

# 1. MATERIALEN EZAUGARRIAK

---

Materialek dituzten ezaugarri kimiko, fisiko eta mekanikoek oso eragin handia dute edozein soldadura-lanetan. Hori guztia, hainbat prozesu erabiliz, metal desberdinen soldadura aztertzen denean garbi ikusten da.

## 1.1. EZAUGARRI KIMIKOAK

Korrosio, oxidazio eta erredukzio fenomenoetan eragina izaten duten ezaugarriak dira. *Korrosioa*, kanpoko giroaren edo errektibo baten eraginez, metalen eta aleazioen gainazalean gertatzen den aldakuntza da, alegia, atmosferak dituen elementuek eragiten duten suntsipen jarraitua. *Oxidazioa* substantzia bat oxigenoarekin konbinatzea edo bere oxigeno-atomoen kopurua handiagotzea da. Metalak oxigenoarekin batzen direnean oxido metalikoak osatzen dira. *Erredukzioa* konposatu batek oxigenoa galtzea edo hidrogenoa hartzea da. Oxidazioaren kontrako fenomeno da, atmosfera-kutsadurak eragiten dituen ondorio txarrak ekiditeko urtze-bainuaren ingurutik oxigenoa kentzeko egiten den lana.

Edozein soldadura-egoeratan oxigenoa oso elementu errektiboa dela gogoratzea beharrezkoa da. Metal batekin kontaktua egiten duenean, tenperatura altuetan bereziki, soldadura-lana eragozten duten gas eta oxido kaltegarriak sortzen dira. Hala, soldaduraren arrakasta, neurri handi batean, urtze-bainutik oxigeno-kutsadura ekiditeko gaitasunaren menpe dago.

- **Korrosioa.** Metal baten propietateetatik, soldatzaile batentzat garrantzitsuena korrosioa ekiditeko duen ahalmena da, suntsi ez dadin metalak duen korrosio-erresistentzia, hain zuzen ere.

Aireak eta urak, denboraren poderioz, metalak desegin ditzakete eta kalte larriak sortu.

Korrosioaren eraginak, orokorrean, berotzearekin handitzen dira. Hala ere, norma-lean giro-tenperaturan gertatzen den prozesua da. Korrosio-erarik ezagunena metalak oxigenoarekin erreakzionatzen duenean gertatzen da. Bertan metal oxidoak sortuko dira. Suntsipen horrek denborarekin burdina guztia burdina oxido bihurtuko du.

Zubiak eta beste eraikuntza-egiturak, noizean behin, oxidazioaren aurka babesteko birmargotu egin behar dira; bestela, metal-galtzeak egitura osoa asko ahul dezake.

- **Oxidazioa.** Metal batzuetan oxidatze-prozesua oso azkarra da, eta gertatzen den erreakzio kimikoak beroa sortzen du. Bero hori nahikoa da metala erabat kontsumitu arte erreakzioa mantentzeko. Goi-tenperaturetan (oxiebaketa-prozesuan) efektu hori oso garbia da.

Aluminioa giro-tenperaturan azkar oxidatzen da, baina gertatzen diren efektuak ezberdinak dira: aluminio oxidoak metalaren gainazalean geruza ikusezina eratzen du (alumina-geruza) eta horrek erreakzioa aurreratzetik babesten du.

Nikela eta kromoa aleazio-elementu bezala erabiltzen ditugunean, altzairu herdoilgaitzak lortzen dira. Ez dute oxigenoarekin erreakzionatzen, ezta goi-tenperaturetan ere.

Batzuetan, erresistentzia handiko eta kostu txikiko metalak babesteko, galbanizazio-teknika edo estaldura elektrolitikoak erabiltzen dira.

Korrosioaren bidez metala galtzeko arriskua beti dago, eta edozein produktu metalikoren ekoizpenean adi egon behar zaio alderdi horri.

Soldatzaileak oxidazio-erresistentzia handiko materialak ezagutu eta soldadura-prozesuetan korrosioaren ondorioak kontrolatu behar ditu.

