b_1 \cdot b_2 + c_1 \cdot c_2) = (\text{zenbakia})$

(non α \vec{V}_1 eta \vec{V}_2 -ren arteko angelua den) $|\vec{V}_1| \cdot |\vec{V}_2| \cdot \cos \alpha$

BIDEREKADURA BEKTORIALA: $V_1 \wedge V_2$ (antitrukakorra da) $V_1 \wedge V_2 = -(V_2 \wedge V_1)$

$$\vec{V}_1 \wedge \vec{V}_2 = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix}$$

$$a_2 b_3 \vec{i} + b_1 a_3 \vec{j} + a_1 b_2 \vec{k} - \left[b_1 a_2 \vec{k} + b_2 a_3 \vec{i} + a_1 b_3 \vec{j} \right] = \text{bektorea}$$

Biderkadura bektorialaren modulua hau da:

$$|\vec{V}_1| \wedge |\vec{V}_2| = V_1 \cdot V_2 \cdot \sin \alpha$$

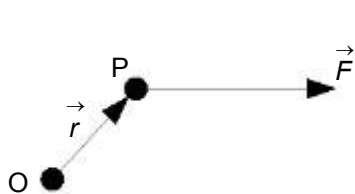
$$|\vec{V}_1| = \vec{V}_1 \text{-en modulua} = V_1$$

MOMENTUA KALKULATZEA:

Indar baten momentua espazioan egindako lana adierazten duen magnitude bektoriala da ($F \times d$).

Analitikoki: $\vec{M} = \vec{r} \wedge F$

Grafikoki (4.31 irudia):



$$\vec{r} = \vec{OP} = P - O = (P_1, P_2, P_3) - (O_1, O_2, O_3) = (P_1 - O_1), (P_2 - O_2), (P_3 - O_3)$$

$$\vec{F} = (F_x, F_y, F_z)$$

$$\vec{M} = \vec{OP} \wedge \vec{F} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ P_1 - O_1 & P_2 - O_2 & P_3 - O_3 \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$$

4.31. irudia.

Adibidea:

Kalkulatu \vec{F} (1, 2, 3) indarraren momentua O (-1, 3, -2) puntuarekiko, indarraren aplikazio-puntua P (0, 1, 2) dela kontuan izanik.

$$\vec{r} = \vec{OP} = P - O = (0, 1, 2) - (-1, 3, -2) = (1, -2, 4)$$

$$\vec{M}_O = \vec{r} \wedge \vec{F} = \vec{OP} \wedge \vec{F} = \begin{vmatrix} 1. & & 3. \\ \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 1 & -2 & 4 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1. & 2. & 3. \\ 2. & & 3. \end{vmatrix}$$

$$= -2 \cdot 3\vec{i} + 4 \cdot 1\vec{j} + 2 \cdot 1\vec{k} - \left[-2 \cdot 1\vec{k} + 2 \cdot 4\vec{i} + 1 \cdot 3 \cdot \vec{j} \right] = -1\vec{i} + \vec{j} + 4\vec{k}$$

Momentuaren modulua bi eratara atera daiteke:

- a. \vec{M}_O -ren modulua kalkulatu.

$$\vec{M}_O = -14\vec{i} + \vec{j} + 4\vec{k}$$

$$M_O = \sqrt{14^2 + 1^2 + 4^2} = \sqrt{196 + 1 + 16} = \sqrt{213}$$

- b. \vec{OP} -k \vec{F} -rekin eratzen duen angelua jakinez gero, biderkadura bektorialaren modulua kalkulatu.

$$|\vec{OP} \wedge \vec{F}| = |\vec{OP}| \cdot |\vec{F}| \cdot \sin \alpha \quad (\alpha = \text{OP-k F-rekin eratzen duen angelua})$$

$$\sin \alpha = \frac{|\vec{OP} \wedge \vec{F}|}{|\vec{OP}| \cdot |\vec{F}|}$$

$$\vec{OP} = (1, 2, 4) \quad |\vec{OP}| = \sqrt{1^2 + (-2)^2 + 4^2} = \sqrt{21}$$

$$\vec{F} = (1, 2, 3) \quad |\vec{F}| = \sqrt{1^2 + 2^2 + 3^2} = \sqrt{14}$$

$$\sin \alpha = \frac{|\vec{OP} \wedge \vec{F}|}{|\vec{OP}| \cdot |\vec{F}|} = \frac{\sqrt{213}}{\sqrt{21} \cdot \sqrt{14}} = 0,3823$$

$$\alpha = \arcsin 0,3823 = 22^\circ 25'$$

Autoebaluazioa

- ✓ Deskribatu indar bat konposatzen duten elementuak.
- ✓ Zer da indar baten momentua?
- ✓ Zer dira indar angeluarrak?
- ✓ Nola definitzen da bektore bat espazioan?
- ✓ Deskribatu Newtonen hiru legeak.
- ✓ Adierazi zein diren gaur egun ezagutzen diren oinarrizko lau indarrak.

Proposatutako ariketak

- ✓ Ebatzi bektorialki grafikoan agertzen diren hiru indarren batura.
- ✓ Garatu kontrako noranzkoko indar paraleloen sistema bat, eman indar bakoitzari balio bat eta kalkulatu indar erresultantea.
- ✓ Kalkulatu honako ariketa honen momentua.