## 1.2. EZAUGARRI FISIKOAK

Soldatzeko beharrezkoa den berotze-lana egiten dugunean, metalak duen portaera definitzen dute. Horien artean, garrantzitsuenak ondorengo hauek dira: *urtze-tenperatura, bero-eroankortasuna eta ale-egitura.*

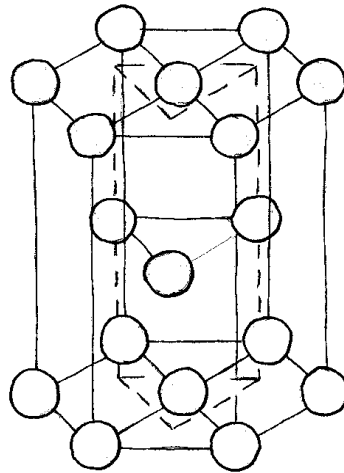
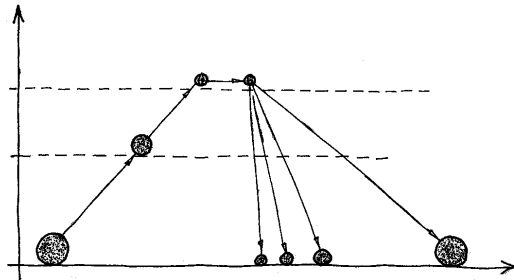
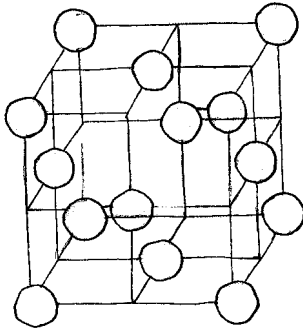
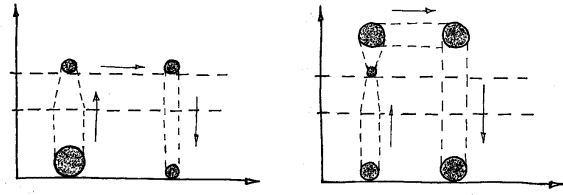
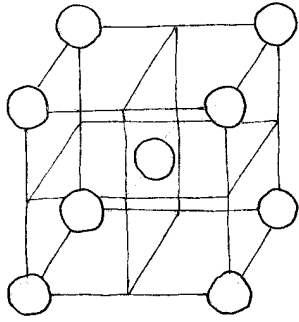
Metalak urtzeko tenperatura ezberdinak behar dira. Ikus taula:

METAL ETA ALEAZIO BATZUEN URTZE-TENPERATUREN TAULA

Metala edo aleazioa	Urtze-tenperatura
Karbono-kantitate txikiko altzairua (% 0,15 baino karbono gutxiago)	1.500 °C
Altzairu gogorra (% 0,40- % 0,70 bitarteko karbonoa)	1.390 °C
Altzairu urtua	1.445 °C
Altzairu herdoilgaitza (% 18 Cr- % 8 Ni)	1.415 °C
Altzairu herdoilgaitza (% 18 Cr- % 8 Ni, karbono gutxikoa)	1.465 °C
Altzairu ertaina (% 0,15- % 0,40 bitarteko karbonoa)	1.445 °C
Manganeso-altzairua	1.360 °C
Nikel-altzairua (% 3 Ni)	1.445 °C
Aluminio purua	675 °C
Silizio-aluminioa (% 5 Si)	620 °C

Metala edo aleazioa	Urtze-temperatura
Beruna	345 °C
Banadioa	1.765 °C
Fosforo-brontzea	1.065 °C
Manganeso-brontzea	885 °C
Kaltzinoa	825 °C
Kobaltoa	1.500 °C
Kromoa	1.520 °C
Burdina forjatua	1.610 °C
Burdinurtua	1.275 °C
Burdina xaflakorra	1.275 °C
Burdina purua	1.547 °C
Eztainua	250 °C
Inconela	1.360 °C
Kobre desoxidatua	1.100 °C
Kobre elektrolitiko	1.100 °C
Letoia	920 °C
Magnesioa	690 °C
Manganesoa	1.245 °C
Molibdenoa	2.518 °C
Nikela	1.470 °C
Platinoa	1.788 °C
Titanioa	1.817 °C
Torioa	1.863 °C
Wolframioa	3.418 °C
Silizioa	1.438 °C
Urrea	1.080 °C
Zilar purua	980 °C
Nikel-zilarra (% 18 Ni)	1.086 °C
Zinka	437 °C

Materiala, hotzaren bidez, urtze-egoeratik egoera solidora igarotzen denean, atomoak zenbait kristal-sareren arabera ordenatzen dira. Soldadurak izango duen erresistentzia kristal egituraren arabera eta metalaren urtze-prozesuan beharrezkoa den berotze-kontrolaren arabera lortzen da. Bestalde, kontuan hartzekoa da metalek ez dutela bero-eroankortasun bera: batzuek bero-eroankortasun handia dute; beste batzuek, berriz, txikia. Gainera, berotzeak egitura eta ale-tamaina nola aldatzen duen ulertzea behar-beharrezkoa da. Izan ere, ale-tamainak eta kristal-egiturek materialak izango duen erresistentzian eragin zuzena dute.



Kristal-egiturak eta ale-tamainak

### 1.2.1. Ezaugarri elektrikoak

Soldatzaile batentzat interesgarri diren metalen ezaugarri elektrikoak hauek dira: *erresistentzia elektrikoa* eta *eroankortasun elektrikoa*.

Erresistentzia elektrikoa material bat zeharkatzeko elektrizitate-korronteak duen zailtasuna da. Indar elektroeragile batek korronte elektrikoa iraunaraz dezake metalean zehar, baina metal-motaren arabera, eragozpen ezberdinak gertatuko dira korrontearen iragatean. Erresistentzia hori oso txikia da metaletan eta infinitua isolatzaileetan.

Materialak duen erresistentzia handitzen den heinean, tentsio handiagoa behar da, korronea metalean zehar pasarazteko.

Eroale ona txarra baino gutxiago berotzen da, korrone-intentsitate bera pasarazten denean. Horregatik, puntu-soldaduraren prozesuak, beste aldagai guztiak berdin mantenduta, intentsitate gutxiago beharko du lan bera osatzeko.

Erresistentzia elektrikoa materialak eramaten dituen aleazio-elementuen arabera alda daiteke. Bi edo hiru aleazio-elementurekin egindako aleazioak metal puruak baino erresistentzia handiagoa izango du beti. Bestalde, temperatura igotzearekin erresistentzia elektrikoa handituz doa.

**Eroaleak eta isolatzaileak.** Korrone elektrikoaren higadura ezin da gorputz guztietan lortu. Gorputz batzuetan elektroiak ezin dira mugitu eta ez-eroaleak edo isolatzaileak deritze (beira, portzelana, ebonita, kautxua ...). Beste batzuetan, korrone elektrikoa, elektroien higikortasun handiagoren bidez, erraz lortzen da, eta horregatik, gorputz eroaleak direla esaten da (metal guztien kasua).

**Erresistentziaren unitatea.** Korrone-transmisioa egiteko erabiltzen den hariaren luzera eta bere konposizioa kontuan hartuz neurtzen da erresistentzia-unitatea. Unitate horri Ohm deitzen zaio, eta 0°-tan, 1,063 m-ko luzera eta 1 mm<sup>2</sup>-ko sekzioa daukan merkuriozko zutabe baten erresistentzia du.

**Erresistentziaren balioa.** Ohm ikertzaileak erresistentziaren balioa aztertu zuen. Bere esperientzien arabera, erresistentzia luzerarekiko zuzenki proportzionala eta sekzioarekiko alderantziz proportzionala dela esan dezakegu. Horrela, 1 m-ko luzera eta 1 mm<sup>2</sup>-ko sekzioa dauzkan burdin hari baten erresistentziari *erresistibitatea* deritzo. Beraz,  $l$  luzera eta  $S$  sekzioa dauzkan hariaren erresistentzia hauxe izango da:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$R =$  Erresistentzia balioa, ohm-etan ( $\Omega$ )

$\rho =$  Erresistibitatea,  $\Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$ -tan

$l =$  Luzera, m-tan

$S =$  Sekzioa, mm<sup>2</sup>-tan

$$\rho \rightarrow R \frac{S}{l} \equiv \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

METAL BATZUEN ERRESISTIBITATE-TAULA (20 °C-tan)

Metalak	Erresistibitatea $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	Eroankortasuna $\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$
Zilarra (Ag)	0,0163	62,5
Kobrea (Cu)	0,0175	57
Urrea (Au)	0,0222	45
Aluminioa (Al)	0,028	36
Magnesioa (Mg)	0,0435	23
Wolframioa (W)	0,059	17
Zinka (Zn)	0,061	16,5
Burdina (Fe)	0,10	10
Kromo-Nikel-Burdina (Cr-Ni-Fe)	0,10	10
Platinoa (Pt)	0,111	9
Eztainua (Sn)	0,12	8,3
Altzairu gozoa (Fe + C)	0,13	7,7
Beruna (Pb)	0,208	4,8
Merkurioa (Hg)	0,941	1,06
Burdinurtua (Fe)	0,10	1
Ikatza (C)	40	0,025

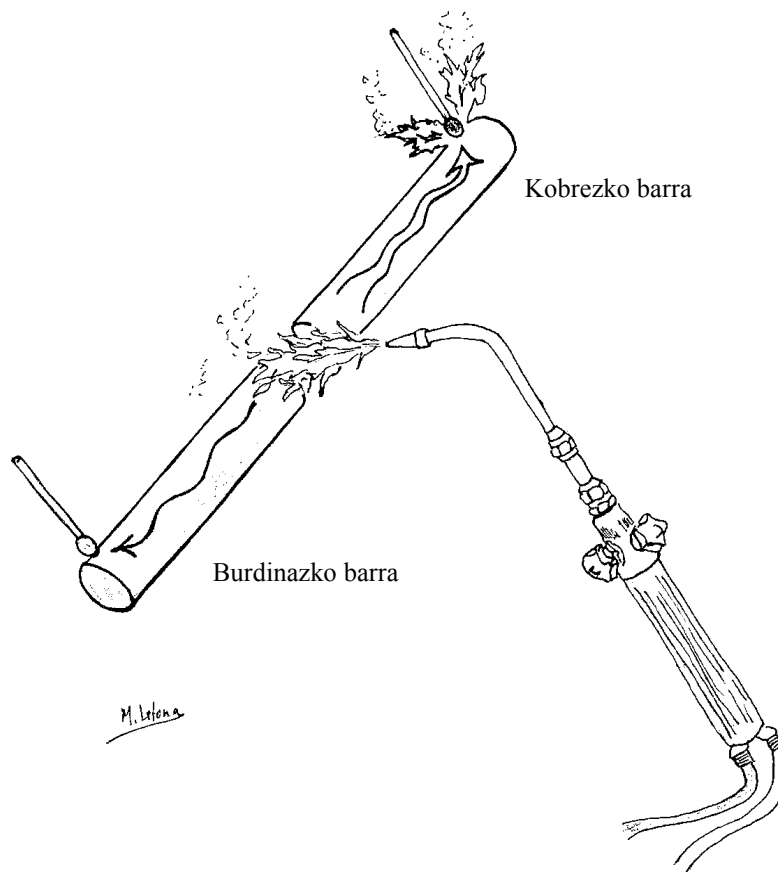
**Erresistentziaren eta temperaturaren arteko erlazioa.** Eroaleen erresistibitatea material-motaren funtzioan dago (taulan ikus daitekeenez). Hala ere, temperaturaren arabera ere aldatzen da. Horrela, material-motak eta haren temperaturak eragin handia dute erresistibitate-aldagaien. Neurketa esperimentalek zera frogatu dute: metal hutsean erresistibitatea temperaturarekin handituz doala; beraz, erresistentziaren aldakuntza temperatura-aldakuntzaren funtzioan gongo da.

### 1.2.2. Bero-propietateak

Soldatzaile batentzat bero-propietaterik garrantzitsuenak honako hauek dira: *bero-eroankortasuna*, *bero-dilatazioaren koefizientea*, *galdagarritasuna* eta *urtze-beroa*.

*Bero-eroankortasuna* eta *bero-zabalkuntzaren koefizientea* oso garrantzitsuak dira soldatzailearentzat; izan ere, propietate horiek, piezaren deformazioa gutxitzeko, soldadura-prozesuan zenbat eta nolako dispositiboak diren beharrezkoak erabakitzen dute.

- ***Bero-eroankortasuna*** material baten barnetik suertatzen den bero-isurtzearen azkartasun-neurria da. Kobrearen eta burdinaren bero-eroankortasunak ezberdinak direla erraz ikus daiteke.



### Kobrearen eta burdinaren bero-eroankortasun ezberdinak

Bero-eroankortasuna, alegia, material bateko beroa eroateko ahalmena, aldagai batzuen arabera neur daiteke. Aldagaiak honako hauek dira: bero-unitatea, sekzioa, luzera, denbora eta bero-transmisioa eragiten duen tenperatura-tartea.

- **Bero-unitatea.** Neurketarako erabiltzen den unitatea da. Pasatzen den bero-kantitatea kontrolatuko duen unitatea.
- **Sekzioa.** Sekzioa zenbat eta handiago izan, orduan eta bero gehiago pasatuko da.
- **Luzera.** Transmisiorako erabiltzen dugun barra zenbat eta motzagoa izan, orduan eta azkarrago pasatuko da beroa.
- **Denbora.** Denbora zenbat eta luzeago izan, orduan eta bero-kantitate handiago pasako da.
- **Tenperatura-tartea.** Barraren mutur berotuak duen tenperatura zenbat eta handiago izan, orduan eta azkarrago pasatuko da beroa.

METAL BATZUEN BERO-EROANKORTASUNAREN TAULA

Metala	Bero- -eroankortasuna Kcal/h m °C	Bero-eroankortasun erlatiboa %
Zilarra (Ag)	360	% 100
Kobrea (Cu)	319,93	% 88,7
Urrea (Au)	265	% 73,6
Aluminioa (Al)	179,96	% 49,8
Zinka (Zn)	90,97	% 25,3
Platinoa (Pt)	60	% 16,7
Eztainua (Sn)	55,03	% 15,2
Nikela (Ni)	44,96	% 12,5
Burdina purua (Fe)	44,96	% 12,5
Burdinurtua (Fe+C)	41,95	% 11,6
Altzairu gozoa (Fe+C)	39,98	% 11,1
Beruna (Pb)	30,1	% 8,4
Wolframioa (W)	10,23	% 2,8
Merkurioa (Hg)	8,4	% 2,3

- **Bero-dilatazioa** tenperatura-aldaketa batek edozein gorputzetan eragiten duen dimentsioen zabalkuntza da, alegia, berotzeak metal guztietan dakarren dimentsioen handitzea.

*Dilatazio lineala:*

$$l_2 = l_1 [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

$$\Delta l = l_2 - l_1 = l_1 \alpha(t_2 - t_1)$$

$l_2$  = berotu ondoren gorputzak duen luzera

$l_1$  = berotu aurretik gorputzak duen luzera

$\alpha$  = dilatazio-koefiziente lineala

$t_2$  = berotu ondoren gorputzak duen tenperatura

$t_1$  = berotu aurretik gorputzak duen tenperatura

$\Delta l$  = dilatazioa edo zabalkuntza

Gorputzak dituen dimentsioak tenperatura-mailaren eta material-motaren arabera aldatzen dira. Material bakoitzak bere dilatazio-koefiziente lineala du.

Dilatazio-koefiziente lineala ( $\alpha$ ) tenperatura-unitate baten berotzeak material batean eragiten duen luzera-aldaketaren eta haren hasierako luzeraren artean dagoen erlazioa da. Tenperaturaren funtzioan dago eta gorputzaren azken luzera erabakitzen du. Ikus ondorengo taula:



LUZERAKO DILATAZIO-TAULA  
(0 °C-100 °C bitarteko tenperaturetan, gradu zentigradoko eta metroko).

Metala	Dilatazio-koefizientea ( $\alpha$ )
Zinka	0,000030
Beruna	0,000029
Aluminioa	0,0000238
Eztainua	0,000023
Zilarra	0,0000197
Letoia	0,0000185
Alpaka	0,000018
Brontzea	0,0000175
Kobrea	0,0000165
Urrea	0,0000142
Nikela	0,000013
Altzairu gozoa	0,000012
Burdinurtua	0,0000105
Platinoa	0,000009
Molibdenoa	0,0000052
Tungstenoa	0,0000045
Nikel-altzairua (% 36 Ni)	0,0000015

Dilatazio-koefiziente kubikoa, gutxi gorabehera, lineala baino hiru aldiz handiagoa da.

- **Galdagarritasunak** urtze-prozesuaren erraztasuna neurtzen du. Merkurioa da urtze-punturik baxuena duen metala (38,9 °C-tan urtzen da) eta tungstenoa urtze-punturik altuena duena (3.400 °C-tan urtzen da).

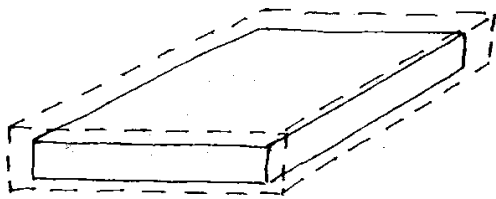
Metal puru batek urtze-puntu definitua du. Metal-nahasturetan eta aleazioetan bi tenperatura hartu behar dira kontuan: fusioari hasiera ematen diona (solidus-tenperatura), eta fusio-bukaerari dagokiona (likidus-tenperatura).

- **Urtze-beroa** materiala egoera solidotik egoera likidora pasarazteko beharrezkoa den energia-kantitatea da. Beroa da erabiltzen den energia-iturria, eta materia solidoaren unitate bat likido bihurtzeko behar den bero-kantitateari bero-unitate deritzo.

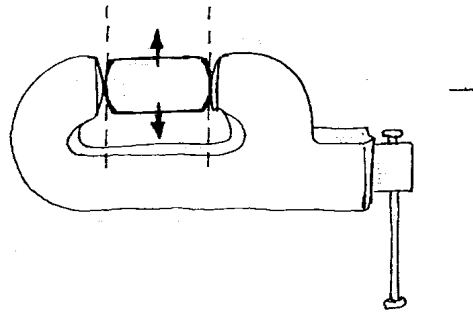
### 1.2.3. Bero-dilatazioaren eta bero-eroankortasunaren arteko erlazioa

Bero-eroankortasunaren eta bero-dilatazioaren konbinaketak eragindako soldatu-tako aldean deformazioa gutxienera eraman daiteke, baldin eta soldatzaileak haren jatorria eta bilakaera ezagutzen baditu.

Barra bat berotzen bada, osorik eta uniformeki, bere bolumena alde guztietatik handituko da. Hala ere, barrak dituen bi muturrei luzatzeko oztopoak jartzen baldin badizkiegu (tornuzil baten barailen artean edo dispositibo mugiezinen artean) eta lehenago bezala barra uniformeki berotzen badugu, muturreranzko dilatazioa ezinezkoa izango da, eta dilatazioa lodiera-dimentsioan soilik gertatuko da.



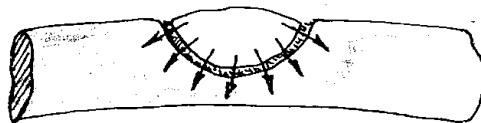
Berotze eta dilatazio uniformeak



Luzatzeko oztopoak eta dilatazioa lodieran

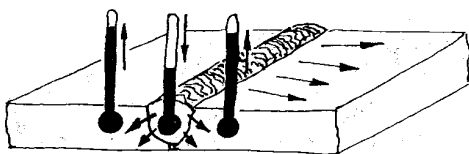
Barra barruan izaten diren metal-higiduren emaitza, hura hozten eta uzkuertzen denean nabarituko da. Barra motzagoa eta lodiagoa izango da. Metala luzeran zabalduko zukeen dilatazio-neurri bera banatzen da zabaleran eta lodieran.

Barra uniformeki berotu beharrean, zonalde batean egiten badugu, orduan, dilatazioa lokalizatua eta desberdina izango da. Zonalde horren inguruko metal hotzak alde guztietarako dilatazioa eragozten du. Azaleko dilatazioa, aldiz, bete-betean ematen da.

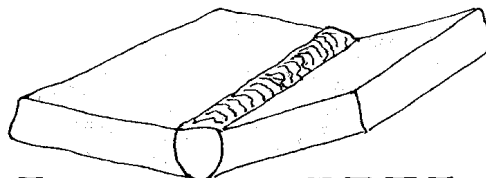


Dilatazio lokalizatua

Horrela, uzkuerdura eta deformazioa bertan gertatzen dira. Aipatutako zonaldea hozten eta uzkuertzen hasten denean, berotzean gertatu den dilatazioak eragindako metal-higiduraren zati bat iraunkor bihurtzen da, eta horrek uzkuertze desberdina eragiten du zonalde osoan; ondorioz, barran deformazioak eta barne-tentsioak sortzen dira.



Temperaturaren aldaketak



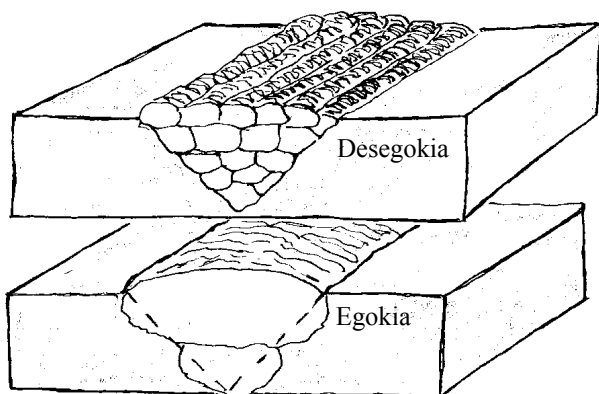
Deformazioa

Soldadura-prozesuetan dilatazioak eta uzkurdurak kontrolatu behar dira. Ondorengo hiru aholkuak kontuan hartuz deformazioaren arriskuak kontrola daitezke:

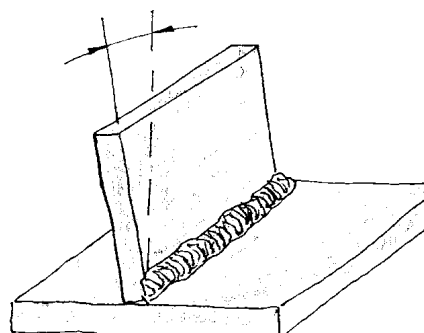
- **Gutxitu uzkurtze-indarrak.** Uzkurtze-indarrak gutxitzeko bidea gehiegizko soldadura ez erabiltzea da. Sobera dagoen material-ekarpenak ez du erresistentzia handitzen, baina uzkurtze-indarrak eta ondorengo deformazioak areagotzen asko laguntzen du.
- **Erabili uzkurtze-indarrak deformazioa murrizteko.** Soldadurako metal-uzkurduraren indarra gure alde jartzeko erarik sinpleena hau da: soldatu aurretik, piezen arteko lerrokadura aldatzea, beren posiziotik kanpo jartzea eta geroko uzkurtzeak eragingo duen uzkuradura kontuan hartzea.
- **Orekatu uzkurtze-indarrak beste indar batzuekin.** Soldatze-segida egokia erabiliz lor daiteke. Soldadura-kordioak modu alternatiboan egiten ditugunean (kordoi bat alde batean eta hurrengoa kontrako aldean), kordoi baten uzkurtze-endarrek aurreko kordoiarenak orekatzen dituzte.

Printzipio berean oinarritutako beste aplikazio bat erabil daiteke: kordioak tartekatuz egiten diren etenkako soldadurak, aldeztu aurretik pentsatutako segida bereziari jarraituz.

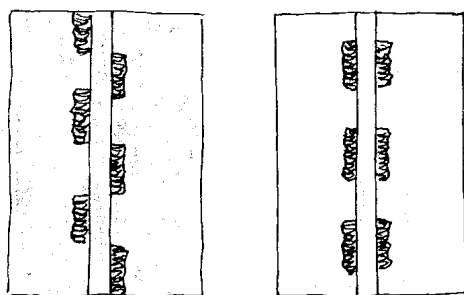
Kordioari emandako mailukadak direla medio, soldadura tenkatu egiten da, eta horrek, hoztean, uzkurdurak izateko joeraren aurka jokatzen du.



Ez erabili gehiegizko soldadura



Aldatu piezen arteko alineazioa



Erabili soldatze-segida egokia. Orekatu kordoiak

Deformazioaren arriskuak kontrolatzeko gomendioak

### 1.3. EZAUGARRI MEKANIKOAK

Karga ezberdinen zamapean jartzen direnean, metalek duten portaera definitzen dute. *Trakzio-erresistentzia*, *harikortasuna*, *gogortasuna* eta *hauskortasuna* aipa ditza-kegu garrantzitsuenetarikoen artean. Guztiak kontuan hartzekoak dira soldadura-prozesuetan.

Azter ditzagun materialek dituzten ezaugarri mekanikoak banan-banan:

#### 1.3.1. Tentsioa

Material batek deformazioari ematen dion barne-erresistentzia da. Indarraren eta azaleraren arteko biderkadura da; beraz,  $\text{kg/mm}^2$ -tan neurtzen da.